



ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
АГЕНТСТВО  
НАУЧНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЙ



2015

International  
Year of Soils



**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**  
**Институт экологического почвоведения МГУ**  
**Факультет почвоведения МГУ**  
*Общество почвоведов имени В.В. Докучаева*  
*Русское географическое общество*  
**Федеральное агентство научных организаций**  
**Отделение биологических наук РАН**  
**Научный совет РАН по почвоведению**  
**Почвенный институт имени В.В. Докучаева**  
**Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН**  
**Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН**

**Международная научная конференция**

## **Роль почв в биосфере и жизни человека**

К 100-летию со дня рождения академика  
Г.В. Добровольского,  
к Международному году почв

*Москва, Россия,  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, 5-7 октября 2015 г.*

**МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ**

Москва - 2015

УДК 631.4  
ББК 40.3  
Р 68

*Публикация осуществляется при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-04-20816)*

**Редакционная коллегия:**

Член-корр. Шоба С.А., д.б.н. Ковалёва Н.О., Столпникова Е.М., к.б.н. Чернова О.В.

В сборник включены материалы Международной научной конференции «Роль почв в биосфере и жизни человека», посвящённой 100-летию со дня рождения академика Г.В.Добровольского. Проведение конференции приурочено также к 2015 году - Международному году почв, утвержденному 68-й сессией Генеральной Ассамблеи ООН 17 сентября 2013 г. (резолюция A/RES/68/232).

В докладах, представленных учёными-специалистами из России, Белоруссии, Азербайджана, Монголии, Киргизии, Узбекистана, Казахстана, обсуждаются темы, развивающие идеи Г.В.Добровольского в современном почвоведении. В рамках трёх симпозиумов «Почвенные ресурсы: оценка состояния и рациональное использование», «Экологические функции почв в биосфере», «Почвы и цивилизация» обсуждаются вопросы как прикладного характера, включая сферу просвещения, так и фундаментально-научные. Учитывая разноплановость тем конференции, сборник будет интересен широкому кругу специалистов по почвоведению, экологии, агрохимии, преподавателям экологических дисциплин.

*Ключевые слова:* экологическое почвоведение, функции почв, оценка и охрана почв.

**Proceedings of the International Scientific Conference "The Role of Soil in the Biosphere and Human Life"**

The Proceedings includes materials of the International Scientific Conference "The role of soil in the biosphere and human life", dedicated to the 100th anniversary of academician G.V.Dobrovolskiy and International Year of the Soils approved by UN General Assembly on the 68 session (17 September 2013, resolution A / RES / 68/232).

The reports submitted by scientists from Russia, Belarus, Azerbaijan, Mongolia, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Kazakhstan discuss topics that develop ideas of G.V. Dobrovolskiy in modern soil science. Within the framework of three symposiums "Soil Resources: Assessment and Rational Use", "Ecological functions of Soils in the Biosphere", "Soils and Civilization" discussed issues such as applied research, including in the area of education, and fundamental-research. Due to the diversity of the conference topics, the materials will be interesting for a wide range of experts in soil science, ecology, agricultural chemistry, environmental sciences teachers. (by financial support of RFBR № 15-04-20816)

*Key wards:* ecological soil science, functions of soils, assessment and soil protection.

**ISBN 978-5-317-05080-1**

© Коллектив авторов,  
© Факультет Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова,  
© Институт экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова



Академик Глеб Всеволодович Добровольский  
(1915 - 2013)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

22 сентября 2015 г. исполнилось 100 лет со дня рождения академика Г.В.Добровольского - первого декана факультета почвоведения, организатора и директора Института экологического почвоведения МГУ, президента Общества почвоведов и главного редактора журнала «Почвоведение», председателя Научного совета по почвоведению РАН, нашего коллеги, друга и учителя. Эта дата совпала с утвержденным 68-й сессией Генеральной Ассамблеи ООН (резолюция A/RES/68/232 от 17 сентября 2013 г.) Международным годом почв. В ознаменование этих двух событий было принято решение о проведении в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова Международной научной конференции «Роль почв в биосфере и жизни человека» (приказ ректора № 522 от 01.06.2015). Отдавая дань уважения и признавая значительную роль академика Г.В.Добровольского в развитии Московского университета, оргкомитет конференции возглавил ректор МГУ - академик В.А. Садовничий.

Информация о проведении конференции получила широкий отклик в России и за рубежом. Свои доклады представили более 300 учёных-специалистов из разных регионов России, а также из Белоруссии, Азербайджана, Монголии, Киргизии, Узбекистана, Казахстана. В их материалах заявлены темы, развивающие идеи Г.В.Добровольского в современном почвоведении. В рамках трёх симпозиумов «Почвенные ресурсы: оценка состояния и рациональное использование», «Экологические функции почв в биосфере», «Почвы и цивилизация» обсуждаются вопросы как прикладного характера, включая сферу просвещения, так и фундаментально-научные. Рассмотрены вопросы оценки ресурсного потенциала почв, нормативно-правовые аспекты использования и охраны почв, деградации почв и устойчивого землепользования, роли почв в сохранении биоразнообразия планеты, роли гуминовых веществ в биосфере, экологической оценки почв, палеопочвоведения, экологического образования и популяризации знаний о почве.

Тезисы докладов, включённые в настоящий сборник, - это самые современные достижения различных областей науки о почвах, с которыми почвоведение вступило в 2015 Международный год почв. Их отличает междисциплинарный комплексный характер представленных результатов исследований, широкое использование инновационных технологий. Но все работы объединяет общая эколого-функциональная парадигма незаменимости почв в биосфере, уникальности их планетарных функций. Материалы сборника демонстрируют, что современное почвоведение готово к экологическим и геополитическим вызовам как регионального, так и планетарного масштаба, к решению насущных практических и фундаментальных задач любой сложности.

*Сергей Алексеевич Шоба, член-корр. РАН  
Ковалёва Наталия Олеговна, доктор биологических наук*

## СИМПОЗИУМ «ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Г.В. ДОБРОВОЛЬСКОГО»

УДК 631.42

Г.В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ И ШКОЛА «ЭКОЛОГИИ ПОЧВ»

*В.М. Алифанов*

*Институт физико-химических и биологических  
проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, alifanov\_v@mail.ru*

G.V. DOBROVOLSKY AND SOIL ECOLOGY SCHOOL

V. M. Alifanov

*Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science RAS,  
Pushchino, alifanov\_v@mail.ru*

В Пушкино 20 лет проводится Всероссийская Школа ЭКОЛОГИЯ И ПОЧВЫ. Организацию, проведение и тематику Школы предложил Г.В.Добровольский. Начало 90-х годов было связано с активным интересом к экологии.

К концу 80-х годов прошлого века человечество, по-видимому, осознало, что, безрассудно используя ресурсы биосферы, оно скоро перейдет допустимую нагрузку на биосферу. В почвоведении об этом свидетельствует огромное и все нарастающее число работ по проблемам, связанным с процессами загрязнения, деградации и денудации почв, обусловленными антропогенными воздействиями. Все работы являются разными по характеру, а объединяет их желание исследователей показать спектр вызовов человечеству, рождающихся при росте объемов загрязнения, разнообразия типов загрязнителей, разнообразия видов воздействия человека на почву. В этом направлении происходит поиск решений, имеющих результатом смягчение, снижение антропогенного давления на почвы. Это одно из важнейших направлений в современном естествознании, поскольку почвенный покров входит в число компонентов, определяющих устойчивость биосферы в целом. В основе данного направления, по нашему мнению, лежат работы В.И.Вернадского, Б.Б.Полынова, а также учеников Полынова: В.А.Ковды, А.И.Перельмана, М.А.Глазовской. Их идеи, связанные с геохимией ландшафтов, с начала своего становления соотносились с запросами народного хозяйства в областях мелиорации почв, изучения биологической продуктивности природных и агроландшафтов, охраны почв и среды от загрязнения и др. В последнем направлении кроме трудов основателей особо выделяются работы Г.В.Добровольского (1986, 1989,1997) , в том числе и с соавторами (1985а, 1985б, 1986, 1990, 2000).

Тематика работы Школы была очень широкая (см. таблицу). Трудно пересказать все вопросы, которые обсуждались на Школе. Вот только один пример. На 16 Школе, посвященной роли абиотических факторов в почвообразовании, было отмечено, что во второй половине XX в. на небесных телах (Луне, Марсе) обнаружили поверхностные рыхлые отложения, которые не являются почвами (рыхлый реголит). В то же время на земле существуют почвы, с трудом попадающие под определение В.В.Докучаева (так называемые городские почвы, почвы Антарктиды). Г.В.Добровольский выдвинул идею множества геосфер, которое включает также биосферу, педосферу, литосферу (кору выветривания), гидросферу, атмосферу и т.д. Именно поэтому тема школы оказалась весьма актуальной. И так по всем проблемам, которые обсуждались на Школах.

Участие Г.В.Добровольского в работе почти всех Школ были отмечены особой атмосферой, доброжелательностью и демократичностью участников.

## Всероссийская Школа ЭКОЛОГИЯ И ПОЧВЫ

Школы	Год проведения	Тема школы
1	1991	Экологические проблемы почв
2	1992	Почва–структурный элемент и функциональный компонент биосферы
3	1993	Экологическая роль почв
4	1994	Роль почвы в эволюции биосферы
5	1995	Элементарное точечное пространство
6	1996	Почва – генератор и хранитель биоразнообразия.
7	1997	Почва и устойчивое развитие
8	1998	Почва и здоровье человека
9	1999	Почвенные процессы и их экологические функции в биосфере
10	2000	Почвы и цивилизация
11	2002	Почва и экология: фундаментальные исследования в рамках проектов РФФИ
12	2003	История почвообразования и эволюция экологических функций почв
13	2005	Почвоведение и смежные науки: результаты и проблемы взаимодействия по вопросам экологии
14	2006	Отражение циклических изменений экологических факторов в свойствах почв
15	2007	Круговорот элементов в экосистемах и почвах. Посвящается памяти Н.И. Базилевич
16	2009	Роль абиотических факторов в почвообразовании
17	2011	Палеогеографические аспекты почвенно-экологических исследований
18	2013	Почва и окружающая среда
19	2014	Почвоведение и смежные науки: методы и подходы; результаты и проблемы взаимодействия по вопросам экологии
20	2015	Экология почв в междисциплинарных исследованиях

### Литература

1. Добровольский Г.В. Мониторинг и охрана почв // Почвоведение. 1986. № 12. С. 14-18.
2. Добровольский Г.В. Экология и почвоведение // Почвоведение. 1989. № 12. С. 5-11.
3. Добровольский Г.В. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почвы // Почвоведение. 1997. № 4. С. 431-441.
4. Добровольский Г.В., Гришина Л.Л. Охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985а. 223 с.
5. Добровольский Г.В., Гришина Л.Л., Розанов Б.Г., Таргульян В.О. Влияние человека на почву как компонент биосферы // Почвоведение. 1985б. № 12. С. 55-65.
6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 137 с.
7. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 261 с.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как наземного компонента биосферы: Функционально-экологический подход. М.: Наука, МА-ИК "Наука/Интерпериодика", 2000. 185 с.

Г.В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ - ОСНОВОПОЛОЖНИК КЛАССИФИКАЦИИ  
И ЭВОЛЮЦИИ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ

П.Н. Балабко, Т.И. Хуснетдинова

*Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, balabkopetr@mail.ru*

G.V. DOBROVOLSKY, THE FOUNDER OF THE CLASSIFICATION AND EVOLUTION OF  
FLOODPLAIN SOILS

P.N. Balabko, T. I. Khusnetdinova

*Soil science faculty of MSU*

Г.В.Добровольский внес крупный вклад в теорию пойменного почвообразования и разработку классификации почв речных пойм лесной зоны [1—5,9]. Было установлено, что в регулярно затопляемых поймах почвы формируются в результате развития дернового, лугового и болотного процессов, формирующих, соответственно, три основных типа пойменных почв — дерновый, луговой и болотный.

Дерновый процесс развивается под травянистой растительностью в условиях увлажнения поверхностными (дождевыми и тальми) водами и характеризуется накоплением в почве гумуса и биогенно-аккумулируемых элементов.

Луговой процесс развивается в условиях оптимального, иногда повышенного, атмосферно-грунтового увлажнения (луговой тип водного режима) и поэтому характеризуется совершенно иным водно-воздушным режимом и наличием не только биогенной, но и гидрогенной аккумуляции веществ.

Болотный процесс в условиях речных пойм характеризуется устойчиво избыточным атмосферно-грунтовым увлажнением, накоплением неразложившихся растительных остатков, а также веществ, выносимых грунтовыми и паводковыми водами с террас и водоразделов.

Дерновый, луговой и болотный типы пойменных почв по степени развития основного и сопутствующих процессов подразделяются на подтипы. Так, в типе луговых почв выделяется подтип дерново-луговых почв, а в типе болотных почв — подтип лугово-болотных почв. Дальнейшее подразделение на роды проводится по реакции почв и другим особенностям их химического состава и свойств (кислые, насыщенные, карбонатные, солонцеватые, солончаковатые). Разделение на виды и разновидности проводится по мощности почв и их гранулометрическому составу.

Рассматривая эволюционно-генетические связи в образовании и развитии пойменных почв, Г.В.Добровольский выделяет две стадии эволюции пойменных почв. Первая стадия охватывает те изменения, которые претерпевают почвы на пойменной стадии развития и связаны с меандрированием русла. Почвообразование в этой стадии начинается либо с появлением растительности на свежем аллювии прирусловых грив, либо на месте заросших и заиленных пойменных водоемов.

В первом случае эволюционный ряд выглядит следующим образом: песчаный аллювий → слаборазвитые дерновые почвы → дерновые (дерново-лесные) почвы → дерново-луговые (дерново - лугово - лесные) → луговые (лугово - лесные). Во втором случае: глинистый аллювий → слаборазвитые болотные иловато-глеевые почвы → болотные перегнойно-глеевые и торфяно-перегнойно-глеевые → лугово-болотные → луговые. Вторая стадия эволюции пойменных почв связана с выходом отдельных участков поймы из режима поемности, ослаблением гидроморфности и усилением биоклиматических факторов и постепенным развитием почв в сторону автоморфных зональных почв — подзолистых, серых лесных, лугово-черноземных.

Развивая учение о пойменном почвообразовании, обогащая его новыми данными по пойменным почвам Западной Сибири и других регионов, применяя для диагностики почвообразования новые методы исследования, Г.В.Добровольский в 1980 году разработывает новую классификацию пойменных почв. Согласно этой классификации все

пойменные почвы по характеру формирующих их почвообразовательных процессов, реакции среды, степени разложения и аккумуляции органического вещества объединены в девять типов: аллювиальные дерновые кислые, аллювиальные дерновые насыщенные, аллювиальные дерново-опустынивающиеся карбонатные, аллювиальные луговые кислые, аллювиальные луговые насыщенные, аллювиальные луговые карбонатные, аллювиальные лугово-болотные, аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые, аллювиальные болотно-иловато-торфяные.

Дальнейшее подразделение на подтипы проведено по характеру сложения профиля; на роды — по особенностям проявления процессов ожелезнения, засоления, осолонцевания, окарбоначивания, а также глубине залегания галечникового горизонта. Подразделение на виды осуществлено по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса.

Классификация пойменных почв лесной зоны, созданная академиком РАН Г.В.Добровольским является основой классификации аллювиальных почв в последующих изданиях классификации и диагностики почв СССР 1977 г. [6], классификации почв России 2000 года [7] и классификации и диагностики почв России 2004 года [8].

### Литература

1. *Добровольский Г.В.* Классификация пойменных почв лесной зоны // Почвоведение, № 8, 1958, с. 93-101
2. *Добровольский Г.В.* Пути эволюции пойменных почв в лесной и лесостепной зонах Русской равнины // В сб. Докладов советских почвоведов к 7-му Международному конгрессу в США. - М.: Изд. АН СССР, 1960, с. 349-357
3. *Добровольский Г. В.* Почвы речных пойм бассейна Верхней и Средней Волги: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1964. 42 с.
4. *Добровольский Г.В.* К истории учения о генезисе и классификации аллювиальных почв // Сб. "История и методология естественных наук", вып. XXIV, почвоведение, изд. МГУ, 1980, с. 79-105
5. *Добровольский Г.В.* Почвы речных пойм центра русской равнины. 2-е издание, переработанное и дополненное. Изд. МГУ, 2005 г. 290 с
6. Классификация и диагностика почв СССР» /Составители: Егоров В.В. Фридланд В.М., Иванова М.: «Колос», 1977. - 221 с.
7. Классификация почв России / Составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2000. 235 с.
8. Классификация почв России / авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова – Смоленск: Ойкумена, 2004. -342 с.
9. *Oreshkin V.N., Kuzmenkova V.S., Ulyanochkina T.I., Balabko P.N.* Lead in iron-manganese concretions of varying size from alluvial soils and deposits // *GEOKHIMIYA*, № 6, 2000, с. 680-684



УДК 631.44

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В РАБОТАХ  
ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО Г.В. ДОБРОВОЛЬСКОГО

Л.Г.Богатырев

*Факультет Почвоведения МГУ, г. Москва, bogatyrev.l.g@yandex.ru*

DEVELOPMENT OF THEORETICAL PRINCIPLES FORMULATED BY G.V.

DOBROVOLSKY

*Soil science faculty of MSU*

L. G. Bogatyrev

В творческом наследии выдающегося ученого и организатора почвоведения Г.В.Добровольского обращает на себя внимание не только последовательное развитие идей классиков российского почвоведения, начиная с В.В.Докучаева, но и многогранность его работ, охватывающих широкий круг вопросов – от минералогии и выветривания – до экологических функций почв. В настоящем сообщении рассматривается только некоторые стороны его научных исследований, впоследствии реализованных в работах других ученых. Одно из этих направлений связано с изучением генезиса и эволюции пойменных почв [5], признанных в настоящее время классическими. Однако, в этих работах автор высказал более общие положения, связанные со спецификой миграции природных вод в транзитных условиях поймы. По определению Г.В.Добровольского в этих условиях преимущественно выносятся только те элементы, которые не удерживаются в биологическом круговороте. В интегральном плане это означает, что специфика набора выносимых элементов в определённой степени детерминируется характером биологического круговорота. В этом видится прямое развитие идей классика почвоведения академика Б.Б.Полынова, который высказал следующую мысль о важности зольного состава растений в формировании специфики мигрирующих с природными водами элементов: – «Состав вод обуславливается не абиотическими реакциями, а растворением элементов зольной части при минерализации». После ряда классических работ Н.И.Базилевич оказалось возможным сопоставление и установление степени соответствия между типами круговорота, характерных для тех или иных континентов и элементов, мигрирующих с этих территорий с ежегодным стоком. Установлено, что активное участие в круговороте кальция для европейского континента коррелирует с его ведущей ролью в миграционном потоке, аналогичная ситуация отмечена для поведения кремния для условиях Южной Америки, и железа и алюминия для африканского континента [2]. Чем выше выщелоченность пород и устойчивость их к выветриванию, тем в большей степени химический состав дренирующих природных вод будет обусловлен особенностями биологического круговорота. Таким образом, идеи Полынова - Добровольского в настоящее время получили экспериментальное подтверждение.

Второе направление касается фундаментальной проблемы выветривания. Так, исследования Г.В.Добровольского по изучению закономерностей выветривания в системе периферия – ядро выветривающегося диорита в условиях Крыма [4] не только последовательно развивали методологические идеи академика К.Д.Глинки в этом направлении, но и послужили основой для полновесной их реализации в форме типологии современной направленности выветривания на основании анализа внутренних и внешних частей включений, что было осуществлено В.О.Таргульяном. Но это положение с методологической точки зрения, несомненно, блестяще предвосхитил Г.В.Добровольский: «Эта особенность шаровидных скорлуповатых отдельностей делает их удобным объектом для изучения последовательных стадий выветривания как самой горной породы, так и входящих в ее состав минералов» [4].

Третье направление связано с разработкой одной из важнейших концепций современного почвоведения – концепции экологических функций почв [6]. Развитие этой

концепции прослеживается в последующих работах таких видных исследователей, как, например, классика геохимии ландшафта М.А.Глазовской [3] и теоретика почвоведения И.А.Соколова [7]. Развивая концепцию Г.В.Добровольского, нами было сформулировано понятие о едином экологическом пространстве, под которым предлагается понимать «такую структурную единицу наземных или водных частей биосферы или их совокупности, которые однотипны в структурном, функциональном или структурно-функциональном отношении и/или находящихся под влиянием одного или нескольких факторов, определяющих единую специфику поведения живых организмов, или их совокупности, или специфических свойств других важнейших компонентов биосферы, таких как биогенные, биокосные или косные тела природы, находящихся в активном взаимодействии с живым веществом, включенными в процессы биогеохимического круговорота и образующими такую вертикальную и/или горизонтальную протяженность, которая может выступать инвариантно относительно стандартных границ биогеоценоза, элементарного, геохимического или географического ландшафта [1]. Вероятно, это понятие, наряду с принципами его выделения, в условиях современного техногенеза вполне может занять соответствующее место. Таким образом, даже на этих небольших примерах отчетливо видно насколько широк был диапазон научных интересов Г.В.Добровольского, получающих последовательное развитие в системе современного знания о почве. В этом видится залог успеха дальнейшего становления почвоведения, как естественно-научной дисциплины.

#### Литература

1. *Богатырев Л. Г., Воронина М.М., Тюлюбаева И.И.* К вопросу о едином экологическом пространстве//Проблемы агрохимии и экологии,2010,N2,с.55-60.
2. *Васильевская В.Д., Богатырев Л.Г.* Функции почв как основного звена в цикле биологического круговорота веществ и устойчивость наземных экосистем// Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. Изд-во Геос, 1999, с.144-156.
3. *Глазовская М.А.* Биогеохимическая организованность экологического пространства в природных и антропогенных ландшафтах как критерий их устойчивости // Изв. Сер. географ. 1992. № 5.
4. *Добровольский Г.В.* Изменение химического и минералогического состава концентрически-скорлуповатой отдельности выветривающегося диорита по мере перехода от ядра отдельности к ее периферии// Ученые записки Московского университета, 1951, вып. 141.
5. *Добровольский Г.В.* Почвы речных пойм центра Русской равнины. Изд-во МГУ, 2005.
6. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экологические функции почв//Успехи почвоведения. Советские почвоведы к XIII Конгрессу почвоведов., М., Наука, 1986.
7. *Соколов И.А.* Об основных закономерностях экологии почв//Почвоведение,2002,N 7, с. 778-788.

УДК 631.4

АКАДЕМИК Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ – ИСТОРИК ПОЧВОВЕДЕНИЯ  
И.В. Иванов

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН  
142290, Пушкино Московской области, Институтская, 2.*

*E-mail: [ivanov-v-28@mail.ru](mailto:ivanov-v-28@mail.ru)*

AKADEMICIAN G.V.DOBROVOLSKY HISTORY OF SOIL SCIENCE  
I.V. Ivanov

*Institute of Physical-Chemical and Biological Problems in Soil Science of RAS,  
Moscow region, town Pushchino, ul. Institutskaya 2*

Р.Д. Джонсон в книге «География и географы» (1987) выделил типы ученых по основным функциям, выполняемым ими в научном процессе. Г.В. Добровольский [15, с.56] применил и другую классификацию ученых, предложенную В.Ф. Оствальдом, – классики и романтики. Согласно этим классификациям В.В. Докучаев был генератором идей, предсказателем, организатором, учителем и несомненным романтиком; Н.М. Сибирцев – систематизатор и генератор идей, учитель, классик; К.Д. Глинка – организатор, систематизатор и генератор идей, классик; А.А. Ярилов – летописец- историк, организатор теоретик и романтик. Г.В. Добровольский по этой классификации – систематизатор и организатор, учитель, летописец-историк, генератор научных идей, классик, но не без романтики.

Большая жизнь Глеба Всеволодовича сложилась так, что в возрасте более 70 лет он стал единственным лидером российского почвоведения и достойно выполнял эту роль четверть века. Глеб Всеволодович был не только формальным, но и неформальным лидером нашей науки, обладал высоким авторитетом в почвенном сообществе и в академических кругах. Возраст патриарха и активность, высокая культура и дипломатичность, неподдельная любознательность очень способствовали этому.

Интерес Глеба Всеволодовича к истории почвоведения был неразрывно связан с интересом к развитию методологии науки (около 100 публикаций). Вместе с И.А. Крупениковым они развивали научно-исторические подходы В.И. Вернадского и А.А. Ярилова [19]. В.В. Докучаеву Г.В. Добровольский посвятил более 10-ти статей. Статья [8, 40 с.] - одна из лучших публикаций о великом ученом. Она открывает сборник публицистических и научно-популярных произведений В.В. Докучаева - «Дороже золота русский чернозем», подготовленный Г.В. Добровольским (тираж 5000 экз.). Последний раз перед этим труды Докучаева выходили отдельным изданием 33 года назад (Сочинения, т. IX, 1961). Они стали вновь доступны относительно широкому кругу читателей. Интересна одна из последних статей докучаевского цикла [14]. Несколько статей Глеб Всеволодович посвятил роли В.И. Вернадского в почвоведении, развитию его идей современными почвоведом [13]. В частности, он обратил внимание почвоведов на важную, но малоизвестную работу В.И. Вернадского «Об участии живого вещества в создании почв» (1919). Г.В. рассмотрел историю почвоведения в Московском университете и в других университетах страны в [13], участвовал в подготовке справочника [10]. Г.В. Добровольский подготовил биографии многих ученых – А.Н. Сабанина, М.В. Ломоносова, Н.П. Ремезова, Д.Н. Прянишникова, Д.Г. Виленского, В.А. Ковды, С.В. Зонна, Я.В. Пейве, И.А. Крупеникова, И.В. Якушевской, - всего 45-ти ученых. Г.В. Добровольскому принадлежит также ряд обзоров развития и современного состояния научных направлений в почвоведении: истории учения о генезисе и классификации аллювиальных почв [13, 33 с], развития учения о структуре почвенного покрова [13], истории и современному состоянию систематики и классификации почв [9] и других направлений. Названные обзоры информативны и интересны.

Г.В. Добровольский по несколько раз в год участвовал в подготовке и проведении многих съездов, конференций, инициировал их подготовку по важнейшим проблемам, открывал вступительным словом, выступал с докладами, освещал итоги работы некоторых

из них в печати. Своё напутствие новому поколению почвоведов Глеб Всеволодович высказал на съезде почвоведов в г. Петрозаводске в 2012 году в пленарном докладе - «Роль научных обществ в истории и современном развитии почвоведения». В последние годы жизни Г.В.Добровольский подвел итоги своей работы в области истории почвоведения, издав книги «Лекции по истории и методологии почвоведения» и «Жизненный путь почвовед» [15, 17].

Прошло два года после ухода от нас Г.В.Добровольского, нам – почвоведом и всем его знавшим, остро не хватает Глеба Всеволодовича и так будет очень долго. Научные труды Г.В. будут всегда служить делу изучения почв, их охраны и делу воспитания молодых почвоведов.

## Литература

1. Добровольский Г.В. Алексей Николаевич Сабанин. Изд. Моск. ун-та, 1959. 57 с.
2. Добровольский Г.В. Краткий очерк истории и современного состояния проблемы агропочвенного районирования. – Сб. «Из исторического опыта сельского хозяйства СССР», Институт Истории АН СССР, Изд. «Наука», 1969, с. 190-206.
3. Добровольский Г.В., Розанов Б.Г. Нил Петрович Ремезов. М.: МГУ, 1972. 35 с.
4. Добровольский Г.В. Исторические и методологические особенности развития почвоведения // История и методология естественных наук. Вып. XXI, почвоведение. М.: изд. Моск. ун-та, 1980. С. 3-13.
5. Добровольский Г.В. - Капитальный труд по истории почвоведения (рец. на книгу И.А. Крупеникова, 1981) // Почвоведение, 1982, № 3. С. 134-135.
6. Добровольский Г.В., Минеев В.Г., Лебедева Л.А. Дмитрий Николаевич Прянишников. Изд-во Моск. ун-та, 1991, 50 с.
7. Добровольский Г.В. Дмитрий Гермогенович Виленский (К 100-летию со дня рождения) // Почвоведение, 1992, № 12. С. 107-114
8. Добровольский Г.В. Вся жизнь в науке и борьбе // В.В. Докучаев. Дороже золота Русский чернозем (сост. Г.В. Добровольский). М.: изд. Моск. ун-та, 1994. С. 5-44
9. Добровольский Г.В., Трофимов С.Я. Систематика и классификация почв (История и современное состояние). Изд. Московского ун-та, 1996. 79 с.
10. Добровольский Г.В. (отв. редактор). Библиографический справочник. Материалы, опубликованные в журнале «Почвоведение» за 100 лет. Составители: И.В. Иванов, Т.С. Луковская. М.: Наука, 1999. 670 с.
11. Добровольский Г.В. Предисловие. / В кн.: Иванов И.В. История отечественного почвоведения. Кн. первая (1870-1947). М.: Наука, 2003. С. 11-12.
12. Добровольский Г.В. Философские аспекты генетического почвоведения // Почвоведение, 2004, №8. С.11-24
13. Добровольский Г.В. Избранные труды по почвоведению. Том 1. Общие вопросы теории и развития почвоведения. М.: изд. Моск. ун-та, 2005. 525 с.
14. Добровольский Г.В. Язык В.В. Докучаева как отражение широты его мировоззрения и литературного таланта // Почвоведение, 2007, №9, с. 1129-1138.
15. Добровольский Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения. М.: Изд. Моск. ун-та, 2010. 230 с.
16. Добровольский Г.В. Развитие учения о черноземах в трудах И.А. Крупеникова // Почвоведение, 2012, № 9. С. 1008-1011.
17. Добровольский Г.В. Жизненный путь почвоведом. М.: изд. Моск. ун-та, 2013. 416 с.
18. Материалы к биобиблиографии ученых. Биол. науки. Почвоведение. Вып. 8. Глеб Всеволодович Добровольский. Составители С.А. Шоба, Н.П. Матекина. М.Наука. 2005.135 с.
19. Ярилов А.А. Педология как самостоятельная естественно-научная дисциплина о Земле. Часть первая.. Юрьев: 1904. 480 с. Часть вторая.. Юрьев: 1905. 245 с.

## СИМПОЗИУМ 1

### ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 631.48

#### ТЕОРИЯ ЭКОГЕНЕЗА И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

Е.В. Абакумов

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

[E\\_abakumov@mail.ru](mailto:E_abakumov@mail.ru), [e.abakumov@bio.spbu.ru](mailto:e.abakumov@bio.spbu.ru)

#### THEORY OF ECOGENESIS AND SOIL ECOLOGY

E.V. Abakumov

*Saint-Petersburg State University*

Экогенез – процесс взаимодействия сообществ организмов со средой обитания. В связи с этим, наземный экогенез тесно связан с педогенезом как общебиосферным процессом [3, 5]. Поскольку экогенез является одним из стабилизирующих факторов эволюции наземных экосистем [4], в наземных экосистемах он тесно связан с почвообразовательным процессом. Почвообразование в экогенезе функционально связано с процессом дивергенции экологических ниш и с формированием “экологических лицензий” в наземных экосистемах [2]. Экогенетические и демутиационные смены сообществ определяют и во многом сами определяются субциклическими сменами эдафических условий педогенеза, что обуславливает развитие единого эдафо-биогеоценотического процесса материально проявляющегося в морфологической и параметрической динамике органопротилей [1]. В связи с изучением экогенеза наземных экосистем особенно актуальным является вопрос о скорости инициального и регенерационного почвообразования [6].

Модели быстрого почвообразования изучаются в почвоведении и факториальной экологии уже больше века. Модель становления почвенного профиля в онтогенезе исследуется в основном в хроносериях, начинающихся с “ноль-момента” почвообразования, и заканчивающихся формированием профиля зональной почвы. Этот тип моделей интересен для изучения линейных скоростей почвообразования он позволяет оценивать тренды развития системы органогенных и органо-минеральных горизонтов в короткие промежутки времени. Почти все демутиационные смены, кроме первичных сукцессий на полностью обнаженных субстратах, наследуют те или иные признаки, свойства и ресурсы прежних почв, поэтому эволюционные модели здесь не являются линейными и четко интерпретируемыми. Тем не менее, эти объекты все в большей степени привлекают внимание мировой науки как примеры постоянно повторяющейся в тех или иных экосистемах наложенной эволюции почв. В связи с этим в современном почвоведении и факториальной экологии вырисовывается несколько направлений изучения быстрой эволюции почв, ее анализа и прогноза: исследования простой модели онтогенеза; исследование разнообразных наложенных моделей педоонтогенеза; параметрический анализ “эффективности” самовосстановления почв; определение параметров продуктивности функционирования экосистем в процессе их становления и демутиационного взаимодействия с почвами. Примечательно, что процессы развития почв тесно связаны с экогенезом как частью процесса становления эдафотопы [7]. В связи с этим изучение эволюции эдафотопы в (хроно)сериях различных типов сценариев является приоритетной задачей современного экологического почвоведения, созданного академиком Г.В.Добровольским. В докладе подробно освещаются аспекты связи экогенеза и педогенеза в инвариатных сценариях развития наземных экосистем. Рассматриваются функциональный и факториальный аспекты экогенетической эволюции почв.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол-а-вед 15-34-20844

## Литература

1. *Арчегова И. Б.* 2000. Рекультивация земель (теория и практика) // Тез. Докл. III съезда Докучаевск. об-ва почвоведов. В 3 кн. Кн. 2. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН С. 283-284.
2. *Левченко В.Ф., Скоробогатов Я.И.* 2014. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) // Русский орнитологический журнал, № 1068, с. 3533-3550 (Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. 1990. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) // Журн. общ. биол. 51, 5: 619-631).
3. *Разумовский С.М.* 1981. Закономерности динамики биоценозов. - М.: Наука, 231 с.
4. *Северцов А.С.* 1990. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журн. общ. биол. 51, 5: 579 - 589.
5. *Чертков О.Г.* 1983. Математическая модель экосистемы одного растения // Журн. общ. биол. Т. 44. С. 406-414.
6. *Frouz J. et al.* 2013. Soil Biota and Ecosystem Development in Post Mining Sites. CRS Press.
7. *Clements F.E.* 1916. Plant Succession: an Analysis of the Development of Vegetation. Washington: Carnegie Institution of Washington Publication 242.

УДК 631.42

### ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

А.И. Андреев\*, О.А. Макаров\*\*

*\*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна, [Alexanderandreev@live.com](mailto:Alexanderandreev@live.com)*

*\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [oa\\_makarov@mail.ru](mailto:oa_makarov@mail.ru)*

### PROBLEMS OF ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM POLLUTION OF SOILS

A.I. Andreev\*, O.A. Makarov\*\*

*\*International University of Nature, Society and Man «Dubna»*

*\*\*Soil science faculty of MSU*

Необходимость учета почвенно-экологической составляющей в ходе определения рыночной и кадастровой стоимости земельных участков заставляет специалистов разрабатывать новые методы эколого-экономической оценки земель, куда входит и создание методик оценки ущерба/вреда от их загрязнения, деградации и захламливания [1].

Создание этих методик основывается, в том числе, на положении о том, что стоимость окружающей среды (земель) может быть как положительной, подразумевающая получение той или иной выгоды или блага от её целостности, так и отрицательной, включающая в себя экологический ущерб и затраты на рекультивацию территории [4].

Как известно, по состоянию почв можно определить степень негативного воздействия антропогенной деятельности на территорию. Именно поэтому экологический ущерб можно рассматривать как вред, нанесенный почвам как объекту окружающей среды.

В настоящее время существуют следующие методики по оценке экологического ущерба от загрязнения земель:

1. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Утверждена Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприродой РФ 18 ноября 1993 г.) [5].

2. «Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламливанием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (Утверждена Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП) [3].

3. «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238) [2].

Объектом исследования явились почвы города Дубны Московской области. С целью определения экологической обстановки территории города было отобраны поверхностные смешанные почвенные пробы по равномерной случайно-упорядоченной сетке с шагом 1 км. В отобранных пробах было определено валовое содержание некоторых тяжелых металлов 1-го и 2-го классов опасности (Zn, Cd, Pb, Cu). После выявления локальных очагов загрязнения (участков, где концентрация загрязняющих веществ превышала нормативы предельно допустимого содержания) в районе этих очагов были отобраны дополнительные пробы почв. На основе проведенного химического анализа всех отобранных проб были построены картосхемы пространственного распределения как отдельных тяжелых металлов, так и суммарного показателя загрязнения почв. Определение точных площадей и уровней загрязнения почв позволило рассчитать величины ущерба/вреда от загрязнения по указанным выше методикам.

Так, согласно расчетам, величина ущерба от загрязнения земель, рассчитанная по методике 1993 года, составила более 239 миллионов рублей, по методике 2008 года - более 700 миллионов рублей, по методике 2010 года - более 237 миллионов рублей. Полученные значения отражают вред, нанесенный загрязнением тяжелыми металлами почвам города Дубны к настоящему времени.

#### Литература

1. Макаров О.А., Каманина И.З. Экономическая оценка и сертификация почв и земель. М.:МАКС Пресс, 2008. 240 с.
2. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. М., 2010. (Утверждена Приказом Минприроды России).
3. Методика оценки размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв. М., 2008. (№ 589-ПП).
4. Оценка стоимости недвижимости: учебник / С.В. Грибовский [и др.] М.: Интерреклама, 2003. 701 с.
5. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.).

УДК 631.879.4:633.15[631.41:445.4

#### СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛОЖНОГО КОМПоста

И.С. Белюченко, Д.А. Антоненко, О.А. Мельник

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар,  
[bioeco@inbox.ru](mailto:bioeco@inbox.ru)*

#### PRESERVATION OF FERTILITY OF CHERNOZEM FROM USE COMPLEX COMPOST

I.S. Belyuchenko, D.A. Antonenko, O.A. Melnik

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, [bioeco@inbox.ru](mailto:bioeco@inbox.ru)*

Деградационные процессы черноземных почв и их трансформация в почвоподобные образования с низким плодородием в сельскохозяйственных регионах страны напрямую связано с интенсификацией развития агропромышленного сектора. Технологии возделывания продовольственных и кормовых культур являются экологически несовершенными и ориентированы в основном на получение высокой урожайности с целью выполнения потребительских функций человечества [2, 3]. За последние 100 лет черноземы

многих сельскохозяйственных районов потеряли более 25–30 % запасов органического вещества [4, 6], что также связано с ограничением использования органических, органоминеральных и зеленых удобрений, различных компостов и пожнивных остатков.

Одним из перспективных способов сохранения плодородия черноземных почв в степной зоне Краснодарского края, по нашему мнению, является использование в качестве основного удобрения под посев сельскохозяйственных культур сложных компостов, получающихся при сочетании и компостировании отходов сельскохозяйственных и промышленных производств. Наибольший интерес представляют отходы животноводства (навоз КРС и свиней, птичий помет и др.) и растениеводства, являющиеся источником органического вещества, а минеральные отходы промышленных производств (фосфогипс, галиты и др.), которые служат дополнением к органическим и совместно с ними формируют органоминеральные смеси, значительно улучшают свойства почвы и ее экологические функции [1, 2, 5].

С целью изучения воздействия сложного компоста на физические, химические и биологические свойства чернозема обыкновенного слабогумусного свермошного легкоглинистого кафедре общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета проводит вегетационные, полевые и производственные испытания. В работе представлены результаты вегетационного опыта с озимой пшеницей, схема которого включала 3 варианта: 1) контроль (только минеральные удобрения – NP); 2) NP + полуперепревший навоз КРС; 3) NP + сложный компост. Компост состоял из полуперепревшего навоза КРС, растительных остатков (остатки пшеницы, отходы силоса, кормления животных, очистки зерна) и фосфогипса в соотношении 7:1:1 соответственно.

В вегетационном опыте выявлено благоприятное воздействие сложного компоста на структурное сложение чернозема обыкновенного. Применение только минеральных удобрений неблагоприятно сказывалось на почве, которая отличалась слитым сложением и низким содержанием мелкозернистых агрегатов, тогда как доля ценных агрегатов ( $\Sigma 0,25$ – $10,0$  мм) при использовании органического удобрения на фоне минеральных варьировала в пределах 67–68, и при использовании сложного компоста – 69–71%. Следовательно, коэффициент структурности почвы на контроле был ниже, чем в варианте с использованием компоста и составил 1,63, что указывает на хорошее агрегатное состояние. Применение сложного компоста позволило повысить коэффициент структурности до 2,42.

Плотность почвы была оптимальной для озимой пшеницы во всех вариантах опыта и колебалась от 1,11 до 1,26 г/см<sup>3</sup>. В контрольном варианте среднее значение плотности составило 1,24 г/см<sup>3</sup>, использование органического удобрения способствовало разрыхлению и снижению плотности сложения на 0,05, а сложного компоста – на 0,11 г/см<sup>3</sup>. Также выявлено увеличение пористости верхнего слоя чернозема обыкновенного на 9,2% по сравнению с контролем, что создавало благоприятные условия для развития корней озимой пшеницы и микроорганизмов, населяющих ризосферу.

Содержание максимально гигроскопической влаги (МГ) и влажность завядания растений (ВЗР) верхнего слоя чернозема обыкновенного с внесением органического удобрения и сложного компоста не изменяется. ВЗР на контроле и при использовании органических и органоминеральных удобрений варьировала от 14,8 до 15,0%, что характерно для данного типа почв. При внесении сложного компоста фактическая влажность почвы составила 23,5%, в то время как на контроле – 18,2 %. Также отмечено, что в вариантах с органическим удобрением и со сложным компостом происходит увеличение водовместимости в среднем на 7,6%.

Химический состав почвы определяет обмен веществ между растением и окружающей средой. Концентрация почвенного раствора и соотношение элементов минерального питания растительных организмов является фактором внешней среды. В наших исследованиях применение сложного компоста оказало значительное влияние на агрохимические характеристики чернозема обыкновенного. Так содержание органического вещества на контроле в среднем составило 3,18, с внесением полуперепревшего навоза КРС



– 3,28, а сложного компоста – 3,54%. Также отмечено статистически значимое увеличение доли общего азота (на 0,05–0,06%), аммонийной формы азота (на 3,1 мг/кг почвы) и подвижного фосфора (на 10,2 мг/кг почвы). Применение органоминерального удобрения существенно сказалось на изменении реакции почвенной среды (рН): контроль – 8,2, NP + полуперепревший навоз КРС – 8,3, NP + сложный компост – 7,3.

Улучшение агрофизических и агрохимических свойств пахотного слоя чернозема обыкновенного позволяет создать благоприятные водный, воздушный и питательный режимы для роста растений, увеличения их продуктивности и повышения качества продукции. За весь период наблюдений наибольшие показатели биологической продуктивности растений озимой пшеницы выявлены в варианте с применением сложного компоста. Среднее значение количества продуктивных стеблей на контроле составило 9,8, в варианте с полуперепревшим навозом КРС – 11,0, со сложным компостом – 11,8 шт./сосуд. Биологический урожай зерна на контроле в среднем за 3 года исследований равен 10,24, а со сложным компостом – 15,28 г/сосуд. Содержание клейковины в среднем по опыту составило 18,7%, а протеина – 12,6%. В зерне озимой пшеницы контрольного варианта содержание клейковины и протеина находилось на уровне 17,4 и 11,3% соответственно, тогда как с внесением сложного компоста увеличилось до 20,6 и 14,1%.

Таким образом, применение органоминерального удобрения в виде сложного компоста оказывает заметное положительное влияние на свойства чернозема обыкновенного степной зоны Краснодарского края, что благоприятствует восстановлению экологических его функций и повышению продуктивности агроценозов.

#### Литература

1. *Белюченко И.С.* Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т.8. №2. – С. 75–86.
2. *Белюченко И.С., Смагин А.В., Гукалов В.Н., Мельник О.А., Славгородская Д.А., Калинина О.В.* Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. КубГАУ. 2010. № 26. С. 33-37.
3. *Белюченко И.С.* Экологические проблемы степной зоны Кубани, причины их возникновения и пути решения // Экологический Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т.7. № 3. – С. 47–64.
4. *Добровольский Г.В., Никитин Е.В.* Функция почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. – 258 с.
5. *Мельник О.А., Славгородская Д.А.* Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2010. Т.6. – №4. – С. 30–33.
6. *Шоба С.А., Смагин А.В., Садовникова Н.Б.* Методологические аспекты почвенного конструирования // Сб тр. IV Межд. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». Краснодар: КубГАУ, т.1, с. 7-17.

НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА КОРМОВЫМИ БОБАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

С.П. Арышева

*ВНИИ институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, [arysheva\\_sv@mail.ru](mailto:arysheva_sv@mail.ru)*

ACCUMULATION OF LEAD BY FIELD BEANS DEPENDING ON THE POLLUTION LEVELS  
OF DIFFERENT TYPES OF SOILS

S.P. Arysheva

*Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk*

Во всех промышленно развитых регионах России отмечается загрязнение почв сельхозугодий тяжелыми металлами (ТМ). Площадь загрязнения составляет 13.3 тыс. га, из них 4,6 тыс. га почв загрязнено особо токсичными элементами, в том числе и Pb [3].

Цель исследования – изучить накопление Pb в кормовых бобах, выращенных на загрязненных металлом почвах, в концентрациях, превышающих ОДК.

Кормовые бобы (*Vicia faba* L.) Орлецкие выращивали в вегетационном опыте в 5 л пластиковых сосудах на дерново-подзолистой супесчаной (П<sup>Д</sup>), торфяной болотной низинной (Т<sup>Н</sup>) почвах Калужской обл. и черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом (Ч<sup>В</sup>) Курской обл. Фоновое (валовое) содержание Pb – 8.6, 10.9, 8.3 мг/кг почвы.

В почву вносили растворы солей KCl и KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (по 150 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O на кг абсолютно сухой почвы), Pb – по 250, 500, 1000 мг/кг П<sup>Д</sup> почвы и по 500, 1000, 2000 мг/кг Ч<sup>В</sup> и Т<sup>Н</sup> почв в виде раствора Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) по Pb для исследованных в эксперименте почв составляли: 32 мг/кг для П<sup>Д</sup>, и 65 мг/кг – для Ч<sup>В</sup> и Т<sup>Н</sup> [5]. Изученные концентрации Pb превышали ОДК в 8, 15 и 31 раз. Контроль - вариант с НРК без внесения Pb. Повторность опыта – 6-кратная.

Содержание подвижной формы Pb в почве (в вытяжке ААБ, рН 4,8), в растениях и семенах (после сухого озоления) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии приборе Varian Spectr AA 250 Plus [4]. Коэффициенты накопления Pb (КН Pb<sub>БМ</sub>) – в биомассе и (КН Pb<sub>С</sub>) – семенах рассчитывали как отношение содержания элемента в воздушно-сухой биомассе (или семенах) растений к содержанию его в почве. Аккумуляцию ТМ в растениях оценивали по абсолютному содержанию элемента в единице массы.

Миграция ТМ в системе почва – растение обусловлена влиянием почвенных условий, биологических особенностей растений, свойствами элементов.

Для выращивания кормовых бобов были использованы почвы разного генезиса, различающиеся по своему гранулометрическому составу, содержанию органического вещества и сумме обменных оснований. Это определило неодинаковую способность исследуемых почв связывать и удерживать ионы Pb<sup>2+</sup>, препятствуя переходу их в растения.

Анализ содержания Pb в биомассе кормовых бобов, выращенных на 3-х типах почв, позволяет утверждать, что переход металла из почвы с фоновым (природным) содержанием элемента в зеленую массу растений ниже, чем из почвы, в которую внесен ТМ.

В биомассе кормовых бобов, выращенных на П<sup>Д</sup> почве, наблюдалась линейная зависимость накопления Pb от внесенного в почву количества металла. При увеличении ОДК в 4 раза содержание Pb возросло (с 44 до 155 мг/кг). Та же закономерность по накоплению Pb в биомассе сохранилась и на Ч<sup>В</sup>, однако порядок величин концентрации металла в биомассе был гораздо ниже: при 8 ОДК – 10 мг/кг, при 31 ОДК – 32 мг/кг. В растениях, культивируемых на Т<sup>Н</sup> почве при тех же превышениях ОДК, этот показатель увеличился с 5 до 28 мг Pb/кг биомассы.

Другая картина наблюдалась при накоплении Pb в семенах кормовых бобов при тех же уровнях загрязнения почв. Так, на П<sup>Д</sup> почве накопление металла в семенах увеличилось (8 ОДК – 1,4 мг/кг, 31 ОДК – 2,0 мг/кг). В семенах растений, выращенных на почвах с загрязнением Pb превышающим ОДК, содержание металла возросло на Ч<sup>В</sup> (с 0,3 до 0,7 мг/кг) и на Т<sup>Н</sup> почве (с 0,5 до 0,9 мг/кг) соответственно.

Отмечено достоверное превышение временного максимально допустимого уровня (ВМДУ=5 мг/кг) содержания металла в биомассе естественной влажности, идущей на корм животным (с поправкой на влажность кормов, равную 10% для кормовых бобов) [1],  $9,5 \div 155$  мг/кг при содержании Pb во всех почвах и всех вариантах выше ОДК в 8–31 раз. Исключением был вариант с загрязнением  $T^H$  почвы Pb 8 ОДК, где содержание металла в биомассе было равно 4,9 мг/кг.

Максимальное содержание Pb в семенах растений, выращенных на загрязненных  $Ч^B$ ,  $T^H$  и  $П^D$  почвах, с ростом концентрации Pb не превышало 0.7, 1.0 и 2.0 мг/кг, соответственно.

Общее содержание Pb в почве, при котором наблюдалось достоверное превышение допустимого уровня (ДУ=0.5 мг/кг) металла в семенах кормовых бобов [2], поступающих в пищу человека, составило:  $8 \div 31$  ОДК – для  $П^D$ , 31 ОДК для  $Ч^B$ , 15 и 31 ОДК – для  $T^H$ . Достоверное превышение ВМДУ=5 мг/кг металла в семенах кормовых бобов, идущих на корм животным [1], не обнаружено ни при каких концентрациях внесенного в почвы Pb.

На  $П^D$  почве КН  $Pb_{BM}$  сначала увеличивались до максимального значения  $23 \times 10^{-2}$ , при концентрации Pb 15 ОДК, а затем снижались до величины  $18.5 \times 10^{-2}$ , при Pb 31 ОДК в почве.

Противоположный характер носило изменение КН  $Pb_{BM}$  кормовых бобов, выращенных на  $Ч^B$  и на  $T^H$ . На этих почвах с загрязнением Pb в интервале от 0 до 8 ОДК изученные показатели постепенно снижались относительно контроля (с  $5 \times 10^{-2}$  до  $2 \times 10^{-2}$  и с  $1,5 \times 10^{-2}$  до  $1 \times 10^{-2}$ ); а затем практически не изменялись. Зависимость изменения КН  $Pb_{BM}$  от концентрации металла в  $П^D$  и 2-х других типах почвах, связана с тем, что в биомассу растений, выросших на  $П^D$  почве, перешло значительно больше Pb, чем из  $Ч^B$  и  $T^H$  почв. То есть, поступление металла в растения определяется буферной способностью почвы, а именно ее физико-химическими характеристиками. Среди исследуемых почв  $П^D$  имеет самую низкую буферную способность.

В кормовых бобах, выращенных на разных типах почв, КН  $Pb_C$  уменьшились обратно пропорционально концентрации металла в почве. Причем, если КН  $Pb_C$  при загрязнении как  $П^D$  почвы, так и  $Ч^B$  Pb от 8 до 31 ОДК, снизились в среднем в 10 раз, то при внесении свинца в  $T^H$  почву в тех же концентрациях КН  $Pb_C$  уменьшились в 28–56 раз.

Выводы:

**1.** Исследуемые почвы, загрязненные Pb в концентрациях, превышающих ОДК в 8–31 раз, по степени увеличения накопления металла в биомассе кормовых бобов можно расположить в следующий ряд:  $Ч^B > П^D > T^H$  почва. **2.** По степени увеличения накопления Pb в семенах растений экспериментальные почвы можно расположить в следующем порядке:  $П^D > T^H > Ч^B$ . **3.** КН  $Pb_{BM}$  при культивировании кормовых бобов на загрязненном  $Ч^B$  снижались в большей степени (в 2,8 раз), чем на  $T^H$  почве (в 1.2 раз). **4.** Наибольшее снижение КН  $Pb_C$  в 56 раз наблюдалось на  $T^H$  почве.

#### Литература

1. Временный максимально допустимый уровень (ВМДУ) химических элементов в кормах сельскохозяйственных животных, № 123-41281-87 от 15.07.87 г.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. Москва: ФГУП «Интер СЭН», 2002. 168 с.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного использования. М., 2013. 64 с.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (изд. 2-е, перераб. и дополненное). М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06. Госкомсанэпиднадзор России. Москва, 2006. С. 42-44.

УДК 581.5

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЧВ  
КУРА-АРАКСИНСКОГО НИЗМЕННОСТИ

М.М.Аскерова

*Азербайджанский государственный педагогический университет, г. Баку,  
[matanat\\_askerova@mail.ru](mailto:matanat_askerova@mail.ru)*

CLIMATE FACTORS SOIL SOIL-FORMING PROCESS OF THE KURA-ARAZ LOWLAND

M.M.Askerova

*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku*

Под факторами почвообразования понимаются внешние по отношению к почве компоненты природной среды, под воздействием и при участии которых формируется почвенный покров земной поверхности. Впервые эту тесную причинную взаимосвязь между природными условиями, характером почвообразования и свойствами почвы установил В.В.Докучаев. Он же и выявил основные факторы почвообразования, которыми являются: почвообразующие породы, климат, рельеф, живые организмы, хозяйственная деятельность человека и время. Сильнее всего на почвообразование влияет климат. С климатом связано обеспечение почвы энергией – теплом и в значительной мере водой. От величины годового количества поступающего тепла и влаги, особенностей их суточного и сезонного распределения зависят активность биологических процессов и развитие почвообразовательного процесса.

Климатические элементы - температура, атмосферные осадки, ветер и влажность воздуха в сочетании с другими факторами почвообразования обуславливают определенную закономерность в распространении почвенного покрова.

Температура воздуха, являясь главным элементом климата, играет большую роль в жизни сельскохозяйственных культур. Несмотря на равнинную поверхность Кура-Араксинской низменности, среднемесячная и среднегодовая температура распределяется неравномерно. Это различие заметно в восточной части территории, где юго-восточный Ширван и Сальянская степь примыкают к Каспийскому морю. Например, среднегодовая температура в Сальянах составляет  $14,6^{\circ}$ , тогда как в Джафархане –  $14,0^{\circ}$ , а в Бейлагане –  $13,8^{\circ}$ . Это объясняется смягчающим влиянием Каспийского моря, особенно в холодную половину года. Средняя температура за январь положительная и распределяется неравномерно. По всей территории она колеблется в пределах  $1-3^{\circ}$ . Наибольшая средняя январская температура наблюдается в восточной части низменности и составляет  $3,0^{\circ}$ . По мере продвижения с востока на запад ослабевает влияние Каспийского моря и постепенно уменьшается среднемесячная температура января. Так же наблюдается уменьшение среднемесячной температуры по мере приближения к Большому и Малому Кавказу. Самым холодным месяцам в году на территории низменности является январь ( $1-3^{\circ}$ ), самым жарким – июль и август ( $25,5-27^{\circ}$ ).

Термический режим низменности неоднобразен, поэтому отдельные сельскохозяйственные работы (например, сев хлопчатника) приходится проводить в разное время. В связи с различными условиями погоды в отдельные годы хлопчатник сеют в конце марта и начале апреля. Приблизительно с конца второй декады апреля сев хлопчатника завершается. Своевременное ведение сева оказывает большое влияние на урожайность хлопка. Наибольшая температура в первой декаде апреля составляет  $10,6^{\circ}$  и наблюдается в центральной и западной частях низменности, а наименьшая – в соседних районах хлопковой зоны и колеблется в пределах  $9-9,5^{\circ}$ .

Во второй декаде апреля средняя температура воздуха увеличивается на  $2-2,5^{\circ}$  по сравнению с первой. Наибольшая температура равна  $13^{\circ}$  и тоже наблюдается в центральной и западной частях территории. Наименьшая температура на  $1,5-2^{\circ}$  больше, чем в первой декаде, составляет  $11,0^{\circ}$  и наблюдается в соседних районах хлопковой зоны.

В третьей декаде апреля температура воздуха на 5° выше, чем в первой, и на 2,5° выше, чем во второй. Наибольшая температура равна 15,5° и наблюдается в центральной части Кура-Араксинской низменности. У подножия Большого и Малого Кавказа она постепенно уменьшается. Наименьшая температура в окрестностях хлопковых районов составляет 13°.

Термический режим является главным фактором в различных фазах развития растений в вегетационный период. Большую роль играет распределение температур июля, который является самым жарким и сухим месяцем вегетационного периода Кура-Араксинской низменности. Например, теплолюбивое растение хлопчатник не может завершить фазы своего развития, если температура воздуха не будет выше 18-20°. Наибольшая температура составляет 27° и наблюдается в центральной части низменности, в Ширванской степи – на левобережье р. Куры. Наименьшая температура падает на предгорные части низменности и равна 24°.

В зависимости от циркуляции атмосферы и температурных условий первые заморозки по всей территории наблюдается в разное время. Последние весенние заморозки наблюдаются в среднем с 10 по 30 марта. Самые поздние заморозки наблюдаются с 1-23 апреля.

Одним из важнейших показателей температурных условий является абсолютный минимум температуры воздуха. Самые низкие температуры наблюдаются в Кура-Араксинской низменности в период вторжения холодных воздушных масс арктического происхождения. В большинстве пунктов, расположенных на различных участках низменности, абсолютный минимум температуры достигает отрицательных величин в период октябрь-апрель и колеблется в пределах -1-26°. Абсолютный минимум в январе в различных частях территории колеблется в пределах -15-26° в зависимости от особенностей рельефа. Наибольший абсолютный минимум равен -24-26° и встречается в северной части Мугани и в восточной оконечности Мильской степи (Джафархан – 26°). Абсолютный максимум в отдельные дни июля-августа по всей территории достигает более 40°. Наивысший абсолютный максимум наблюдается в центральной и западной частях Ширванской степи (Кюрдамир – 43°).

Одним из основных показателей температурного режима является суточная амплитуда, которая определяет континентальность климата. Суточная амплитуда Кура-Араксинской низменности за год колеблется в пределах 6-14°. С апреля до августа она постепенно увеличивается, а после сентября постепенно уменьшается.

В климатических и агроклиматических исследованиях для правильной оценки условий жизни растений широко используется сумма активных температур за вегетационный период. Активная температура – температурный режим, который влияет на развитие растений после определенного предела. Сумма активных температур воздуха ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ) Кура-Араксинской низменности распространены следующим образом:

Кюрдамир	4647°	Геокчай	4468
Джафархан	4502°	Агджабеды	4320°

Относительная влажность, являясь одним из основных элементов климата, вместе с температурой сказывается на возможной испаряемости с поверхности суши. Годовой ход относительной влажности обратен годовому ходу температуры воздуха. Наибольшая величина ее за сутки наблюдается утром и вечером, наименьшая – в полдень. Большие величины суточного колебания относительной влажности воздуха встречаются летом, а наименьшие – зимой. Наименьшая величина ее наблюдается в 13 часов, т.е. в период наибольшего нагрева поверхности почвы и воздуха.

Таким образом, климат сильно влияет на тепловой, воздушный и другие режимы почв. От сочетания температурных условий и увлажнения зависят тип растительности и состав фитоценозов, скорость образования и трансформации органического вещества, скорость ферментативных реакций, метаболическая и функциональная активность микробиоты, растений и животных, процессы ветровой и водной эрозии.

ПОЧВЫ И ЛУГА ПОЙМ РЕК БАССЕЙНА ДНЕПРА,  
ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
П.Н. Балабко<sup>1</sup>, Е.В. Просьянников<sup>2</sup>, А.Л. Силаев<sup>2</sup>, Г.В. Чекин<sup>2</sup>, Д.Е. Просьянников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, balabkopetr@mail.ru

<sup>2</sup> Брянский аграрный университет, г. Брянск

SOIL AND MEADOWS OF DNIEPER BASIN FLOODPLAINS, THEIR CURRENT STATUS  
AND MANAGEMENT

P.N. Balabko<sup>1</sup>, Ye.V. Prosyannikov<sup>2</sup>, A.L. Sylaev<sup>2</sup>, G.V. Chekin<sup>2</sup>, D.Ye. Prosyannikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Soil science faculty of MSU

<sup>2</sup> Bryansk Agricultural University

Согласно классификации Г.В. Добровольского, в поймах рек бассейна Днепра формируются две группы почв. В первую группу входят аллювиальные дерновые, луговые и болотные кислые почвы ( $pH_{\text{водн}} < 6,0$ ) Вторая группа представлена аллювиальными дерновыми, луговыми и болотными насыщенными почвами ( $pH_{\text{водн}} > 6,0$ ). Аллювиальные кислые почвы формируются в поймах, примыкающих к заболоченным полесским ландшафтам, аллювиальные насыщенные – к карбонатным опольным.

Аллювиальные дерновые почвы приурочены к прирусловым валам и гривам центральной части поймы. Большинство дерновых почв имеют слоистое сложение. Содержание гумуса в верхнем горизонте низкое – 0,85-2,4, запасы гумуса в 0-20 см слое почвы 49-59 т/га, сумма поглощенных оснований – 7-10 мг-экв/100 г почвы. Биологическая урожайность разнотравно-злаковых лугов 25-52 ц/га сена. Эти почвы легко разрушаются водным потоком рек, выпасами скота, поэтому они не подлежат распашке.

Почвы лугового типа зернистые или слоисто-зернистые, содержание гумуса в верхнем горизонте 4,3-6,8%, запасы гумуса в слое 0-20 см составляют 75-134 т/га, сумма поглощенных оснований 14-18 мг-экв/100 г почвы. Урожайность бобово-злаково-разнотравных лугов высокая – от 40 до 50 ц/га сена.

Аллювиальные болотные почвы представлены двумя подтипами – лугово-болотными и болотными торфяно-перегнойно-глеевыми. Они формируются в притеррасной пойме и низких межгривных понижениях центральной поймы в условиях слабого аллювиального процесса и отложения фракций мелкой пыли и ила. Содержание гумуса в этих почвах колеблется от 5 до 11%, запасы гумуса в верхнем 20-см слое составляют 113-327 т/га, сумма поглощенных оснований – 15-20 мг-экв/100 г почвы. Урожайность вейниково-осоковых и осоковых лугов на лугово-болотных почвах достигает 75-97 ц/га. Болотные почвы притеррасной поймы должны сохраняться в качестве биологического фильтра на пути стока элементов-загрязнителей в речные воды

Детально исследовались естественные травостой лугов долин рек Унечи, Ипути, Беседи в пределах Брянской области

Установлено, что урожайность разнотравно-злаковых лугов сенокосных грив на аллювиальных дерновых кислых слоистых почвах прирусловья составляет 4,6 ц/га сена в пойме реки Унечи, 8 ц/га сена в пойме реки Ипути и 10,2 ц/га сена в пойме реки Беседи. Наиболее продуктивные луга распространены в центральной пойме этих рек. Разнотравно-канареечниковые травостой на луговых кислых почвах в поймах рек Унечи и Ипути дают 45-47 ц/га сена. В притеррасной части пойм этих рек на осоковых и разнотравно-осоковых лугах на лугово-болотных почвах урожайность не превышает 25-30 ц/га сена.

Почвы пойм этих рек оказались в зоне аварии на Чернобыльской АЭС. В течение всех лет после аварии отмечается повышение содержания <sup>137</sup>Cs в кормах на естественных пойменных лугах, что обуславливает увеличение его в продукции животноводства. В первые годы после аварии плотность загрязнения по цезию-137 в некоторых пойменных почвах долин рек Верхнего Днепра превышала 40 Ки/км<sup>2</sup>. Отмечено, что этот элемент максимально накапливался в 0-5-см слое почвы [1].

Огромное народно-хозяйственное и экологическое значение для Брянской области имеет долина реки Десны. В бассейне реки Десны на Брянщине проживает около 730 тысяч человек. Площадь пойменных лугов здесь около 82 тыс. га, а урожайность лисохвостовых и луговоовсянищевых сенокосных лугов составляет 20-30 ц/га сена. Большинство животноводческих ферм расположено в долине реки Десны.

В 2003 г авторами данной работы в правобережной пойме среднего течения реки Десны в районе пос. Кокино Выгоничского района Брянской области заложен экосистемный стационар на двух представительных типах поймы – равнинном и сегментно-гривистом, которые отличаются не только типом рельефа, но и продолжительностью поемности и структурой почвенного покрова. Большинство исследуемых почв – кислые ( $pH_{\text{водн}}$  5,4-5,9), среднегумусированные (содержание гумуса в горизонтах Ад/А1 от 2,6 до 10,3%) Содержание обменных оснований в горизонтах Ад и А1 колеблется от 16 до 36 мг-экв/100 г почвы, причем в их составе значительно преобладает кальций.

Луговая растительность сегментно-гривистой поймы низкопродуктивная: на высоких гривах – 5-7 ц/га сена, в межгривных понижениях – 20-30 ц/га, Косимые луга находятся в равнинном типе поймы, где урожайность разнотравно-злаковых естественных травостоев составляет 40-60 ц/га сена.

Исследован почвенный покров и растительность отрезка поймы долины реки Десны от г. Брянска до г. Новгород-Северский (Украина). Было установлено, что в широкой левобережной пойме формируются преимущественно кислые аллювиальные почвы ( $pH_{\text{водн}}$  5,3-6,0), в правобережной пойме Десны преобладают насыщенные ( $pH_{\text{водн}}$  7,3-7,9) и карбонатные почвы ( $pH_{\text{водн}}$  8,2-8,5) с содержанием карбонатов от 2,5 до 20%.

Аллювий и делювий правобережной поймы Десны в своем составе содержат значительное количество карбонатного материала, который поступает преимущественно с правого коренного берега, сложенного карбонатными породами (“меловые горы”).

В целом, аллювиальные почвы поймы бассейна Днепра характеризуются высоким плодородием, а большинство луговых трав – высокой биопродуктивностью. Вместе с тем прогрессирует заболачивание поймы, зарастание кустарником, выпадение бобовых растений (чина, мышиный горошек). В растительном покрове пойм увеличивается количество осок и вейника. Растут площади поверхности почв поймы, занятые мхами. Накапливается количество сухой травы, что приводит к ее возгоранию. В результате нерегулируемого выпаса скота увеличивается количество закоряченных лугов. На таких лугах наиболее целесообразно проводить поверхностное улучшение.

Для естественных пойменных лугов, загрязненных выбросами Чернобыльской АЭС, где по разным причинам невозможно проведение мероприятий, снижающих накопление  $^{137}\text{Cs}$  в травах, необходимо пересмотреть стратегию их использования, отдавая предпочтение адаптивному подходу [2, 3]. При плотности радиоактивного загрязнения более 5 Ки/км<sup>2</sup>, целесообразно руководствоваться следующими технологическими принципами:

1) использовать под сенокосы центральную пойму, где высокоурожайные и питательные естественные травы поглощают меньше радиоактивных веществ; 2) на центральной пойме, где в почве накапливается больше радионуклида, чем в других её частях, не пасти скот по отаве, так как при этом  $^{137}\text{Cs}$  попадает в организм животных с мелкозёмом и дерниной; 3) в приустье и притеррасье, травостой которых характеризуются значительной способностью к накоплению  $^{137}\text{Cs}$ , выпас скота и заготовку сена необходимо прекратить.

## Литература

1. Просянных Е.В., Силаев А.Л., Кошелёв И.А. Экологические особенности поведения  $^{137}\text{Cs}$  в поймах рек. Экология. 2000. № 2. С. 151-154.
2. Просянных Е.В., Силаев А.Л. Адаптивный подход к использованию пойменных угодий, загрязнённых цезием. Кормопроизводство. 1999. № 2. С. 11-14.
3. Просянных Е.В., Кошелёв И.А., Силаев А.Л. Радиоэкологические аспекты адаптивного

УДК 631.48

ПОЧВЫ ЛУГОВ СРЕДНЕГО УРОВНЯ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ: РЕЗУЛЬТАТЫ  
МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ  
ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

А.Н. Бармин, М.В.Валов, М.М. Иолин

*Астраханский государственный университет, г. Астрахань, m.v.valov@mail.ru*

SOIL MEADOWS AVERAGE VOLGA DELTA: THE RESULT OF YEARS OBSERVING  
CHANGES IN THE CONTENT OF WATER SOLUBLE SALTS

A.N. Barmin, M.V.Valov, M.M. Iolin

*Astrakhan State University*

Почвы дельты реки Волги характеризуются природной обусловленностью к соленакоплению. Это связано с несколькими причинами: залеганием на засоленных морских отложениях Каспийского моря, близким расположением грунтовых вод, особенностями климата территории, в частности высокой степенью испаряемости, в несколько раз превышающую количество атмосферных осадков [7].

Последствиями накопления водорастворимых солей в верхних почвенных горизонтах являются потеря почвами их естественного плодородия, понижение урожая, снижение качества сельскохозяйственной продукции, общее ухудшение качества земельного фонда. В связи с этим возникает необходимость проведения мониторинга за режимом засоления почв и химическим составом солей [3].

В 1979 г. в дельте р. Волги в районе п. Володарский лабораторией луговедения Астраханского государственного педагогического университета был заложен стационарный профиль, из верхнего слоя (0-15 см) которого проводился отбор почвенных образцов.

С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенного вблизи водомерного поста в с. Большой Могой. Методики проведения исследований и предыдущие результаты опубликованы в работах [6, 2, 7, 1, 3, 4].

Важнейшим фактором, влияющим на количество солей в почвах дельты, является гидрологический режим и, прежде всего, характер весенне-летних половодий. Длительность и обеспеченность затопления лугов в дельте р. Волги тесно связана с их высотой над меженью: чем ниже над урезом воды находится участок, тем больше вероятность его затопления и тем на более длительный срок он затапливается во время весенне-летних половодий и в зимне-весенний период, когда осуществляются повышенные сбросы воды через плотину Волгоградской ГЭС [2]. Искусственное регулирование гидрологического режима реки Волги, в частности сокращение объёмов водного стока за II квартал, привело к коренному преобразованию экологической обстановки в регионе [5].

И.А. Цаценкин схематически разделил луга поймы на три уровня в экологическом смысле: высокого, среднего и низкого уровня [8]. В данной статье представлен анализ динамики водорастворимых солей на лугах среднего уровня (интервал высот 1,3 – 2,4 м).

Луга данного уровня, в зависимости от различий в увлажнении и составе растительных сообществ, дополнительно подразделяются авторами на два подуровня: 1,3-1,8 м и 1,9-2,4 м. Луга среднего уровня, расположенные в интервале высот 1,3-1,8 м относятся к мезофитным. В период весенне-летних половодий они затапливаются на срок от 35 до 60 дней. Луга среднего уровня, расположенные в интервале высот 1,9-2,4 м относятся к более ксерофильным. Длительность затопления в период половодий колеблется от 30 до 45 дней [6].



На лугах среднего уровня (1,3 – 1,8 м) общее количество солей от начала наблюдений до 1991 г. упало на 42%. Начиная с 1995 г. количество солей вновь стало возрастать, приблизившись по своим значениям к 1980 г. Несмотря на увеличение общего содержания солей в 2002 г. отношение  $Cl/SO_4$  было меньше чем в 1979 г. в 2 раза. Тоже происходило и с суммарным эффектом токсичных ионов. Несмотря на то, что общее содержание солей выросло, этот показатель в 2002 г. был в 2 раза ниже. В 2011 году общая сумма солей была наименьшей за все годы наблюдений и, по сравнению с 1979 г., снизилась на 44%. Отношение  $Cl/SO_4$  от 1979 к 2011 г. уменьшилось в 3 раза, токсичность снизилась втрое и была наименьшей за весь период наблюдений [4].

Содержание солей в интервале высот 1,9 – 2,4 м. флуктуировало, повышаясь или уменьшаясь в незначительных пределах. Однако, в 2011 г. произошло снижение содержания большинства рассматриваемых элементов. Сумма солей и токсичность в 2011 г. были наименьшими за период анализа. Общее содержание солей в 2011 г. снизилось по отношению к 1979 г. на 33%, токсичность почвенного раствора в 2011 г. по отношению к 1979 г. снизилась на 39% [1].

Сопоставление ионного состава водных вытяжек из почвенных образцов за наблюдаемый период показало, что от начала наблюдений в 1979 г. на лугах среднего уровня в дельте реки Волги происходило направленное уменьшение общего содержания водорастворимых солей. С середины 90-х годов, в связи с уменьшением объёмов весенне-летних половодий, общее количество солей несколько возросло и флуктуировало в нешироких пределах. Однако общая тенденция рассоления не нарушилась. В 2011 г. отношение  $Cl/SO_4$  и токсичность почвенного покрова резко сократились и были наименьшими за весь период анализа [3].

#### Литература

1. *Бармин, А.Н.* Экологические характеристики почвенно-растительного покрова дельты р. Волги / Бармин А.Н., Иолин М.М., Колчин Е.А., Шуваев Н.С., Неталиев М.Ж., Бармина Е.А., Мамедов М.Ю. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2012620598 Правообладатель: ГОУВПО «Астраханский государственный университет» (RU) 20 июня 2012 г.
2. *Бармин, А.Н.* Динамика засоления почв в дельте реки Волги в связи увеличившимся водным стоком // Ученые записки IV - 2: Естественные науки. Материалы по современным проблемам физической географии и экологии Астраханской области. Астрахань: Изд-во АГПУ, 1998. - С. 39 - 48.
3. *Валов, М.В.* Результаты многолетнего почвенного мониторинга, проводимого на стационарном профиле в дельте реки Волги / Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. // Science in the modern information society V: Proceedings of the Conference. North Charleston, 26-27.01.2015, Vol. 1 — North Charleston, SC, USA:Create Space. 2014. p. 65-68.
4. *Валов, М.В.* Изменение солевого состава почв в дельте реки Волги на лугах высокого уровня / Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием «Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы». Самара: ПГСГА, 2014. С. 61-67.
5. *Валов, М.В.* Современные тенденции изменения гидрологических условий в дельте реки Волги / Валов М.В., Бармин А.Н. // Материалы научных докладов участников Международной научно-практической конференции «Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях» (Россия, Уфа, 11-12 ноября 2014 г.) – Уфа: Аэтерна. 2014. С. 96-99
6. *Голуб В.Б.* Дополнительные итоги многолетних наблюдений на стационарном профиле в дельте р. Волги / В.Б. Голуб, А.Н. Бармин // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 2. Тольятти: ИЭВБ РАН. 1998. С. 56-59.

7. *Иолин М.М.* Современные тенденции динамики водорастворимых солей в почвах дельты р. Волги / Иолин М.М., Бармин А.Н. // Южнороссийский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2003. С. 83-87.
8. *Цаценкин И.А.* Растительность и естественные кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 118-192.

УДК 631.4

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ КУБАНИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ОГРАНИЧЕНИЯ  
В СОВРЕМЕННОМ АГРОПРОИЗВОДСТВЕ

И. С. Белюченко

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар,  
[bioeco@inbox.ru](mailto:bioeco@inbox.ru)*

CONTAMINATION OF CHERNOZEMS OF KUBAN AND POSSIBILITY  
OF ITS LIMITATIONS IN MODERN AGRICULTURAL PRODUCTION

I. S. Belyuchenko

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, [bioeco@inbox.ru](mailto:bioeco@inbox.ru)*

Переход на рыночную конкурентную экономику сельского хозяйства в современной России ознаменовался многократным усилением нагрузки на ее черноземные почвы – основу агропроизводства и продовольственной безопасности страны. При этом наиболее значимыми факторами агродеградации черноземов являются потеря органического вещества и связанных с ним физических, химических и биологических составляющих плодородия (водоудерживающей и поглощательной способности, структурного состояния, биоразнообразия микрофлоры и мезофауны), а также – усиление загрязнения верхних слоев тяжелыми металлами и иными видами поллютантов [2,3,5,6]. Эти факторы оказывают лимитирующее воздействие не только на плодородие вовлеченных в агропроизводственный процесс черноземов, но и на весь спектр их экологических функций в степных ландшафтах, согласно учению акад. Г.В. Добровольского [3,4]. В этой связи обратимся к проблеме загрязнения черноземов Кубани на примере тяжелых металлов (ТМ) с количественной оценкой их баланса в почве.

Главным источником поступления тяжелых металлов в почвы агроландшафта являются минеральные удобрения, с которыми их поступает около 90 % от суммарных источников, включая Zn, Cd, Cu, Pb, Mn, Ni, Co. Важной статьей баланса тяжелых металлов служит их вынос с отчуждаемым урожаем. При выращивании сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном в ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Кубани с внесением минеральных удобрений (2001-2006 гг.) в верхний слой почвы поступление отдельных элементов в почву заметно превышает вынос. В результате ежегодное накопление ТМ в черноземе обыкновенном составляет от десятых до сотых долей от их фонового содержания [1]. Только доля цинка и марганца снижается, что, очевидно, связано с тем, что указанные элементы выступают важными источниками питания, особенно технических культур. Концентрация тяжелых металлов в верхнем слое почвы определяется гранулометрическим составом, содержанием в нем гумуса, емкостью поглощения отдельных элементов и другими свойствами.

Значительное поступление ряда ТМ отмечено при внесении фосфорных удобрений, в которых их содержание было достаточно высоким (преимущественно цинка, марганца, никеля и меди). Обработка почвы, особенно пахота, культивации, а также посев и уборка культур оказывают существенное влияние на повышение в почвенном субстрате содержания цинка (свыше 0,15 кг/га), марганца (до 0,07 кг/га), свинца (до 0,08 кг/га). При внесении азотных удобрений повышается содержание цинка (0,45 кг/га), меди (свыше 0,1 кг/га), марганца (0,3 кг/га), никеля (0,12 кг/га) и свинца (0,15 кг/га). Калийные удобрения в среднем

на 1 га увеличивают количество тяжелых металлов до 10 кг/га и больше, и их привнос отражается в основном на содержании цинка (свыше 0,2 кг/га) и марганца (0,74 кг/га).

Дополнительным источником поступлением ТМ в почву является атмосферная пыль, поток которой с 2001 по 2006 год составил в среднем 143 кг/га в год. В оседающей пыли отмечается особенно высокая концентрация цинка (свыше 2 кг/га) и марганца (свыше 3 кг/га), а концентрации меди (свыше 0,5), никеля (0,6), кадмия (0,15), свинца (0,08) и кобальта (0,02 кг/га) были существенно ниже. Привнос ТМ с посевным материалом был незначительным. Можно отметить только цинк, марганец и медь, содержание которых превышает 0,1 кг/га.

В почву поступает определенное количество ТМ с остатками соломы: марганца до 1 кг/га и цинка до 0,1 кг/га. Поступление остальных ТМ было весьма незначительным. С корнями растений в среднем поступило в почву до 0,6 кг/га марганца, до 0,1 кг/га цинка и никеля. Остальные металлы поступили в почву на уровне сотых и тысячных долей кг/га. Поступление в почву ТМ с удобрениями и атмосферными осадками по разным элементам различалось в довольно больших пределах.

Важное значение представляет вынос элементов из почвы, что в значительной степени зависит от урожая отдельных культур. Основная часть выноса ТМ с урожаем приходится на пшеницу, посеvy которой на зерно составили в хозяйстве 40% при урожае 50 ц/га, подсолнечник, площади под которым составили 25% при урожае 22 ц/га, кукурузу на зерно, соответственно 10% и 70 ц/га, корнеплоды свеклы, 15% и 350 ц/га. Площади, занимаемые люцерной на зеленую массу, в среднем составили 15%, а её урожай – 180 ц/га. Значительная часть выноса тяжелых металлов приходится на ветровую и водную эрозии [2].

В 2007 г. нами начаты исследования по разработке и применению рециклинговых почвосберегающих технологий применительно к условиям юга черноземной зоны с использованием сложных компостов. Эти технологии предназначены для рекультивации почв и воспроизводства черноземного процесса и представляют собой новое направление в практической экологии и земледелии, определяющее создание и использование комплексных смесей различных отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства для обогащения почв органическими и минеральными дисперсными и коллоидными системами с целью совершенствования их физико-химических и биолого-экологических функций [3, 4]. Получение сложного компоста обеспечивается обогащением субстрата органическим веществом и комплексным набором минеральных элементов и их смешанным коллоидным составом. Ряд элементов (Ca, S, P) и микроэлементов (особенно Co, Mn, Ni, Zn и другие) и значительное содержание азота благоприятствуют улучшению водного и воздушного режимов почвы, переходу в труднодоступное состояние большинства ТМ [1]. Особое внимание при разработке технологий уделяется экологическому нормированию общего поступления загрязняющих веществ при создании и применении в почвах сложных компостов, согласно рекомендациям [7].

Результаты внедрения севооборота на основе одного из вариантов технологий показали, что по сравнению с 2007 годом накопление к 2012 г. кобальта, свинца и меди существенно снизилось на фоне устойчивого восстановления гумуса и связанных с ним показателей плодородия исследуемых черноземов (водоудерживающей и поглотительной способности, структурного состояния, запаса биофильных минеральных элементов и азота, реакции среды, биологической активности). Это означает, что при восстановлении агродеградированного верхнего слоя черноземов возможна организация научно обоснованной системы по борьбе с их загрязнением ТМ.

#### Литература

1. *Белюченко И.С.* Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.

2. *Белюченко И.С.* Экология Краснодарского края – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.
3. *Белюченко И.С., Смагин А.В., Гукалов В.Н., Мельник О.А., Славгородская Д.А., Калинина О.В.* Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. КубГАУ. 2010. № 26. С. 33-37.
4. *Добровольский Г.В., Никитин Е.В.* Функция почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. – 258 с.
5. *Смагин А.В.* Теория и практика конструирования почв М.:Изд-во Моск. Ун-та, 2012, 544 с.
6. *Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Назарова Т.В., Кирюшова А.Б., Машика А.В., Еремина А.М.* Влияние органического вещества на водоудерживающую способность почв // Почвоведение, 2004 № 3, с. 312-321.
7. *Шоба С.А., Смагин А.В., Садовникова Н.Б.* Методологические аспекты почвенного конструирования // Сб тр. IV Межд. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». Краснодар: КубГАУ, т.1, с. 7-17.

УДК 631.4

ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОМОРФНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ  
ВОЛЖСКО-ОКСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Быкова Е.П. \*, Трифонова Т.А. \*, Орешникова Н.В. \*, Матекина Н.П. \*\*\* \**Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения.* \*

\**Институт экологического почвоведения МГУ,*

LANDSCAPE FEATURES AUTOMORPHIC PEDOGENESIS VOLGA-OKA RIVERS

*Trifonova T.A., Bykova E.P., Oreshnikova N.V., Matekina N.P,*

*Soil Science Faculty of MSU\*, Institute of Ecological Soil Science MSU\*\**

Территория Владимирской области согласно почвенно-географическому районированию СССР относится к Среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв Южнотаежной подзоны дерново-подзолистых почв [1]. Разнообразие форм рельефа, пространственная неоднородность почвообразующих пород (в результате постледникового развития задровой долины) и различная история сельскохозяйственного использования обусловили приобретение дерново-подзолистыми почвами различных ландшафтных районов Владимирской области специфических морфологических и химических свойств. В настоящем исследовании показано большое разнообразие морфологических и физико-химических свойств дерново-подзолистых почв в зависимости от условий их формирования. Выявлено влияние особенностей ландшафта на почвообразование данного региона, оценено влияние различных видов использования на формирование специфических свойств почв, подтверждена их генетическая принадлежность к типу дерново-подзолистых почв. **Объектом исследования** явились дерново-подзолистые почвы водоразделов 4-х ландшафтных районов Владимирской области: Кольчугинского и Левобережной Мещеры (бассейн реки Киржач), Судогодской Мещеры (бассейн реки Судогда), Гороховецкого плато (бассейн реки Клязьмы) [2]. Дерново-подзолистые почвы Левобережной Мещеры, Кольчугинского ландшафтного района и Судогодской Мещеры были изучены под лесной растительностью, что предполагает минимальную степень антропогенного воздействия. Дерново-подзолистые почвы Гороховецкого плато более интенсивно используются в сельском хозяйстве, чем другие ландшафтные районы [2], поэтому были исследованы залежные и пахотные почвы для изучения влияния фактора антропогенной нагрузки.

Для автоморфных южнотаежных почв Волжско-Окского междуречья отмечается большое разнообразие как морфологических, так и физико-химических свойств [3,4]. Зачастую профили дерново-подзолистых почв данного региона не имеют классических морфологических признаков, присущих данному типу почв, что предположительно связано с их формированием на границе южно-таежной зоны и зоны серых лесных почв.

**Физико-географическая характеристика и особенности ландшафтных районов  
Владимирской области**

	Кольчугинское плато	Гороховецкое плато	Левобережная Приклязьменская Мещера	Судогодская мещера
<i>Географическое Положение</i>	Владимирская область расположена на востоке Русской равнины, в средней полосе России, в Волжско-Окском междуречье. Географическое положение Владимирской области характеризуется координатами от 55°09' до 56°47' северной широты и от 38°17' до 42°58' восточной долготы.			
<i>Климат</i>	Умеренно-континентальный с отчетливо выраженными четырьмя сезонами года, с теплым летом и умеренно холодной зимой			
<i>Осадки</i>	600-650 мм/год	Менее 500 мм/год	600-650 мм/год	550-650 мм/год
<i>Геоморфология</i>	Северо-восточное окончание Смоленско-Московской возвышенности в окрестностях Клинско-Дмитровской гряды	Северо-восточный отрог Окско-Цнинского вала	Левый берег долины реки Клязьмы	Северо-западная часть Окско-Цнинского вала
<i>Рельеф</i>	Доледниковая эрозионная равнина с сохранившимся на возвышенных местах моренным рельефом	Плоская глубоко интенсивно эрозионно-расчлененная равнина	Слабовсхолмленная равнина, во многих местах заболоченная.	Плоская водно-ледниковая равнина
<i>Высоты</i>	Вершины водоразделов 170-230 м.	Вершины водоразделов 140-170 м.	Вершины водоразделов 130-150 м.	Высотой междуречий 120 - 160 м
<i>Почвообразующие породы</i>	Морены, из суглинков и глин со значительным количеством щебня, валунов и песка, часто перекрытых бескарбонатными покровными суглинками	Покровные (частично лессовидные) суглинки в комплексе с супесями и песками	Флювиогляциальные отложения, неглубоко подстилаемые мореной	Флювиогляциальные отложения неглубоко подстилаемые мореной, местами выходящей на поверхность
<i>Почвы</i>	В системе почвенно-географического районирования территория Владимирской области относится к среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв южно-таежной подзоны.			
<i>Поверхностные воды</i>	Речная сеть на территории изученных ландшафтных районов развита хорошо.			
	Река Клязьма, реки и Киржач и Шерна	Река Клязьма с притоками	Реки Клязьма и Киржач	Основные реки Судогда и Колпь
<i>Гидрология и грунтовые воды</i>	На территории Владимирской области в естественных условиях наблюдается режим подземных вод четвертичных, мезозойских и за пределами депрессионных воронок (в основном на территории Окско- Цнинского вала) основных эксплуатируемых комплексов каменноугольных отложений, гидродинамический режим которых формируется под влиянием природных климатических факторов			
<i>Растительность</i>	зона смешанных хвойно-широколиственных лесов			
	преобладают елово-широколиственные леса	преобладают	преобладают сосновые леса	преобладают сосновые и мелколиственные леса

На специфику формирования дерново-подзолистых почв ландшафтных районов Волжско-Окского междуречья прежде всего влияют почвообразующие породы, сформировавшиеся в результате различного характера постледниковой трансформации, а также различная степень антропогенной нагрузки на почвенный покров. Влияние

почвообразующих пород на морфологические свойства дерново-подзолистых почв проявляется в разнообразии окраски почвенного профиля, а различный характер и интенсивность сельскохозяйственного использования - в ослаблении выраженности или полном исчезновении подзолистого горизонта, и нарушении естественного гидрологического режима почв.

#### Литература

1. Национальный атлас почв Российской Федерации. - М.:Астрель: АСТ, 2011.-632с. Под общей ред. С.А. Шобы
2. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Мищенко Н.В., и др. Экологический атлас Владимирской области, Изд-во Владим. гос. ун-та Владимир, 2007, 92 с.
3. Подзолистые почвы центральной и восточной частей европейской территории СССР. Л., Наука, 1980, 301 с.
4. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Быкова Е.П., Орешникова Н.В., Матеева Н.П. Дерново-подзолистые почвы водоразделов бассейна реки Киржач, формирующиеся в различных ландшафтных районах. ж. Проблемы агрохимии и экологии, 2013, №1, с. 48-52.

УДК 631.48:631.437.8

#### ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО СИГНАЛА В ПОЧВАХ РАЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОХИМИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННОГО ЛАНДШАФТА

И.М. Вагапов

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино, [vagapovim@mail.ru](mailto:vagapovim@mail.ru)*

#### PECULIARITIES OF MAGNETIC SIGNAL DISTRIBUTION IN SOILS OF DIFFERENT ELEMENTS OF GEOCHEMICALLY CONJUGATED LANDSCAPE

I.M. Vagapov

*Institute of physicochemical and biological problems in soil science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino*

В середине 1980-х годов было показано, что между магнитной восприимчивостью (МВ) лессово-почвенных отложений и изотопно-кислородными данными существует тесная положительная корреляция [7]. Это способствовало более активному использованию показателя МВ при изучении палеоэкологических процессов почвообразования [4, 8], специфическое свойство которого – новообразование аутигенных кристаллов магнетита [1, 3]. Однако не во всех случаях периодам потепления климата отвечают высокие значения МВ, что связывается с интегральностью данного показателя [2, 6, 9]. В связи с этим целью настоящей работы было выявить закономерности распределения магнитного сигнала в связи с материнскими породами, рельефом и уровнем атмосферного увлажнения в пределах Ергенинской возвышенности. Объектами исследования послужили светло-каштановые почвы в пределах склона южной экспозиции с крутизной около 2° и протяженностью 680 м.

Как в современной светло-каштановой солонцеватой почве, так и в подкурганной палеопочве наибольшими значениями МВ обладают горизонты В1. Прирост магнитной восприимчивости относительно породы показал четкую приуроченность этого показателя к элементам склона. Сравнительный анализ показателя МВ с распределением валового железа указывает на присутствие в верхних горизонтах фоновой почвы на водоразделе и в средней части склона ферримагнетиков и их отсутствие в нижней части склона. Несмотря на высокое содержание в нижней части склона валового железа, фракции физической глины, а также элементов, которые входят в глинистые минералы и с которыми традиционно коррелирует показатель МВ, его ощутимого прироста в результате почвообразования не наблюдается. Таким образом, увеличение доли ферримагнитных минералов на водоразделе связано с

интенсивным оксидогенезом, тогда как их отсутствие в пойменном ландшафте – с аккумуляциями гипса и карбонатов, что подтверждается увеличением здесь натрия, кальция, магния и серы и, по-видимому, объясняется несоответствием физико-химических параметров карбонатной буферной системы условиям формирования ферримагнетиков.

С целью выяснения источников магнитного сигнала из образцов почв, сформированных на разных элементах склона южной экспозиции, методом отмучивания была выделена илистая фракция. Результаты показывают, что илистая фракция обладает восприимчивостью в 2–5 раз большей, чем валовые образцы, из которых она выделена. В материнских породах и переходных к ним горизонтах это соотношение составляет 1,5. Таким образом, основным источником магнитного сигнала является илистая фракция.

Для получения представлений о природе магнитного сигнала была выделена магнитная фракция и с помощью сканирующего электронного микроскопа исследована ее субмикроморфология. В образцах из горизонта А1 светло-каштановой солонцеватой почвы часто встречаются сферические магнитные частицы размерами 3–8 мкм с гладкой и шероховатой поверхностями, последние, по-видимому, покрыты глинистыми чехлами. Подобные частицы для техногенно-загрязненных почв были детально охарактеризованы в работе А.М. Загурского с соавт. [5]. На единичных анизометрических частицах встречаются образования, напоминающие бактериоморфные колонии, с размерами отдельностей менее 1 мкм. Магнитная фракция, выделенная из почвообразующей породы характеризуется однообразием выделенных форм и состоит из анизометрических частиц размерами 5–50 мкм. Встречаются октаэдрические частицы магнетита с четко выраженными гладкими гранями. Высокая положительная корреляция между МВ и фракциями средней и мелкой пыли ( $r=0,60-0,83$ ) свидетельствует о прочной ассоциации магнитных частиц с глинистыми минералами и кварцем, что подтверждают результаты электронно-микроскопического исследования магнитной фазы.

Таким образом, основным носителем магнитного сигнала является илистая фракция. Несмотря на тесную корреляцию показателя МВ с содержанием валового железа и физической глины, решающее влияние на увеличение магнитного сигнала будет оказывать качественный состав илистой фракции. Отрицательная корреляция показателя МВ с содержанием натрия, кальция, магния и серы указывает на несоответствие условий накопления гипса и карбонатов условиям синтеза ферримагнетиков. Различия между почвами разных элементов склона определяются интенсивностью и направленностью процессов выщелачивания, карбонатизации, соле- и гумусонакопления, изменяющих магнетизм соединений железа. Сравнительный анализ магнитных профилей с величинами прироста МВ относительно породы показывает, что в пределах изучаемой катены наблюдаются выходы легких по гранулометрическому составу пород. Низкий прирост МВ в пойменном ландшафте указывает на продолжительный застой влаги, падение окислительно-восстановительного потенциала и, как следствие, несоответствие физико-химических параметров карбонатной буферной системы условиям формирования магнитных железистых минералов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-04-31725 мол\_а).

#### Литература

1. *Алексеев А.О. Алексеева Т.В.* Оксидогенез железа в почвах степной зоны. – М.: ГЕОС, 2012. – 204 с.
2. *Большаков В.А.* Магнитный и палеомагнитный методы // Методы палеогеографических реконструкций / Под ред. П.А. Каплина, Т.А. Яниной. – М.: Географический факультет МГУ, 2010. – С. 289-331.
3. *Вадюнина А.Ф., Бабанин В.Ф., Ковтун В.Я.* Магнитная восприимчивость фракций механических элементов некоторых почв // Почвоведение. – 1974. – №1. – С. 116-122.

4. *Вирина Е.И., Фаустов С.С., Хеллер Ф.* Магнитная «климатическая» запись в лессово-почвенной формации Русской равнины // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – С. 259-279.
5. *Загурский А.М., Иванов А.В., Шоба С.А.* Субмикроморфология магнитных фракций // Почвоведение. – 2009. – №9. – С. 1124-1132.
6. *Evans M.E., Heller F.* Magnetism of loess/palaeosol sequences: recent developments // *Earth-Science Reviews.* – 2001. – V.54. – P. 129-144.
7. *Heller F., Liu T.S.* Palaeoclimatic and sedimentary history from magnetic susceptibility of loess in China // *Geophysical Research Letters.* – 1986. – V.13. – P. 1169-1172.
8. *Maher B.A.* Environmental magnetism and climate change // *Contemporary Physics.* – 2007. – V.48. – P. 247-274.
9. *Mullins C.E.* Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science: A review // *Journal of Soil Science.* – 1977. – V.28. – P. 223-246.

УДК 551.509.22 (470.67)

ДИНАМИКА СОЛЕОБРАЗУЮЩИХ ИОНОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ В СЕВЕРО - ЗАПАДНОМ ПРИКАСПИИ

Г.Н. Гасанов, Т.А. Асварова, К.М. Гаджиев, З.Н. Ахмедова, А.С. Абдулаева, Р.Р. Баширов  
*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, ул. М. Гаджиева, 45, Махачкала 367025, Россия. E-mail: nikuevich@mail.ru*

DYNAMICS OF SALT-FORMING IONS AND THE PRODUCTIVITY OF THE MEADOW-CHESTNUT SOILS OF NORTH - WESTERN CASPIAN

G. N. Hasanov, T. A. Asvarova, K. M. Hajiyev, Z. N. Akhmedova, A.S.Abdulayeva. R.R. Bashirov  
*Precaspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Gadjeva str., 45, Makhachkala 367025 Russia, E-mail: nikuevich@mail.ru*

Территория Северо – Западного Прикаспия исследователи относят к деградирующим регионам в силу развития процессов опустынивания в немалой степени вызванной также усилением вторичного засоления почв . Поэтому продуктивность пастбищных угодий остается очень низкой [1,2,3,4,5,7].

Согласно результатам наших наблюдений, наиболее значимым фактором для достижения высокой продуктивности эфемеров синузии в рассматриваемых условиях является количество осадков, выпадающих за апрель и май. За указанные месяцы в 2011г. выпало 85мм осадков, в 2012г.- 25,3мм, в 2013г.-40,0мм. Температура воздуха за эти месяцы также благоприятствовала формированию высокого урожая фитомассы. Соответственно по этим же месяцам она составила: в 2011г. 9.2 и 18.4<sup>0</sup>С, в 2012г.-15.1 и 20.9<sup>0</sup>С, в 2013г.-12,2 и 20,0<sup>0</sup>С. Между суммой осадков за апрель-май и урожайностью надземной фитомассы эфемеров и эфемероидов существует прямая коррелятивная связь, которая в 2011г. на рассматриваемой почве имела сильную ( $r=0.78$ ), а в два последующих года - среднюю ( $r=0,35$ ) в 2012г.и высокую степень выраженности ( $r=0,95$ ) в 2013 г. Интеграл увлажненности за те же месяцы в 2011г. составил 29,8. В 2012 и 2013 гг. кривая увлажненности опускалась ниже кривой среднесуточных температур воздуха, поэтому формировался интеграл засухливости который составил, соответственно по годам 37.3 и 98,9. Главным образом по этой причине урожайность живой надземной фитомассы эфемеров и эфемероидов за 2012 и 2013гг. снизилась соответственно в 5 и 2,5 раза.

Видовой состав эфемеров весьма ограничен, включает мортуку восточную (*Eremopyrum orientale (L.)Jaub. Et Spach.*) и костер растопыренный (*Bromus squarrosus L.*). Осадки в первых двух декадах июня в 2011г. не обеспечили заметного прироста фитомассы на лугово-каштановой почве. К этому времени урожай эфемеров уже был сформирован и



существенную прибавку к нему осадки этого периода не могли дать. А высокие среднесуточные температуры воздуха в течение этого и двух последующих месяцев (соответственно 24.3; 27.9 и 24.9 °С) способствовали интенсивной потере из почвы влаги выпавших осадков, поскольку испаряемость по тем же месяцам составила 291; 337 и 293мм, КУ-соответственно 0,08; 0,04 и 0,18. Поэтому суммарная урожайность разнотравья и солянок в последующие месяцы вегетации оказалась выше, чем эфемеров и эфемероидов в два раза благодаря преобладанию в видовом составе полыней таврической (*Artemisia taurica Willd.*) и Лерха (*Artemisia lercheana Web. ex Stechm.*), которые более толерантны к высоким температурам воздуха, эффективно используют осадки второй половины лета и формируют высокую урожайность фитомассы. Весенние месяцы 2012г. отличались значительной засушливостью: интеграл засушливости за апрель-май составил 37,3, испаряемость увеличилась на 67мм, КУ уменьшился в 5 раз по сравнению с 2011г. Такие условия способствовали подъему водорастворимых солей к верхнему горизонту почвы. Содержание СГ в слое 0-23см по сравнению с тем же периодом 2011г. увеличилось в 2,2 раза, SO<sub>4</sub> - в 1,4 раза, соотношение СГ : SO<sub>4</sub><sup>-</sup> с 0,36 увеличилось до 2,34. Это значит, что по анионному составу химизм засоления с хлоридно – сульфатного сместился в сторону сульфатно- хлоридного. Если в 2011г. степень засоленности почвы в этом же слое характеризовалась как слабая то в 2012г. - как средняя [6]. В засушливые месяцы (июль-август) 2012г. в слое 0-23см, где сосредоточена основная масса корней, содержание СГ уменьшилось в 1,6 раза по сравнению с 2011г., из – за обильных осадков в эти месяцы в 2012г. SO<sub>4</sub><sup>-</sup> изменилось незначительно, соотношение СГ : SO<sub>4</sub><sup>-</sup> с 2,5 уменьшилось до 1,9. Хотя тип засоления в обоих случаях характеризовался как сульфатно-хлоридный, степень засоленности почвы во второй половине лета в 2011г. по существующей классификации [6] относится к очень сильному, в 2012г. – к сильному. Такая степень засоленности лугово-каштановой почвы при достаточном обеспечении влагой способствовало резкому увеличению урожайности разнотравья и особенно солянок в 2012г. Урожайность воздушно-сухой надземной фитомассы во второй половине лета 2012г. увеличилась по сравнению с 2011г. в 2,3 раза за счет разнотравья - полыни таврической и Лерха. Экологические условия функционирования экосистем 2013г. занимают промежуточное положение между 2011 и 2012г. Это касается и климатических условий, и содержания солеобразующих ионов в почве, и урожайности фитомассы.

Таким образом, формирование фитомассы и ее видового состава на лугово-каштановых почвах Северо-Западного Прикаспия является результатом совокупного действия различных экологических факторов, основными из которых являются: осадки, температура воздуха, ее относительная влажность, испаряемость, коэффициент увлажнения, а также степень и химизм засоления почвы. Зависимости между указанными факторами выражаются следующими уравнениями множественной регрессии: для эфемеровой синузии:  $Y = 0.66 + 0.00268x_1 - 6.5E-5x_2 - 0.18x_3 - 0.21x_4 + 0.27x_5$ ; для разнотравья и солянок:  $Y = 4.1 + 0.00068x_1 - 0.000381x_2 + 1.02x_3 - 0.35x_4 - 0.2x_5$ , где Y – урожайность воздушно-сухой фитомассы, ц/га; x<sub>1</sub> – осадки за вегетационный период, мм; x<sub>2</sub> – испаряемость, мм; x<sub>3</sub> – КУ; x<sub>4</sub> – содержание СГ в слое 0-20см, мг-экв./100г почвы; x<sub>5</sub> – соотношение СГ:SO<sub>4</sub><sup>-</sup> в слое 0-20см.

В зависимости от климатических условий года пастбищные фитоценозы лугово-каштановой почвы используют 0,023- 0,033% ФАР. Доля эфемеров и эфемероидов из этого количества составляет в среднем за годы исследований 21,4%, остальные 78,6% приходятся на разнотравье и солянки.

#### Литература

1. Гасанов Г.Н. Основы систем земледелия Западного Прикаспия. Махачкала. 2008. 263с.
2. Залибеков З.Г. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М.:2000. 219с.
3. Зонн С.В. Особенности пустынных почвообразовательных процессов и почвы пустынь //Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука,1983. С.45-58.

4. Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1980. 112 с.
5. Мирзоев Э. М. Способы оценки засоленности почв в связи с вопросом солеустойчивости плодовых насаждений в плоскостной части Дагестана //Почвоведение. 1963. №12. С. 82-88.
6. Панкова Е.И., Герасимова М.И. Пустынные почвы: свойства, почвообразовательные процессы, классификация. Аридные экосистемы. 2012. 18(2/51): С. 5–13.
7. Усманов Р.З., Саидов А.К., Стасюк Н.В., Федоров К.Н., Мирзоев Э.М.-Р., Баламирзоев М.А. Агроэкологический анализ земельных ресурсов регионов экологического бедствия юга России и методические рекомендации по их оценке и картографированию. Мах-ла-Москва, 2005. 160с.

УДК 631.41

## ВЛИЯНИЕ ФОСФОГИПСОВЫХ ДОРОГ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

А.А. Горлов\*, П.П. Кречетов\*\*, О.Б. Рогова\*

\*Институт почвоведения им. В. В. Докучаева, г.Москва, [phes@bk.ru](mailto:phes@bk.ru)

\*\* Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, [krechetov@mail.ru](mailto:krechetov@mail.ru)

## IMPACT OF PHOSPHOGYPSUM ROADS ON SOIL PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

A.A. Gorlov\*, P.P. Krechetov\*\*, O.B. Rogova\*

\*Dokuchaev Institute of Soil Science, Moscow, [phes@bk.ru](mailto:phes@bk.ru)

\*\* Geography faculty of Lomonosov MSU, Moscow, [krechetov@mail.ru](mailto:krechetov@mail.ru)

Промышленное производство удобрений способно оказывать серьезное воздействие на окружающую среду. Отвалы фосфогипса - побочного продукта производства - занимают большие площади вблизи предприятий.

Между тем, многими авторами фосфогипс признается вторичным ресурсом, использование которого возможно в самых различных областях промышленности (как связующий компонент в строительных смесях, при мелиоративных работах, в целлюлозно-бумажной промышленности и др.) [1,2,3,5]. Фосфогипс может быть альтернативой гипса природного, при этом ежегодное его образование превосходит объемы добычи природного гипса [7].

Необходимо найти надежный метод утилизации отхода в других отраслях промышленности. При этом не стоит забывать об экологических аспектах применения фосфогипса, так как в нем отмечается повышенное содержание некоторых микроэлементов токсичных для окружающей среды. Так, в состав фосфогипса входит большое количество растворимых и нерастворимых соединений, в том числе соединений стронция (до 1,5%), фтора (0,3-0,8%), фосфора (0,5-2,3%) и редкоземельных металлов (0,3-0,8%) [1, 4, 6]. Одно из основных перспективных направлений использования фосфогипса – в дорожном строительстве в качестве материала для конструкции дорожных одежд [6].

Целью нашей работы является: исследование влияния фосфогипса, используемого в основании автомобильных дорог, на почвы.

Выполнение этой цели осуществлялось решением следующих задач:

1. Изучение физико-химических свойств почв, прилегающих к основанию автомобильных дорог в различных физико-географических условиях (степные и лесные ландшафты);
2. Оценка влияния фосфогипса, используемого в качестве материала, слагающего основания автомобильных дорог, на почвы в различающихся физико-географических условиях.

Объект исследования: почвы, прилегающие к двум автомобильным дорогам с асфальтовым покрытием – экспериментальной дороге в Балаковском районе Саратовской области (Южные черноземы) и Обьездному шоссе в районе г. Балашиха Московской области (Дерново-подзолистые почвы). В конструкции оснований обеих дорог использовался

фосфогипс. Дополнительно исследовались каштановые почвы, прилегающие к дороге без асфальтового покрытия (раскатанный фосфогипс) в Балаковском районе.

На территории, прилегающей к автомобильным дорогам, проводился послойный пробоотбор образцов почвы по мере удаления от основания дороги (трансекты длиной до 54 метров, включающие 8 точек пробоотбора). Все образцы почвы анализировались на валовое содержание стронция (Sr), фосфора ( $P_2O_5$ ), кальция (Ca) с помощью рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), водорастворимого фтора (F) с помощью ионометрии и подвижного фосфора ( $PO_4^{2-}$ ) с использованием фотоэлектроколориметра. Также во всех почвенных образцах проводилось измерение уровня pH и общего содержания солей.

В результате анализа полученных результатов сделаны следующие выводы.

Почвы, вдоль автомобильных дорог, имеющих фосфогипсовое основание, характеризуются повышенными концентрациями изученных элементов относительно фоновых почв изучаемой территории (в 1,2-3 раза), при невысоком абсолютном содержании. Лишь в точках, наиболее приближенных к источнику загрязнения, отмечаются превышения допустимых концентраций по водорастворимым фторидам (1-3 ПДК). Сравнение влияния автомобильных дорог с асфальтовым покрытием на почвы степной и лесной зоны показало большую степень воздействия фосфогипса на физико-химические свойства дерново-подзолистых почв, что, по-видимому, связано с более высоким потенциалом водной миграции и длительным временем эксплуатации дороги. Также стоит отметить, что влияние дороги без асфальтового покрытия на химический состав прилегающих почв выражено более значительно при меньшей продолжительности и интенсивности ее эксплуатации. Таким образом, влияние дорог на физико-химические свойства почв незначительно и прослеживается на расстоянии до 10-16 метров от дорожного полотна, что говорит о высоком потенциале для использования фосфогипса в качестве вторичного ресурса в дорожном строительстве.

#### Литература

1. *Ахмедов, М.А., Атакузиев Т.А.* Фосфогипс: Исследование, применение. Ташкент, 1980. 156с.
2. *Ваньшин Ю.В., Самонов А.Е.* Комплексная безотходная переработка текущего и лежалого фосфогипса на ОАО «Балаковские минеральные удобрения». IV Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2009. т.4. 1.-с.84-85.
3. *Дергунов Ю.И., Мальков А.А., Сучков В.П.* Способ переработки фосфогипса. - Нижний Новгород: Изд-во НГСАУ, 2006. - 5 стр.
4. *Любимова И.Н., Борисочкина Т.И.* Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2007. 45 с.
5. *Любимова И.Н., Рогова О.Б., Хан В.В., Терсин В.А., Устименко О.В.* Использование фосфогипса при строительстве дорог. Сборник трудов III Международной научной экологической конференции. Краснодар, 2013. 380-385 с.
6. *Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В.* Промышленная переработка фосфогипса. – Санкт-Петербург, изд-во «Стройиздат СПб», 2007. - 104 с
7. По данным материалов Второй Международной научно-практической конференции «Фосфогипс: выбор стратегически перспективных направлений переработки и использования», 2010.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОТОБРАЖЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ В ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОЗЁМОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ)

О.Н. Горобцова, Р.Х. Темботов, Т.С. Улигова, Ф.В. Гедгаfoва

*Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова КБНЦ РАН,  
КБР, г. Нальчик, E-mail:ecology\_lab@mail.ru*

METHODOICAL APPROACHES TO MAPPING OF SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY FEATURES IN INTERACTIVE CARTOGRAPHIC PATTERN (A CASE STUDY OF CHERNOZEM SOILS IN THE PLAIN PART OF KABARDINO-BALKARIA)

O.N. Gorobtsova, R.Kh. Tembotov, T.S. Uligova, F.V. Gedgafova

*Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories of  
Kabardino-Balkarian Scientific Centre of Russian Academy of Sciences*

Исследование различных аспектов биологических свойств является эффективным инструментом при оценке степени изменения почвы под действием различных факторов антропогенного воздействия. Общий уровень биологической активности может быть охарактеризован с помощью интегрального показателя эколого-биологического состояния почвы (ИПЭБСП) [2], при расчёте которого объединяются характеристики самых разных аспектов биологической жизни почвы. В данной работе предлагается использование ИПЭБСП, определённого на основе восьми характеристик биологических свойств почвы: показатели запасов гумуса отражают генетические особенности почвы, значения потенциальной интенсивности выделения CO<sub>2</sub> и запаса углерода микробной биомассы (Смик) характеризуют физиологическую активность почвенной гетеротрофной микрофлоры и являются её количественной характеристикой, активность пяти почвенных ферментов, принадлежащих к классам оксиредуктаз и гидролаз, позволяет судить об интенсивности биохимических процессов, протекающих в почве.

Целью работы является разработка методических подходов к оценке степени изменения биологических свойств различных подтипов чернозёмов (южных, обыкновенных, типичных и выщелоченных) равнинной части Кабардино-Балкарии в результате их сельскохозяйственного использования и отображению совокупности полученных показателей в интерактивной картографической модели.

Исследования проведены в 2011-2014 гг. на площади 205 тыс. 700 га, общее количество точек отбора почвенных проб в слое 0-20 см – 172. При определении содержания гумуса применяли метод Тюрина, потенциальную интенсивность эмиссии CO<sub>2</sub> - по Галстяну, ферментативную активность уреазы, фосфатазы, инвертазы, дегидрогеназы – колориметрическим методом, каталазы – газометрическим, расчёт ИПЭБСП по методике Казеева и др. [2], расчёт содержания Смик производили на основе показателей субстрат-индуцированного дыхания (СИД) [1].

Полученные данные позволяют утверждать, что все изученные составляющие биологической активности почвы существенно изменились в результате длительного сельскохозяйственного использования. Биологические свойства агрочерноземов статистически значимо отличаются от свойств их природных аналогов. Установлено снижение содержания гумуса и его запасов на 20-34%, интенсивности эмиссии CO<sub>2</sub> на 58-62%, СИД на 45-55%. Содержание углерода микробной биомассы и ферментативная активность зафиксированы на уровне средних и низких значений. Значения ИПЭБСП свидетельствуют, что биологическая активность в пахотном слое агрочерноземов снизилась на 39-46%. Снижение показателей, представляющих различные биологические свойства и общую биологическую активность почвы более чем на 30% означает значительное нарушение экологических функций почвы, утрату ею биоэнергетического потенциала и способности к воспроизводству своих основных природно-ресурсных свойств [5].

Цифровая картография - важнейшая часть современных экологических исследований. На основе независимых источников информации - таких, как спутниковые мультиспектральные снимки и трехмерные модели рельефа в сочетании с полученными данными полевых и лабораторно-аналитических исследований, была создана основа многослойной картографической модели. В качестве независимых источников информации использовали данные со спутников Landsat 5 TM. Мультиспектральные сканеры Landsat позволяют оценить величину отраженной радиации в полосе длин волн 450-2350 нм с пространственным разрешением 28.5×28.5 м (съёмочные каналы 1–5; 7) и температурным каналом 10120-14500 нм с разрешением 57×57 м (съёмочный канал 6). Для построения цифровой модели рельефа использовали данные радарной топографической съемки (SRTM), имеющие пространственное разрешение 90 м [4].

При анализе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) территории Кабардино-Балкарии применялся метод беспороговой дихотомической классификации. Элементом классифицируемого множества являлся пиксель с присвоенными ему значениями переменных. При классификации использовались значения яркостей в каналах и построенные на их основе индексы, отражающие особенности преобразования солнечной энергии в ландшафтных покровах: степень неравновесности поглощения энергии в разных зонах спектра (энтропия Кульбака) и биологическая продуктивность (NDVI, TVI, RVI, gNDVI). Отношение этих показателей позволяет четко отделять и анализировать растительный покров от других природных объектов [3].

С помощью пакета программ Statistica 10.0 для каждого уровня классификации рассчитывали средние значения индексов и термодинамических характеристик в классе. В процессе анализа для каждого пикселя на карте, не обеспеченного полевым описанием, было получено прогнозируемое значение дискретного состояния переменной и вероятность отнесения соответствующей точки к каждому из состояний описываемой переменной. Далее, строили регрессионные модели зависимости реальных значений описываемой переменной от виртуальных факторов и рассчитывали их значения для всей области интерполяции. Регрессионные модели отражают детали пространственного варьирования признака. На основе регрессионных моделей всех изученных почвенных показателей осуществляется процесс разработки интерактивной карты, которая, по сути, является базой данных, хранящей сведения обо всех изученных почвенных свойствах. Каждая точка на карте может хранить информацию о любом количестве географических, ландшафтных, почвенных и других характеристик.

## Литература

1. Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Гавриленко Е.Г. Особенности определения углерода микробной биомассы почвы методом субстрат-индуцированного дыхания // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1327-1333.
2. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2003. 204 с.
3. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004. 416 с.
4. Сухих В.И. Аэрокосмические методы исследования в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.
5. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование почв и управление их качеством // Почвоведение. 2011. № 5. С. 582-597.

ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТОВЫХ ВОД МУГАНО-САЛЬЯНСКОГО  
МАССИВА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Гулиев А.Г., Мустафаев М.Г.

*Институт Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана,  
г. Баку, elovset\_q@mail.ru meliorasiya58@mail.ru*

EVAPORATION OF GROUNDWATER MUGAN-SALYAN MASSIFE  
UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

Guliyev A.G., Mustafayev M.G.

*Institute of Soilscience and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Science, Baku, M.  
Rahim 5, elovset\_q@mail.ru meliorasiya58@mail.ru*

Мугано-Сальянский массив расположен в пределах юго-восточной части Кура-Араксинской низменности. Муганская степь ограничена с запада, севера и востока реками Курой и Араксом, с юго-востока – притоком р. Куры-Акушой, с юга – Ленкоранской низменностью и с юго-запада – государственной границей Азербайджана с Ираном. Сальянская степь находится к юго-востоку от Муганской степи, занимая пространство между р. Курой, ее притоком Акушой и береговой линией Каспия. Общая площадь Мугано-Сальянского массива составляет 871,1 тыс. га.

На Мугано-Сальянском массиве в основном распространены лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы (Cleyis Calcisols). Под влиянием разной интенсивности увлажнения в аллювиальном ряду луговых почв формируются сероземно-луговые серые (чальные), сероземно-луговые светлые, сероземно-луговые темные, сероземно-лугово-болотные солончаковые, сероземно-луговые солонцевато-солончаковые, лугово-сероземные солонцеватые и др. Наибольшее распространение получил сероземно-луговой тип почв.

Почвы Мугано-Сальянского массива характеризуются разным гранулометрическим составом: от средне-суглинистого до тяжелого глинистого с прослойками супесей и песка. На орошаемых дренированных почвах грунтовые воды в осенне-зимний период залегают глубоко, а в вегетационный период поднимаются. В конце лета и в начале осени вновь опускаются, а поздней осенью снижаются уже до максимальных глубин. На неорошаемых землях таких резких изменений в уровне грунтовых вод не наблюдается. Его колебания здесь лежат в пределах 0,5-1,0 м, тогда как на орошаемых участках амплитуда колебания уровня грунтовых вод достигает 1,5-2,0 м. Минерализация грунтовых вод по площадям изменяется в пределах 1,0-10,0 г/л и местами достигает более 50-60 г/л.

В настоящее время в мелиорации почв есть некоторые важные вопросы, которые являются не полностью решенными и требуют специального исследования для уточнения их значений. Они следующие: определение значений испарения с поверхности грунтовых вод; прогноз солевого режима в межполивной период; определение значений критического залегания уровней грунтовых вод, испарение с поверхности грунтовых вод и др.

Испарение с поверхности грунтовых вод является самым важным фактором засоления почв. Поэтому количественное определение его значений для почвогрунтов, имеющие разные водно-физические свойства имеет большое научное и практическое значение. В связи с этим большой интерес представляют результаты стационарных исследований на фоне дренажа.

Для изучения испарения с поверхности грунтовых вод на каждом опытном участке выделено 5 площадок, лишенных растительности. Площадки отличались друг от друга по солесодержанию почвогрунтов и минерализации грунтовых вод. Проведенные многолетние исследования показывают, что определенному солесодержанию почвогрунтов соответствует определенная минерализация грунтовых вод. Так, например, если среднее солесодержание в верхнем метровом слое почвогрунтов составляет не более 0,25% и на трехметровой глубине не превышает 0,5% (по плотному остатку), то в таких местах минерализация грунтовых вод колеблется в пределах от 3,0 до 5,0 г/л (ср. 4,0 г/л). В случае, когда средние значения

солеосодержания в почве 0,4; 0,75; 1,5 и 3,0%, средние значения минерализации грунтовых вод соответственно составляют 7,5; 15,0; 30,0 и 60 г/л.

В Мугано-Сальянском массиве исходя из климатических условий в нормальные годы для обеспечения хлопчатника необходимой влагой практикуется проведение трех или четырех поливов. Срок продолжительности межполивного периода при таком режиме орошения составляет 20-25 суток. Большой интерес представляет определение значений (в количественном отношении) поднявшихся солей в поверхностные слои почв в течение одного месяца при различных глубинах залегания уровня грунтовых вод, для почв имеющих разные водно-физические свойства.

Исследования по изучению испарения с поверхности грунтовых вод проводились в бытовой ирригационной практике, в июле (в самом жарком месяце для условий Мугано-Сальянского массива) после второго вегетационного полива. Уровень грунтовых вод в период исследования колебался в пределах от 0,5 до 3,0 м от поверхности земли. Испарение с поверхности грунтовых вод определялось по методу водного баланса. Для этой цели также использовались материалы лизиметрических определений [1, 3, 5].

Из полученных данных видно, что наиболее высокие значения испарения с поверхности грунтовых вод наблюдаются, когда уровень грунтовых вод залегает на глубине выше одного метра от поверхности земли, а наименьшие значения на глубине около 2,0 м - для почв I групп и около 3,0 м - для остальных групп почв. Обработка материалов показала, что связь испарения грунтовых вод с глубиной залегания их уровня имеет экспансиональный характер и подчиняется следующему уравнению:

$$E_{ГР} = E_0 \left( 1 - \frac{H}{H_{ВПС}} \right) e^{-nH},$$

где  $E_0$  – испаряемость, м;  $H$  - глубина залегания грунтовых вод, м;  $H_{ВПС}$  - водо-подъемная способность почвогрунтов, м;  $e$  - основание натуральных логарифмов;  $n$  - параметр, учитывающий водно-физические свойства почвогрунтов.

Величины водо-подъемной способности определены в зависимости от гранулометрического состава почвогрунтов. Для этой цели использованы литературные данные [2, 4, 6 и др.] выявлено, что для I (<0,01 мм = 22-25%), II (<0,01 мм = 30-35%), III (<0,01 мм = 42-48%), IV (<0,01 мм = 75-80%) и V (больше 80%) групп почв водо-подъемная способность ( $H_{ВПС}$ ) составляет соответственно 2,0; 2,6; 4,0; 5,0; 6,0 м. Параметр ( $n$ ), учитывающий водно-физические свойства почвогрунтов увеличивается от почвы имеющей легкий гранулометрический состав к тяжелым, и по пяти группам почв составляет соответственно 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5.

#### Литература

1. *Азизов К.З.* Водно-солевой баланс мелиорируемых почвогрунтов Кура-Аразской низменности и научный анализ его результатов. Изд. “Элм”, Баку, 2006, 260с.
2. *Волобуев В.Р.* Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку, изд. АН Азерб. ССР, 1965, 246 с.
3. *Кац Д.М., Алирзаев А.А.* Режим и баланс грунтовых вод на Мугани. // Гидротехника и мелиорации”, 1974, № 6, с. 75-83.
4. *Ковда В.А.* Водный и солевой баланс местености и орошаемых почв. В кн.: Почвы аридной зоны как объект орошения. М., Изд. “Наука” 1968, 532 с.
5. *Костяков А.Н.* Основы мелиорации «Сельхозгиз», М., 1960, 633 с.
6. *Мустафаев М.Г.* Влияние дренажа на физические свойства и водно-воздушный режим почв (на примере Мугано-Сальянского массива Азербайджана) РГАУ, Вестник, Рязань, 2011, № 3, стр. 6-10.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА И УСЛОВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Э.А.Гурбанов

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, [eldar-qurbanov-54@mail.ru](mailto:eldar-qurbanov-54@mail.ru)*

SOILS EROSION IN THE TERRITORY OF AZERBAIJAN AND CONDITIONS OF THE ANTHROPOGENIC EFFECT

E.A.Qurbanov

*Institute of Soil and Agrochemistry of NASA, Baku, M.Rahim 5, [eldar-qurbanov-54@mail.ru](mailto:eldar-qurbanov-54@mail.ru)*

Для территории Азербайджана с ее древнейшей историей освоения, со значительной плотностью населения, с развитой промышленностью характерны разнообразные антропогенные воздействия, которые определяют ряд направлений трансформации почвенного покрова.

Интенсивное введение земледелия и животноводства возделывает серьезных противоречий между экономикой и экологией. Максимальная распашка земельный угодий, нерегулируемый выпас скота, ослабление внимания и не проведение почвозащитных мероприятий вызывает эрозию [2].

Также высокие суточные максимумы дождя и очень большая интенсивность ливней создают в Азербайджане сильную опасность проявления ливневой эрозии почв. В отдельные годы возникает также опасность развития эрозии от стока талых вод. Площадь под сельскохозяйственными угодьями составляет 423,6 тыс.га, или около 50% площади республики. В составе сельскохозяйственных угодий пашня и залежи занимают 1561,6 тыс.га или 18,1%. Сады и виноградники составляют 310,0 тыс.га или 3,6% сенокосы и пастбищные земли 2360,1 тыс. га или 27,3%. Эрозионные почвы в различной степени занимают 3610,0 тыс.га или 41,8% от общей площади, в том числе средне эродированные и сильно-эродированные почвы составляют 2225,8 тыс.га или 25,8%. В ряде районов площадь эродированных почв достигает до 90%. Эродированные почвы на пашне занимают сравнительно большую площадь-805,1 тыс.га или 48,8%. Из них средне и сильноэродированные – 385,2 тыс.га или 25,9%. На долю водной эрозии приходится 161,2 тыс.га или 21,6% ирригационной, 136,5 тыс.га или 18,3%, ветровой 122,3 тыс.га или 8,3% [1].

Горные системы на территории Азербайджанской Республики являются основными рельефообразующими факторами и играют решающую роль в формировании природных зон.

В предгорьях южного склона Большого Кавказа сильно выражены процессы ускоренной эрозии, вызванной усиленным выносом скота на пастбищах и выгонах без соблюдения мер защиты почв от смыва и размыва. В районах, расположенных в зоне полупустыни Большого и Малого Кавказа, эродированные площади составляют 50-70% и более.

Факторами эрозии, обуславливающими возможность развития смыва и размыва почво-грунтов в степных и полупустынных районах Азербайджана, является крутизна склонов, расчлененность территории, маломощность почв и неустойчивость их против разрушающего действия воды. Большое значение имеет ливневый характер атмосферных осадков, выпадающих в весенне-летний сезон, которые в некоторых частях республики образуют сток и смыв, способствующие формированию селевых потоков.

В полупустынной зоне в Азербайджана сильно развита овражная эрозия и ирригационная эрозия. На Апшеронском полуострове, являющемся юго-восточной оконечностью Большого Кавказа, степные и полупустынные зоны расположены в приморской полосе Каспийского моря, где распространены массивы закрепленных и рыхлых песков.

В эрозионных районах вся система земледелия на склонах должна сводиться к противоэрозионным приемам, максимально предупреждая смыв и размыв почв. Без выполнения этих приемов трудно обеспечить получение высоких урожаев и снижение себе-



стоимости продукции. Система земледелия в эрозионных районах должна предусматривать специализацию хозяйств и специфическую агротехнику возделывания культур, при которых будет наиболее эффективно использоваться плодородие эродированных почв.

Борьба с эрозией почв проводится на основе учета конкретных условий территории. В связи с разнообразием климата, рельефа, почвенного и растительного покрова в разных районах должны быть разные подходы к построению систем противоэрозионных мероприятий.

Проведенные в Азербайджане наблюдения по изучению увеличения глубины обработки почв с 18-20 см наблюдались значительное уменьшение стока и смыва. Таким образом, увеличение на склонах глубины вспашки почв 27-30 см смыв почв уменьшился 2-2,5 раза, урожай культур озимой пшеницы увеличился на 22%.

При выращивании на склонах с эродированными почвами культур сплошного сева следует несколько увеличить норму высева семян. Это повышает почвозащитную роль растительного покрова, уменьшает бесполезную потерю почвенной влаги, увеличивает урожай и накапливание в почве корневых остатков.

Проведенные в Азербайджане многочисленные опыты с внесением в эродированные почвы органических и минеральных удобрений под посев пшеницы, ячменя, кукурузы, люцерны и других показывают, что этим путем можно резко повысить продуктивность эродированных почв.

В борьбе с эрозией большое значение имеет применение структурообразующих препаратов. Исследованиями доказано, что обработка почв полимерами- препаратом К-4 значительно повышает содержание водопрочных структурных агрегатов размером более 1 мм, при этом увеличивается водопроницаемость почв и резко снижается сток и проявление эрозии [3,4].

На территории Азербайджана имеются значительные площади на крутых непроизводительных используемых в пастбищном хозяйстве. Так, подавляющая часть этих пастбищ при возделывании на эродированных угодьях, на склонах кормовых культур, особенно многолетних трав и их смесей в почве накапливается значительная корневая масса, улучшаются физические свойства почв и все это ведет к восстановлению их плодородия.

## Литература

1. Гурбанов Э.А. Деградация почв в результате эрозии при поливе по бороздам. Почвоведение, 2010, №12, с. 1494-1500.
2. Гурбанов Э.А., Насибова З.А. Антропогенное опустынивание и деградация почв в Кура-Аразской низменности. Актуальные проблемы современной науки, №1, 2010, с.131-136.
3. Кузнецов М.С., Глазков Г.П. Эрозия и охрана почв, Москва, 2004, 338 с.
4. Мамедов Г.Ш., Мамедова С.З., Шабанов Д.А. Эрозия и охрана почвы. Баку, «Элм», 2009, 343 с.

УДК 631.44

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ТЕРРАС ДЕЛЬТЫ Р. СЕЛЕНГА  
А.Б. Гынинова, А.И. Куликов, Цыбикдоржиев Ц.Ц., Гончиков Б.Н., Хаптухаева Н.Н.,  
Балсанова Л.Д.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ,  
ayur.gyninova@mail.ru*

ANTROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE SOILS OF THE TERRACES DELTA R.  
SELENGA

A.B. Gyninova, A.I. Kulikov, TS.TS.Tsybikdorzhiev, B.N. Gonchikov, N.N. Naptuhaeva, L.D.  
Balsanova

*Institute of general and experimental biology SD RAS*

Временная изменчивость играет важную роль в жизни почв и наземных экосистем. Особое значение при антропогенном использовании почв имеют средневременные изменения почв, пространственно-временное варьирование ЭПП и функциональных качеств почвы – напрямую связанные с эффективностью среднесрочных прогнозов состояния наземных экосистем и рисков землепользования [1]. Актуальность исследований временной изменчивости почв дельты р. Селенги обусловлена также выполняемой ими функцией защитного барьера [3] для вод оз. Байкал.

Исследовались почвы озерно-речных плейстоценовых террас дельты р. Селенги, занимающих ~ 250 км<sup>2</sup> (1/5 часть дельты) [2]. Террасы сложены лессовидными и лессовидными с поверхности, подстилаемых песками, отложениями и заняты березовыми, сосново-березовыми и иногда сосновыми лесами.

Почвы террас на лессовидных отложениях дельты относятся к серым лесным холодным длительно промерзающим [4, 5, 6]. Однако низкое содержание илистой фракции и отсутствие текстурной дифференциации профиля требует ответа на ряд вопросов, касающихся их классификационного положения. Ц.Х.Цыбжитовым [7] предложено относить подобные почвы Байкальского региона к типу дерновые серые лесные.

Процесс масштабного вовлечения дерновых серых лесных почв террас в сельскохозяйственное производство начался в 50-е годы, а в перестроечные годы (1995-2000) эти почвы перешли в состояние залежи. Раскорчевка леса, распашка, использование в с/х производстве и длительное залежное состояние вызвали сукцессионные изменения в строении и свойствах почв.

Для выявления сукцессий закладывались парные разрезы: под лесом и на залежи. Разрезы закладывались на террасах дельты: прислоненной к хребту Морской, Фофоновской, Кабанской и на Творогово-Истокском поднятии.

Выполненные исследования показали, что преобладающими фракциями гранулометрического состава исследованных дерновых серых лесных почв являются пылеватые и среди них – крупнопылеватая (лессовая) фракция. Содержание илистой фракции очень низкое во всех горизонтах профиля (2-3,5 %). Аккумулятивные горизонты отличаются рыхлостью сложения и провальной фильтрацией.

Дифференциация морфологических признаков и физических свойств по профилю в значительной степени обусловлена изменением содержания пылеватых фракций. Накопление их коррелирует со снижением водопроницаемости. Максимальные значения содержания пылеватых фракций приурочены к осветленным и контактными охристым горизонтам.

В залежных почвах поверхностные горизонты преобразованы в старопашотные, которые отличаются повышенной плотностью и пониженной водопроницаемостью. В горизонтах средней части профиля: образование наиболее плотного и тяжелого по гранулометрическому составу (за счет повышения содержания пылеватых фракций) горизонта Vf. Водопроницаемость этого горизонта остается низкой или становится ниже, чем в старопашотном, окраска приобретает интенсивные охристые тона.

Приобретенные свойства вызывают образование котловин выдувания на участках террас с залежными дерновыми серыми лесными почвами на маломощных лессовидных отложениях. На отдельных участках террас, в связи с озерно-речным генезисом иногда имеющим уклоны, отмечается развитие плоскостного смыва и линейной эрозии почв.

#### Литература

1. *Васенев И.И.* Почвенные сукцессии. – М., Изд-во ЛКИ, 2008. – 400 с.
2. *Гынинова А.Б., Шоба С.А., Балсаева Л.Д., Гынинова Б.Д.* Почвы дельты р. Селенга. – Улан-Удэ. Изд-во БНЦ СО РАН, 2012. – 344 с.
3. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экология почв. Изд-во Моск ун-та, Наука, М., 2006, 362 с.
4. Классификация и диагностика почв СССР. – Москва: Колос, 1977. – 224 с.
5. *Линник Р.М.* Серые лесные длительно-сезонномерзлотные почвы Бурятии: Автореф. дисс. канд. биол. наук / Р.М. Линник. – Новосибирск, 1978. – 20 с.
6. *Ногина Н.А.* Почвы Забайкалья / Н.А. Ногина. – М.: Наука, 1964. – 314 с.
7. *Цыбжитов Ц.Х., Цыбжитов А.Ц.* Почвы бассейна оз. Байкал. Генезис, география и классификация степных и лесостепных почв. – Т. 2.– Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000(а). –165 с.

УДК 631.41/44 (571.63)

#### СОСТАВ И СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ПАРТИЗАНСКОЙ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАТЕНА

А.М. Дербенцева<sup>1</sup>, В.А. Семаль<sup>1,2</sup>, О.В. Нестерова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток*

<sup>1,2</sup>*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, semal\_vi@rambler.ru*

#### NATURAL AND TECHNOGENIC SOIL CATENA IN PARTIZANSKY DISTRICT: COMPONENTS AND PROPERTIES

A.M. Derbentseva<sup>1</sup>, V.A. Semal<sup>1,2</sup>, O.V. Nesterova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Far Eastern Federal University, Vladivostok*

<sup>2</sup>*Institute of Biology and Soil Sciences FEB RAS, Vladivostok*

В условиях Приморья огромные антропогенные нагрузки на почвенный покров возникают в техногенно-промышленных системах, созданных человеком при освоении, эксплуатации и ликвидации месторождений бурых и каменных углей. Исследования масштабных и негативных по своим последствиям на окружающую среду воздействий горнопромышленного типа техногенеза хорошо отражено в литературе [1, 3, 4, 5].

Название почв и техногенных поверхностных образований дано по [2]. Целью являлось изучение состава, морфологических и физико-механических свойств элементов природно-техногенной почвенной катены, возникшей на территории ликвидированной угольной шахты в Партизанском районе Приморского края.

*Первый компонент катены* - бурозёмы типичные мелкие (условно эталонные). Морфологический профиль представлен серогумусовым горизонтом АУ (0-4 см), структурно-метаморфическим ВМ (4-50 см) и почвообразующей породой С (50-70 см). *Второй компонент катены* – бурозёмы глееватые «забученные» мелкие. Морфологический профиль представлен перемешанной массой двух горизонтов (серогумусовый и структурно-метаморфический) АУ+ВМ (0-8 см), структурно-метаморфическим ВМg (8-52 см) и почвообразующей породой Сg (52-70см). *Третий компонент катены* – литостраты террикона пустых горных пород. Морфологическая выработка вскрыла два слоя: слой 1 (0-10 см) – серая минеральная масса, слой 2 (40-60 см) – уплотненная тёмно-серого цвета минеральная порода с кусками угля. *Четвертый компонент катены* – почвы

тёмногумусово-глеевые типичные «забученные» глубоко оглеенные. Специфический морфологический профиль состоит из дернины D (0-3 см), перемешанного слоя, включающего тёмногумусовый и глеевый горизонты AU +G (3-27 см), глеевого горизонта G (27-50 см) и почвообразующей породы CG (50-90 см).

Результаты анализов по установлению гранулометрического и микроагрегатного составов, а также противозэрозийной устойчивости всех компонентов катены показали, что бурозёмы типичные мелкие условно эталонные характеризуются как суглинки легкие опесчаненные. В микроагрегатном анализе наблюдается преимущество макроагрегатов размером 1-0,05 мм. Структура достаточно водопрочная. Согласно результатам аналитических работ по установлению допустимой не размывающей скорости водного потока, для начального момента отрыва почвенных частиц от почвенной поверхности потребуется скорость 0,228-0,231 м/с, при силе сцепления частиц 0,06-0,03 кг/см<sup>2</sup> и нормативной усталостной прочности на разрыв 0,0019-0,0010 кг/см<sup>2</sup>. Бурозёмы глеевые забученные мелкие имеют специфический для почв, развитых на территориях оработанных шахт, гранулометрический состав. Верхний слой, состоящий из перемешанных серогумусового и структурно-метаморфического горизонтов - легкосуглинистый. Нижележащий слой до глубины 52 см представлен глиной легкой мелкоопесчаненной. Почвообразующая порода вновь переходит в разряд легкосуглинистых разностей. Микроагрегатный анализ подтвердил преобладание в верхнем и нижнем слоях-горизонтах мелкопесчаной фракции. Содержание ила достигает всего 1 %. Изученные почвы обладают достаточно водопрочной структурой. Полученный результат по низкой противозэрозийной стойкости слоя (15-52 см) (в то время как по гранулометрическому составу он глинистый) подтверждает влияние процесса забучивания на почвенный профиль изученных бурозёмов. Установлены эрозийные константы, показывающие допустимую не размывающую скорость водного потока, находящуюся в интервале 0,231-0,271 м/с, при сцеплении 0,03-0,14 кг/см<sup>2</sup> и нормативной усталостной прочности на разрыв 0,0009-0,0050 кг/см<sup>2</sup>, что указывает на невысокие противозэрозийные свойства почв. Материал литостратов супесчаный. Микроагрегатный состав характеризуется малым количеством илистой фракции (до 2 %) и максимальным содержанием макроагрегатов. Структура литостратов слабо водопрочная. Допустимая не размывающая скорость водного потока этого элемента катены 0,221-0,223 м/с при силе сцепления почвенных частиц 0,02 кг/см<sup>2</sup> и нормативной усталостной прочности на разрыв 0,0008 кг/см<sup>2</sup>, что указывает на низкую противозэрозийную стойкость литостратов. Тёмногумусово-глеевые типичные забученные глубоко оглеенные почвы в целом по гранулометрическому составу тяжелые до глубины 27 см. Ниже по профилю в результате влияния процесса забучивания гранулометрический состав становится более лёгким - суглинистым. Верхняя часть профиля наиболее обогащена крупно- и мелкопылевыми, а также илистыми частицами. В микроагрегатном анализе преобладает сумма фракций мелкого песка и крупной пыли. Содержание илистой фракции практически не изменяется по слоям и не превышает 1-5 %. Изученные почвы обладают достаточно водопрочной структурой. Эрозийные константы подтвердили данные о средней противозэрозийной устойчивости почв: допустимая не размывающая скорость водного потока в верхнем горизонте составляет 0,366 м/с при силе сцепления от 0,37 кг/см<sup>2</sup>.

Для нарушенной горными работами территории характерно образование новых форм рельефа – нагромождение терриконов различной высоты. Как следствие, в техногенных ландшафтах возникают природно-техногенные почвенные катены.

Природные почвы, рассматриваемые в качестве компонентов катен, обладают стандартными для каждого типа почв физико-механическими свойствами и противозэрозийной устойчивостью. Почвы, развитые в межтерриконных пространствах, где происходят выходы на поверхность шахтных вод и газа метана, приобрели несвойственные для данного типа отличия: нарушение морфологических признаков, связанных с перемешиванием горизонтов, неординарность физико-механических свойств, несоответствие показателей противозэрозийной устойчивости, полученных через соотношение фактора

структурности к фактору дисперсности почв, а также полученных через непосредственное определение экспериментальным путем, не размывающей скорости водного потока. Литостраты терриконов пустых горных пород, отсыпанных на поверхность природных почв, имеют относительно рыхлое сложение. Противозерозионная устойчивость материала литостратов - от низкой до средней.

#### Литература

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск, 2004. 151 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. - Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
3. Костенков Н.М., Нестерова О.В., Пуртова Л.Н., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М., Назаркина А.В., Пилипушка В.Н., Семаль В.А., Старожилков В.Т. Почвы ландшафтов Приморья (Рабочая классификация). Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерального ун-та, 2011. 112 с.
4. Крупская Л.Т., Дербенцева А.М., Новороцкая А.Г., Бубнова М.Б., Яковенко Г.П. - Мониторинг среды обитания: учебное пособие. Часть 1. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 126 с.
5. Derbentseva A., Nesterova O., Aleksandrov M., Ardeeva G., Purtova L., Mayorova L., Matveenko T., Cherentsova A., Tkachenko V., Stepanova A. Mechanical degradation of soils and technogenic surface formations: monograph. – Vladivostok: Far Eastern Federal University, 2014. 72 p.

УДК 631.46 : 504.5 : 574

#### ОЧИЩЕНИЕ ПОЧВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЕВРО-АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Евдокимова Г.А., Корнейкова М.В., Мозгова Н.П., Мязин В.А., Фокина Р.В.  
*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН,  
Апатиты, e-mail: galina@inep.ksc.ru*

#### PURIFICATION OF OIL-POLLUTED SOIL IN THE EURO-ARCTIC REGION OF RUSSIA

Evdokimova G.A., Korneykova M.V., Mozgova N.P., Myazin V.A., Fokina N.V.  
*Institute of the Problems of Industrial Ecology in the North, Kola Science Centre of RAS  
Russia, Apatity, e-mail: galina@inep.ksc.ru*

На континентальном шельфе Баренцева и Печорского морей известно 11 месторождений углеводородов. Разработка месторождений, транспортировка нефти и газа могут привести к загрязнению природной среды, что подтверждается отечественной и мировой практикой в освоенных нефтегазовых районах. Специфические почвенно-климатические особенности Кольского арктического региона в совокупности со специфическими чертами микробиоты почв высоких широт (психротолерантность, олиготрофность, низкое биоразнообразие) создают необходимость разработки рекомендаций по биоремедиации почв от нефтепродуктов (НП) для этого региона.

Цель исследований – оценка самоочищающей способности почв от нефтепродуктов (НП) и разработка способов их ремедиации в Евро-Арктическом регионе России.

Изучали воздействие нефти и нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, стабильный газовый конденсат, топочный мазут, отработанное машинное масло) на свойства окультуренной Al-Fe гумусовой почвы, растения и почвенное микронаселение в условиях полевых модельных опытов. Концентрация НП в опытах была от 1 до 15%. Содержание НП в почве определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе «АН-2».

Выявлено, что очищение окультуренной подзолистой почвы от легких углеводородов в результате физических, биологических и химических процессов происходит в течение одного вегетационного периода. Стабильный газовый конденсат за 3 месяца теплого периода

(июнь-август) был практически полностью удален из почвы (до 98%), дизельное топливо – на 70-80%. Темп убыли НП из лесной почвы значительно медленнее, чем из окультуренной, в основном вследствие замедленности процессов испарения и фотохимических реакций под пологом леса. В окультуренной почве количество газового конденсата снизилось на 70%, а в лесной – на 8-10 % в течение первых 5 сут после его внесения. Тяжелые углеводороды закрепляются в верхних почвенных горизонтах, негативно воздействуя на их водно-физические свойства. За 3 месяца содержание мазута снизилось в почве на 47-49%. Остаточные его количества прослеживались в почве и через 2 года [1, 4, 5].

Следует отметить, что в Заполярье освещенность земной поверхности прямыми лучами Солнца, не уступает в летние месяцы экваториальным величинам, что не может не отразиться на процессах испарения и деградации углеводородов под действием физических факторов.

Одним из способов биоремедиации почв, загрязненных углеводородами нефти, является фиторемедиация – выращивание на загрязненных почвах устойчивых видов растений. Испытано 16 видов растений, из различных семейств (злаковые, крестоцветные, бобовые), однолетние и многолетние, интродуцированные и аборигенные. Для биоремедиации почв рекомендованы растения, обладающие высокой устойчивостью к загрязнению нефтепродуктами и низким температурам: двухкосточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* L.), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.), волоснец песчаный (*Leymus arenarius* L.). Из перечисленных растений следует особенно выделить двухкосточник тростниковидный, дающий высокую вегетативную биомассу и зрелые семена в условиях Заполярья [2].

Внесение в почву нефтепродуктов даже в высокой концентрации (10 л/м<sup>2</sup>) стимулировало размножение бактерий. Однако отмечено изменение структуры микробных сообществ. Грибы, как эукариотные организмы, более чувствительны к загрязнению среды обитания нефтяными углеводородами чем бактерии, но и среди них есть устойчивые виды, способные к трансформации нефти. Из загрязненных почв выделены грибы с высокой активностью деструкции нефтеуглеводородов: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Amorphoteca resinae* Parbery, *Penicillium canescens* Sopp, *P. janthinellum* Biourge, *P. lanoso-viride* Thom, *P. miczynskii* K.M. Zalesky, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *Rhizopus nigricans* Ehrenb.

При загрязнении почвы НП изменяется структура грибного сообщества. Так, в грибном сообществе возрастает доля потенциально патогенных грибов (ППГ) на 15-20% по сравнению с «чистой» почвой [3]. Причиной этого может быть эвритопность ППГ и широкий диапазон их толерантности к неблагоприятным экологическим условиям, а также способность утилизировать разнообразные субстраты. Наибольшее количество потенциально патогенных грибов, выделенных из загрязненных почв Кольского полуострова, принадлежит родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Lecanicillium* и *Phoma*.

Эффективным приемом для очищения почвы от НП является внесение минеральных удобрений (NPK) для активизации жизнедеятельности аборигенных микроорганизмов, в том числе нефтеокисляющих. Стимуляция жизнедеятельности аборигенных бактерий и грибов дополнительными источниками питания оказалась не менее успешным приемом биоремедиации загрязненной нефтепродуктами почвы, чем внесение коммерческих бактериальных препаратов, требующих немалых финансовых затрат.

Разработан гидрофобный сорбент на основе местного минерала вермикулита, обработанного органосиликоновым соединением «Пента 804», для очистки почвы и сопредельных сред от нефти и нефтепродуктов. Особенно он эффективен для очищения воды. В лабораторных условиях сорбент очищал воду полностью в течение 3 сут (нефть была добавлена 3% от объема). Сорбент, помещенный в специальные сетки (маты), может быть использован для очищения поверхности почвы при наличии на ней значительных нефтяных разливов, с последующим его удалением и регенерацией (отжим НП, сжигание). Использование сорбента при низком и среднем уровне загрязнения почвы не целесообразно, т.к. сорбированные на нем нефтяные углеводороды труднее испаряются и выщелачиваются.

## Литература

1. Евдокимова Г.А., Корнейкова М.В., Мязин В.А.. Оценка динамики выноса газового конденсата из Al-Fe- гумусового подзола и его воздействия на комплексы почвенных грибов // Почвоведение. 2013. № 3. С. 343-350.
2. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Корнейкова М.В., Ахтулова Е.М., Михайлова И.В. Воздействие загрязнения почв дизельным топливом на растения и ризосферную микробиоту на Кольском Севере // Агрохимия. 2007. №12. С. 49-55.
3. Evdokimova G.A., Korneykova M.V., Lebedeva E.V. Complexes of potentially pathogenic microscopic fungi in anthropogenic polluted soils // J. Environmental Science and Health, Part A. 2013 . V. 48. P.746-752.
4. Evdokimova G.A., Masloboev V.A., Mozgova N.P., Myazin V.A., Fokina N.V. Bioremediation of oil-polluted cultivated soils in the Euro-Arctic region //J. Environmental Science and Engineering A. 2012. V.1. № 9. P. 1130-1136.
5. Masloboev V.A., Evdokimova G.A., Bioremediation of oil product contaminated soils in conditions of North Near-Polar Area / Proc. of the Murmansk state technical University. 2012. V.15. № 2. P. 357-360.

УДК 631.63

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КАЗАХСТАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Р.Е.Елешев, К.К.Кубенкулов

*Казахский национальный аграрный университет, г.Алматы*

### MODERN STATUS OF SOIL FERTILITY IN KAZAKHSTAN AND THEIR RATIONAL USE

R.Yeleshev, K.Kubenkulov

*The Kazakh National Agrarian University, Almaty*

Республика Казахстан, как интенсивно развивающаяся аграрная страна, входит в число крупнейших стран мира по занимаемой площади и разнообразию природно-ресурсного потенциала. Земельный фонд республики составляет 272,5 млн. га, из них значительная часть 91,7 млн. га или 33,7% - земли сельскохозяйственного назначения, где площадь пашни составляет 23 млн. га. В нее вовлечены 17 типов и подтипов почв, получившие распространение от черноземов лесостепной и степной зоны на севере до горных черноземов на юго-восточной и восточной части республики. Здесь наиболее ярко проявляется влияние хозяйственной деятельности на веками сложившиеся природные почвообразовательные процессы, развивающиеся в настоящее время на фоне аридизации.

В целях рационального использования почвенного ресурса республики за годы реформ, т.е. с 1990 года, из пашни выведены 12,8 млн. га почв с низкими баллами бонитета, что привело к снижению площади пашни от 35,5 млн. га до 23,3 млн. га в настоящее время. В результате площадь почв с отрицательными признаками в составе пашни сократилась по сравнению с началом реформ: площадь защебненной пашни уменьшилась с 2,7 млн. га до 1,3 млн. га, засоленной – с 3,7 млн. га до 2,0 млн. га, солонцевой с 6,1 млн. га до 2,6 млн. га смытой - с 1,9 млн. га до 1 млн. га, дефлированной – с 7 млн. га до 0,6 млн. га. Вместе с этим по республике возросли площади почв, подверженные ветровой эрозии, на 22% или на 5 млн. га, а водной - до 5 млн. га, из них 1,0 млн. га пашни.

Многолетние исследования почвоведов Казахстана показали, что в почвах зернового пояса республики – на черноземах и темно-каштановых почвах прогрессируют процессы дегумификации и снижения продуктивности пашни. В северных областях за более полувековой период освоения целины потеряно 1,4 млн. тонн гумуса (в среднем 0,5-1,4 т/га в год), что составляет 1/3 исходного его содержания. Эти потери значительны на

эродированных почвах. В результате к настоящему времени плодородие почв уменьшилось в слабоэродированных почвах на 30%, в среднеэродированных – на 50% и сильно эродированных – на 70%.

Данные агрохимического обследования пахотных угодий Казахстана показали, что площадь почв с низким содержанием гумуса составила 5,70 млн. га, средним – 8,15 млн. га. Площадь почв с высоким содержанием гумуса снизилась до 528 тыс. га или до 2,1%. Вышеотмеченные фактические значения состояния почв пашни говорят о том, что процессом дегумификации почв охвачены практически все основные типы и подтипы почв.

Из общей площади неполивной пашни опустынено за счет дегумификации в слабой степени – 4,5 млн. га, умеренной – 5,2 и сильной степени 1,5 млн. га. Ухудшение гумусового состояния вызвало ухудшение физических, агрофизических, физико-химических свойств почв и создало резко отрицательный баланс биогенных элементов в почвах пашни. Так, площадь почв пашни с низким содержанием легкогидролизуемого азота составила 53,1%, со средним 24,4% и высоким 22,5%, а подвижного фосфора, соответственно, 35,2, 45,5 и 19,4%.

В настоящее время для рационального использования почвенных ресурсов и сохранения плодородия почв почвоведомы и агрохимиками республики, на основе научных подходов разработаны ряд инновационных технологий повышения плодородия почв, выработана единая методология системных подходов к агрохимии биогенных элементов в разрезе культур и почвенно-климатических зон. В процессе перехода к высокотехнологичным системам земледелия ключевой задачей должно стать получение оптимального высококачественного урожая при умеренной затрате на его получение, снижающей экологический риск. В этом направлении почвоведы и агрохимики Казахстана проводят исследования фундаментального и прикладного характера по проблемам агроэкологического мониторинга почв и экологической функции агрохимии.

Казахстан – крупнейшее животноводческое государство в Центральной Азии и располагает большим резервом для дальнейшего развития, как самой отрасли, так и ее кормовой базы. Кормовой потенциал естественных сенокосов и пастбищ республики в значительной степени зависит от особенностей ландшафта, одним из элементов которого является почвенный покров. Из 188,9 млн. га природных кормовых угодий 124 млн. га находится в зоне пустынь и полупустынь, соответственно, на серо-бурых, бурых и песчаных почвах, где в настоящее время на фоне общей аридизации планеты, а также многолетнего бессистемного использования пастбищ, наблюдается их масштабная деградация. Она начала распространяться и в степной и сухостепной зонах на почвах, характеризующихся низкой устойчивостью к антропогенному воздействию. В итоге площадь сбитых пастбищ в целом по республике составила 26,6 млн. га и 14,4% от общей площади пастбищ.

Поэтому для Казахстана, значительная часть территории которого занята песчаными массивами (30,5 млн. га) и засоленными почвами (94,4 млн. га), проблема борьбы с опустыниванием и решение вопросов кормопроизводства остается всегда актуальной.



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПАШНЯХ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Жидкин А.П.\*, Геннадиев А.Н.\*, Чендев Ю.Г.\*\*\*, Ковач Р.Г.\*

\**Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*

\*\**Геолого-географический факультет Белгородского государственного университета, г. Белгород*

COMPARATIVE ANALYSIS OF EROSION-ACCUMULATION PROCESSES ON UNEVEN-AGED CROPLANDS (BELGOROD REGION, RUSSIA)

Zhidkin A.P.\*, Gennadiev A.N.\*, Chendev Yu.G.\*\*\*, Kovach R.G.\*

\**Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*

\*\**Faculty of Geology and Geography, Belgorod State University, Belgorod*

На сегодняшний день в работах, посвященных эрозии почв, основное внимание исследователей направлено на изучение природных факторов развития эрозионно-аккумулятивных процессов, при этом особенности сельскохозяйственного освоения земель зачастую остаются учтенными не в полной мере. В свою очередь количественные оценки эрозионно-аккумулятивных процессов на территориях с разной длительностью освоения земель крайне малочисленны в литературе.

Для решения поставленной задачи был выбран участок в районе пос. Батрацкая дача (в 15-20 км к востоку от г. Белгорода), проанализированы исторические карты «Генерального Плана Белгородского Уезда» (1785), «Военно-топографическая карта Курской губернии» (1864), карта растительности юго-востока Курской губернии из работы В.Н. Сукачева (1903), а также построена цифровая модель рельефа. Для корректного сравнения были найдены склоны очень близкие по морфологическим параметрам, таким как длина, крутизна и форма профилей, но характеризующиеся разной длительностью сельскохозяйственного освоения – около 110 и 150 лет назад. Для учета всех факторов развития эрозионных процессов исследования разновозрастных пашен проводились попарно с учетом экспозиции склонов.

Количественная оценка эрозионно-аккумулятивных процессов проводилась на основе метода магнитного трассера, основанного на анализе запасов в почвах техногенных микрокомпонентов – сферических магнитных частиц (СМЧ), происхождение которых на территории исследования связано преимущественно со сжиганием угля в паровых локомотивах, функционировавших с конца 60-х годов XIX века. Методика исследований подробно описана в работах (Геннадиев и др., 2010; 2013 и др.).

Установлено, что средние по склонам темпы эрозии почв на пашне с более длительным периодом освоения были несколько выше, чем на более молодой пашне вне зависимости от экспозиции склонов, однако темпы эрозии почв различаются в небольшой степени и составляют 6,6-8,6 т/га в год на 150-летней пашне и 6,1-6,5 т/га в год на 110-летней пашне. Основные различия отмечаются на разновозрастных пашнях южной экспозиции – 8,6 и 6,5 т/га в год.

При этом максимальные темпы смыва на отдельных частях склонов достигают существенно более высоких значений. Так на 150-летней пашне темпы эрозии почв в средней и нижней частях склонов достигают 14,0-18,6 т/га в год. На 110-летней пашне максимальные темпы смыва приурочены исключительно к самым нижним частям склонов и достигают значений 14,1-20,3 т/га в год.

Выявлены четкие различия во внутрисклоновой аккумуляции наносов на разновозрастных пашнях. Так, на 150-летней пашне аккумуляция наносов практически отсутствует, составляя менее 0,3 т/га в год. В свою очередь на 110-летней пашне аккумуляция наносов отмечена на склонах обеих экспозиций и составляет 0,7 и 1,4 т/га в год.

Разновозрастные пашни характеризуются существенными различиями в темпах выноса вещества почв за пределы склонов, то есть темпами эрозионных потерь. Так, за

пределы исследованных распахиваемых земель на староосвоенных территориях выносятся от 6,6 до 8,3 т/га в год. На более молодой пашне этот показатель составляет 5,1-5,4 т/га в год. Таким образом, различия в ежегодных эрозионных потерях почв разновозрастных пашень составляют 20-40%.

Кроме количественных оценок темпов эрозионно-аккумулятивных процессов был проведен пространственный анализ локализации зон смыва и аккумуляции наносов. Установлено высокое подобие эрозионно-аккумулятивных кривых для склонов одних экспозиций. Так, на склонах южной экспозиции четко проявляется нарастание темпов смыва с увеличением расстояния от водораздела на протяжении первых 140-150 метров. Ниже по склону темпы смыва замедляются и на расстоянии 180-200 метров до расстояния 220-260 метров от водораздела эрозия почв сменяется зоной аккумуляции наносов. В нижней части склона отмечается вторая зона нарастания смыва с увеличением расстояния от водораздела и крутизны склона.

На склоне северной экспозиции на обеих пашнях отмечается плавное нарастание темпов смыва с увеличением расстояния от водораздела до отметки 260-300 метров. Ниже по склону до 400 метров выявлено уменьшение темпов смыва, однако без проявлений аккумуляции наносов. Ниже отметки 400 метров до конца пашни проявляется вторая зона нарастания смыва с увеличением расстояния от водораздела и крутизны склона.

Таким образом, на всех исследованных склонах отмечается две зоны нарастания смыва и между ними участок склона, на котором отмечается уменьшение смыва с падением склона или даже аккумуляция наносов.

Полученные пространственные распределения подтверждают данные о том, что нарастание интенсивности наносообразования вниз по склону происходит только в верхних частях склонов, в зоне добегания волны, ниже которой не наблюдается связи между нарастанием интенсивности стока с расстоянием от водораздела (Светличный, 1991; Жидкин и др., 2015). Вопрос о длине зоны добегания остается дискуссионным, в частности для Белгородской области в публикации (Буряк, Терехин, 2014) она принималась равной 115 метрам. Согласно полученным нами данным для склонов южной экспозиции это значение составило около 150 метров, а для склонов северной экспозиции – около 280 метров.

Важно отметить, что пространственная локализация зон смыва и аккумуляции наносов на разновозрастных пашнях в пределах склонов одной морфологии и экспозиции оказывается достаточно сходной. Однако на пашне с более длительным периодом освоения амплитуда колебаний значений несколько больше, а эрозионно-аккумулятивные кривые «сдвинуты» в сторону более высоких темпов эрозии почв.

Работа выполнена при поддержке проекта РГО-РФФИ №13-05-41158

#### Литература

1. Геннадиев А.Н., Кошовский Т.С., Жидкин А.П., Ковач Р.Г. Латеральная миграция твердофазного вещества почв в пределах ландшафтно-геохимической арены (метод магнитного трассера) // Почвоведение. 2013. - №10. – с. 1-12.
2. Буряк Ж.А., Терехин Э.А. Особенности пространственной дифференциации рельефного фактора для оценки эрозионных потерь почвы в пределах водосборной площади // Эколого-географические исследования в речных бассейнах. Материалы четвертой всероссийской научно-практической конференции. 2014. – с. 89-93.
3. Жидкин А.П., Голосов В.Н., Светличный А.А., Пяткова А.В. Количественная оценка перераспределения наносов на пахотных склонах на основе использования полевых методов и математических моделей // Геоморфология. 2015. - №2. – с. 41–53.
4. Светличный А.А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования // География и природные ресурсы. 1991. - №4. – с. 123-130.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ  
МИГРАЦИИ ТВЕРДОФАЗНОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ  
(НА ОСНОВЕ МЕТОДА МАГНИТНОГО ТРАССЕРА)

А.П. Жидкин, А.Н. Геннадиев, Е.Н. Шамшурина\*

*\*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*  
DEVELOPMENT OF APPROACHES OF QUANTITATIVE ASSESSMENTS OF VERTICAL  
SOIL SOLID PHASE MIGRATIONS (BY MAGNETIC TRACER METHOD)

Zhidkin A.P., Gennadiev A.N., Shamshurina E.N.\*

*\*Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*

Важное значение в формировании свойств почв и почвенного покрова имеют процессы радиального перемещения твердофазного почвенного вещества, которые обусловлены разнообразными факторами географической среды. Однако количественные оценки радиального массопереноса в почвах остаются исследованными не в полной мере, в частности в связи с недостаточной разработанностью методов исследования.

Одним из решений данной проблемы является использования различных методов трассеров (Reneau, Dietrich, 1991; McKean et.al., 1993; Reneau, 1998; Roering et. al., 1999; Small et.al., 1999; Heimsath et.al., 2000, 2002; Семенов, Усачева, 2013). В данной работе впервые был использован новый подход, который основан на применении метода магнитного трассера, базирующегося на анализе радиального распределения в почвах сферических магнитных частиц (СМЧ). Происхождение СМЧ – преимущественно техногенное, связанное со сжиганием угля. На территории исследования основными источниками СМЧ, являлись паровые локомотивы, работавшие в конце XIX и начале XX веков. СМЧ поступают в почвы исключительно из атмосферы и их радиальное перераспределение отражает процессы вертикальной миграции твердофазного вещества почв. Физические свойства СМЧ, такие как размер (10-50 мкм) и вес соответствуют свойствам почвенного мелкозема. СМЧ достаточно инертны в химическом плане и могут сохраняться в почвах автономных ландшафтов как минимум сотни лет без видимых признаков разрушения.

Определение содержания СМЧ в почвах основывается на выделении из почвенной массы магнитной фракции и определении под микроскопом доли в ней СМЧ. Морфологические особенности СМЧ позволяют четко диагностировать их на фоне других сильномагнитных минералов. До сих пор СМЧ использовались в основном в качестве трассеров латеральных эрозионных процессов (Геннадиев и др. 2005, 2010, 2013; Olson et.al, 2013 и др.). Применение СМЧ для изучения вертикальной миграции твердофазного вещества почв начато недавно, методические подходы описаны в работе (Жидкин, 2014).

Объекты исследования расположены в Белгородской области, в 15 км к востоку от г. Белгорода, на ключевом участке «Батрацкий» вблизи поселка Батрацкие дачи. На основе анализа исторических карт изменения лесистости исследуемой территории были выбраны три участка с различными условиями землепользования: а) «старая» пашня, освоение которой произошло около 160 лет назад; б) «молодая пашня», освоение которой произошло около 120 лет назад; в) лесной участок, который не распахивался как минимум последние 150 лет. Данные участки расположены на расстоянии 3-4 км друг от друга, что обеспечивает сопоставимость физико-географических условий и почв исследованных участков.

Проведенный анализ СМЧ выявил существенные различия в их радиальном распределении в почвах при разных условиях землепользования. Под лесом отмечается высокая сходимости содержания СМЧ в дублирующих почвенных колонках. Характер радиального распределения аккумулятивно-регрессивный. Содержание СМЧ в верхних слоях варьирует от 11,7 до 23,1 мг/кг. С глубиной их содержание резко уменьшается, в слое 14-21 см варьирует от 4,8 до 5,9 мг/кг, затем снижение становится более плавным. Важно отметить, что СМЧ обнаруживаются во всей исследованной толще лесных почв - даже в слое

63-70 см, хотя их содержание небольшое (всего от 0,3 до 1,3 мг/кг), но СМЧ четко диагностируются, что ярко свидетельствует о большой мощности охвата почвенного профиля педотурбационными процессами под лесом, в среднем до глубины 68 см.

На пашне 120-летнего возраста характер радиального распределения аккумулятивный с плавным, относительно равномерным, снижением содержания СМЧ от 6,2-13,7 мг/кг в верхних слоях до 3,0-8,7 мг/кг – в слое 28-35 см и до 0,1-4,1 мг/кг в слое 42-49 см, ниже по профилю продолжается плавное снижение их содержания. Глубина проникновения на молодой пашне в среднем по трем почвенным колонкам составляет 58 см, что на 10 см меньше, чем под лесом. В отличие от лесного профиля на молодой пашне отмечается сильное варьирование содержания СМЧ в дублирующих колонках на всех глубинах.

На пашне 160-летнего возраста отмечается аккумулятивный характер радиального распределения СМЧ с ярко выраженной однородностью их содержания в пахотном горизонте. Так, содержание СМЧ по глубинам 0-7, 7-14, 14-21 составило сходные значения: в 1 колонке 9,2; 9,6; 9,4 мг/кг, во второй колонке – 5,3; 7,0; 6,1 мг/кг, в третьей колонке 6,8; 8,3; 9,0 мг/кг. Данное распределение можно считать очень однородным по сравнению с отмеченным ранее варьированием содержания СМЧ в почвах под лесом и молодой пашней. Глубина проникновения СМЧ под «старой» пашней еще меньше, чем на других участках и составляет в среднем лишь около 49 см.

На основе радиального распределения СМЧ была разработана методика расчета вертикальной нисходящей миграции твердофазного вещества почв (V), описываемая следующей формулой:

$$V = \frac{(Z - Z_1) * M_1 + (Z - Z_1 - Z_2) * M_2 + \dots + (Z - Z_1 - Z_2 - \dots - Z_n) * M_n}{Z + T}, \text{ где}$$

$\Sigma Z$  – суммарный запас СМЧ в почвенном профиле (г/м<sup>2</sup> в слое),  $Z_n$  – запас СМЧ в слое n (г/м<sup>2</sup> в слое),  $M_n$  – мощность слоя n, T – период нахождения СМЧ в почвах (лет),

Скорости проникновения СМЧ вглубь почв составили: в лесной почве 0,15-0,17 см/год; на пашне 120-лет использования 0,14-0,20 см/год; на пашне 160-лет использования 0,14-0,18 см/год.

Темпы вертикальной миграции твердофазного вещества почв, рассчитанные по указанной формуле с добавлением данных о послонных плотностях почв составили следующие значения: в лесной почве 19 т/га в год; на пашне 120-лет использования 22 т/га в год; на пашне 160-лет использования 24 т/га в год.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в ряду лес, «молодая» пашня, «старая» пашня отмечается тренд в увеличении темпов вертикальной миграции твердофазного вещества почв, однако различия не большие, всего 1,2-1,3 раза. Также в данном ряду почв проявляется четкий тренд в глубине проникновения СМЧ – 68, 58 и 49 см.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №14-05-31141

#### Литература

1. Жидкин А.П. Применение техногенных магнитных меток в качестве индикатора педотурбаций пахотных и целинных почв // Экология и биология почв. Материалы международной научной конференции. Ростов-на-Дону. 2014. 276-280

УГЛЕВОДОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ И ПРИГОРОДНЫХ ПОЧВ  
КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Хлынина Н.И., Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н.\*

\**Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*

HYDROCARBON STATE OF URBAN AND SUBURBAN SOILS  
AS CHARACTERISTICS OF THEIR TECHNOGENIC POLLUTION

Zhidkin A.P., Koshovskii T.S., Khlynina N.I., Pikovskii Yu.I., Gennadiev A.N.\*

\**Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)*

В настоящее время актуальными остаются вопросы изучения углеводородных соединений, вызывающих ухудшение качества окружающей среды и при этом повсеместно распространенных в природных и техногенных ландшафтах. В научный оборот введены такие понятия как «углеводородное состояние почв» и «углеводородное геохимическое поле» в почвенном покрове, облегчающие понимание поведения и генезиса углеводородов в ландшафтах на основе исследований всей совокупности углеводородных соединений в почвах (Пиковский и др., 2008, 2009).

В упомянутых работах разработана концепция и обоснована типология углеводородных геохимических полей в почвах. Одними из наиболее распространенных среди них являются атмо-седиментационные геохимические поля, формирующиеся в результате выбросов аэрозолей промышленными предприятиями, отопительными устройствами, транспортом. Эти поля часто приурочены к городским и пригородным ландшафтам и в этом случае в почвенном покрове города формируются специфические типы углеводородного состояния почв, обусловленные наложением друг на друга ореолов загрязнения от различных источников, которые связаны с функциональной принадлежностью территории и историей ее освоения.

В данной работе представлены результаты исследования углеводородного состояния почв одного из городов Ногинского района Московской области и прилегающих к нему пригородных территорий.

Исследования проводились на двух площадках. Первая площадка расположена в пределах городской черты, непосредственно около завода технического углерода (импактного источника загрязнения), технологические выбросы от которого попадают в почву через атмосферу. Вторая площадка находилась на пригородной территории с естественной растительностью на удалении около 2 км к северу и востоку от завода. На данном участке были опробованы и исследованы почвы, приуроченные к территории и окрестностям заводов, к сельхозугодиям и лесным массивам, а также к различным формам микрорельефа.

На площадке около источника техногенного загрязнения наиболее техногенно-трансформированные почвы были отнесены к подтипам хемозёмов, которые накладывались на гумусовые урби-стратифицированные псаммозёмы, либо на урбистратифицированные серогумусовые почвы. На территории заводов и в непосредственной близости от них наблюдались поверхностные грунты, близкие по свойствам к токсieurбистратам и химически загрязнённым урбиквазизёмам. Реже на наиболее измененных участках города встречались хемозёмы по укороченному профилю альфегумусовых почв или подзолов. К пашням были приурочены агрозёмы альфегумусовые химически загрязненные оподзоленные постагрогенные, дерново-подзолисто-глеевые постагрогенные грубогумусированные химически загрязнённые на двучленных наносах, агродерново-подзолистые конкреционные переуплотнённые химически загрязнённые.

Площадка, максимально приближенная к территории предприятия, характеризует типичную картину загрязнения почв при выпадении на ее поверхность сажи. Содержание битумоидов в верхнем, 20-сантиметровом горизонте наиболее высокое - от 500 до 10000 мг/кг почвы. Битумоид тяжелый маслянисто-смолистого и смолистого типов - с низким

коэффициентом L - (медиана 0,1). Вглубь почвенного профиля массовое содержание битумоида постепенно снижается. При уровне концентрации битумоида в верхнем 5-сантиметровом горизонте 10000 мг/кг почвы, на глубине 17-30 см содержание битумоида уже составляет 500 мг/кг. Фоновых значений (50 мг/кг) оно достигает только на глубинах 60-100 см.

Содержание ПАУ в битумоиде высокое - от 1 до 40%, что связано со специфичностью загрязнителя. Массовое содержание ПАУ в почвах на площадке с импактным загрязнением изменяется от 1 до 1500 мг/кг. Характерной чертой состава ПАУ является присутствие в их составе канцерогенного бенз(а)пирена (до 15-18% от суммы ПАУ), что не наблюдается в ландшафтах, не подверженных воздействию техногенеза. В наиболее загрязненных местах содержание бенз(а)пирена в почве достигает 17 мг/кг при медиане около 0,4 мг/кг. Характерная черта распределения ПАУ, и бенз(а)пирена в частности, в почвенном профиле - это их накопление на некоторой глубине (15-25 см и глубже), так как на поверхности почв происходит более интенсивное их механическое рассеяние и фотохимическое разрушение. В составе ПАУ присутствует весь спектр тестируемых полиаренов: флуорен, дифенил, гомологи нафталина, фенатрен, хризен, пирен, тетрафен, антрацен, бенз(а)пирен, бенз(ghi)перилен, перилен. Наиболее высокие медианные доли в составе ПАУ имеют фенатрен (36%), хризен (12%) и пирен (9%). Больше 50% от суммы ПАУ достигает в отдельных горизонтах почв только фенатрен.

На площадках в пределах пригородной территории с естественной растительностью, находящихся на удалении около 2 км от импактного источника загрязнения, почвы представлены подзолами, альфегумусовыми почвами, дерново-подзолисто-глеевыми.

Содержание битумоидов и ПАУ в этих почвах существенно ниже по сравнению с техногенно измененными территориями. В отличие от почв загрязненных ландшафтов медиана массового содержания битумоидов снижается от 500 до 6, а ПАУ от 12 до 0,03 мг/кг. Массовое содержание битумоидов изменяется, в основном, от 5 до 65 мг/кг, а ПАУ от 0,01 до 6 мг/кг. Характерно существенное снижение содержания бенз(а)пирена. В большинстве случаев оно ниже 0,01 мг/кг, лишь в отдельных пробах его содержание достигает 0,07 мг/кг. Хотя по своему уровню содержание битумоидов и ПАУ достигает фоновых значений, их состав аналогичен таковым на импактной площадке, что однозначно говорит об источнике, формирующем углеводородное состояние почв на этом участке.

Таким образом, наиболее сильное атмо-седиментационное воздействие на почвы локализуется непосредственно в ближайших окрестностях импактного источника загрязнения (до 1 км). Максимум загрязняющих веществ накапливается на гумусовом сорбционном барьере в пределах верхних частей почвенных профилей. Концентрация атмосферных выпадений в почве с удалением от источника быстро уменьшается до уровня фона. Вместе с тем состав выпадений, включая самые опасные соединения, остается аналогичным импактному источнику.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ №14-17-00193

#### Литература

1. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Пузанова Т.А., Оборин Ю.И., Красногеева А.А., Жидкин А.П. Углеводородное состояние почв на территории нефтедобычи с карстовым рельефом // Почвоведение. 2008. № 11.
2. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Красногеева А.А., Пузанова Т.А. Углеводородные геохимические поля в почвах района нефтяного промысла // Вестник МГУ. Серия география. 2009. № 5.

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ И ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ  
ВЬЕТНАМА

Ле Тхи Ким Зунг, Д.В. Брыков

*Факультет экономики и управления территориями «МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ» (МИИГАиК),  
г. Москва, kimdungx\_2001@mail.ru , kiozp2009@yandex.ru*

SOIL RESOURCES AS A TOOL FOR SECURITY OF FOOD AND THE BASIS OF  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS OF VIETNAM

Le Thi Kim Dung, D. V. Brykov

*The faculty of economics and territory management Moscow State University of Geodesy and  
Cartography (MIIGAiK)*

*kimdungx\_2001@mail.ru , kiozp2009@yandex.ru*

Вьетнам – преимущественно аграрная страна, где больше часть населения проживает в сельской местности. В последние десятилетия во Вьетнаме реализуется государственная политика перехода к социально-ориентированному рыночному механизму на основе государственной собственности на землю. В отношении земли, как невозпроизводимого ресурса, наблюдается неспособность рынка в решении задачи рационального использования и защиты окружающей среды.

К сожалению, по ряду объективных и субъективных причин, экономическая эффективность землеустроительного обеспечения устойчивого развития сельских территорий остается невысокой. Так, часто нарушаются утвержденные схемы землеустройства хозяйств из-за постоянно меняющейся конъюнктуры внутреннего и внешнего продовольственных рынков, имеет место мелкое дробление земельных участков как следствие реализации политики максимизации занятости сельского населения, постепенно ухудшаются плодородие почв и качество всего природного комплекса по причине интенсивной эксплуатации и химизации земель, увеличивается дефицит земельных ресурсов и нарушается структура посевных площадей как прямой результат урбанизации и индустриализации экономики и косвенное воздействие от вступления страны во ВТО.

Для самодостаточности и экономического роста страны необходимо повысить адаптацию землепользователей к изменяющимся условиям и их мотивацию, обеспечить большую свободу ведения крестьянского хозяйства, быстрее удовлетворить потребности населения в разнообразных товарах сельскохозяйственного происхождения и обеспечить экспорт продовольственных продуктов.

Территория Вьетнама делится на три крупных физико-географических района. Северный район включает административную область Бакбо. Рельеф очень сложный: равнина дельты Красной реки, предгорный и горный районы. Центральный район (Чунг бо) охватывает возвышенности от Коль-де-нюаж до низменности Намбо. По характеру рельефа здесь резко выделяются плоскогорья и береговые низменности. Южный район охватывает территории, расположенные в дельте реки Меконг. Наличие территории в основном с предгорным и горным рельефом ограничивает распаханность сельскохозяйственных угодий и вызывает водную эрозию при ливневых дождях и наводнениях.

Земельным законодательством Вьетнама(редакция от 2003 г.) установлено разделение земельного фонда на три категории: 1) земли сельскохозяйственного назначения; 2) земли несельскохозяйственного назначения; 3) неиспользуемые земли. На основании доклада № 100/ВС-ВТНМТ от 2-ого июля 2013 г. Министра Министерства природных ресурсов и экологии Вьетнама земельный фонда страны составляет около 33097,2 тыс. га, в том числе: 26371,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, 3777,4 тыс.га несельскохозяйственных земель и 2948,3 тыс. га неиспользуемых земель. Из этих данных видно, что значительную площадь земельного фонда занимают земли сельскохозяйственного назначения - 79,7 % всей

земельной площади страны. Большая часть площади для сельскохозяйственных нужд занята лесными угодьями, что составляет 46,5% от общего объема территории страны. Под сельскохозяйственное производство фактически выделены 30,9 % площадей земельного фонда – это 10210,8 тыс. га. Из них земли, занятые однолетними культурами, составляют 6422,8 тыс. га, среди которых основной является рис – 4097,1 или 12,4%. Земли, занятые многолетними насаждениями, составляют 3788,0 тыс. га или 11,4%. Для рыбоводства отведено 710,0 тыс.га или 2,1 %, а для производства соли всего 17,9 тыс. га или 0,1%.

Несельскохозяйственные земли составляют 3777,4 тыс. га (11,4% всех площадей страны), в том числе 695,3 тыс. га (2,1%) жилищных земель; 1884,4 тыс. га (5,7%) специальных земель; 15,1 тыс.га (0,04%) религиозных земель; 101,5 (0,3%) тыс.га земель кладбищ; 1076,9 тыс.га (3,3%) тыс.га земель рек и водоемов, 4,2 тыс.га (0,01%) других несельскохозяйственных земель.

На значительных площадях неиспользуемых земель проводится работа по восстановлению леса и увеличению его площадей для противоэрозионных мероприятий и охраны окружающей среды.

Однако большой проблемой остается обеспечение продовольствием населения страны, поэтому необходимо рациональное освоение и проведение мелиоративных мероприятий неиспользуемых земель. В это число входят 2948,3 тыс. га или 8,9% от всех площадей земель страны.

Уделяется значительное внимание развитию земель сельскохозяйственного назначения, в том числе для организации и управления сельскохозяйственным производством. Со стороны государства это способствует продовольственной безопасности внутренней политики страны. Однако в современных условиях рыночной ситуации ускоряется темп городской урбанизации, поэтому перевод земель в другие категории для несельскохозяйственных целей допускается в соответствии с установленным законодательством.

На основе климатических, физико-географических, гидрографических, почвенных и растительных условий, с учётом особенностей ведения сельского хозяйства, административного подчинения, территория Вьетнама подразделяется на семь эколого-экономических зон: 1) северная равнинная зона (дельта Красной реки); 2) северная горная и предгорная зона; 3) центральная зона; 4) побережная зона; 5) зона Тайнгуен; 6) юго-восточная зона; 7) южная равнинная зона (дельта реки Меконг). Из данных динамики земельного фонда страны по зонам видно, что за период 2005-2011 гг. увеличивалась площадь сельскохозяйственных земель по всем зонам, кроме Юго-восточной зоны. Возрастающая площадь сельскохозяйственных земель составила 5257,77 тыс. га (6,9% по сравнению с площадью земель 2000 г.). Однако площадь земли для самого сельскохозяйственного производства уменьшалась на 59,8 тыс. га для северной равнинной зоны, на 70,44 тыс. га для юго-восточной зоны и на 123,25 тыс. га для южной равнинной зоны. Это последствие перевода сельскохозяйственных земель для урбанизации. Земли лесного фонда в основном увеличиваются. Только лесные земли южной равнинной зоны уменьшились на 25,73 тыс. га (7,62% по сравнению с площадью 2000 г.).

Большинство земель под многолетними насаждениями находятся в зонах: юго-восточной, Тай Нгуен, северной горной и предгорной. Их площадь увеличилась на 695,60 тыс. га, в том числе Восточная Намбо 196,82 тыс га, Тайнгуен 278,91 га, северной горной и предгорной 57,63 тыс.га. Это результат перевода их из неиспользуемых земель и земель, занятых малопродуктивными однолетними культурами для возделывания ценных, высокопродуктивных, промышленных, плодовых и многолетних насаждений.

Правовые факторы одни из основных влияющих на устойчивое развитие сельских территорий.

В настоящее время, в условиях перехода к рыночным отношениям изменяется распределение земель и их охрана. Постоянно изымают земли продуктивных сельскохозяйственных земель часто не по закону. Несправедливое возмещение убытков



землепользователям при изъятии земель приводит к возникновению многих земельных споров. Не совершенствуются методы оценки земель с учетом природных и почвенных факторов.

Ограничение срока использования сельскохозяйственных земель, а также сложности при получении кредита землепользователями и передел земли, уменьшают инвестиции средств в сельское хозяйство.

По данным генерального управления по статистике на сентябрь 2012 проведен анализ состояния занятости трудовых ресурсов в сельской местности. Из него видно, что численность населения страны увеличилась с 2007 – 2011 гг. на 3621 тыс.чел. Сельское трудоспособное население в возрасте более 15 лет занимает 70,7% общей численности сельского населения. Она уменьшилась на 3,4% по сравнению с 2007 г. Население, занимающееся сельским производством (сельским хозяйством, лесным хозяйством и рыболовством), не сильно уменьшилось. В 2011 г. его удельный вес занимал 48,4% численности населения страны. Нехватка рабочих мест в сельской местности составляет 3,56%.

В 2011 году значительная часть сельскохозяйственных земель была предоставлена в целях развития крестьянского фермерского хозяйства – 1400 тыс. га.

Одним из факторов, влияющих на уровень развития сельской местности, является инфраструктурное развитие. В 2011 г. по стране наблюдается 9071 община. В настоящее время на общинном уровне вопросами землеустройства занимается кадастровый сотрудник. В каждой общине имеется один или два кадастровых сотрудника, это слишком мало. Также на уездном уровне управленческим органом в области землеустройства является бюро природных ресурсов и окружающей среды. Его структура не разделена на специальные отделения. На перспективу необходимо разработать его структуру. Кроме того, недостаточная квалификация его работников вызывает затруднения в проведении землеустроительных работ. На уездном уровне организационная структура управления упрощена, но объем работ больше.

Увеличение производства – это расширение посевов, внедрение агротехнологий и обеспечение материально-технических и социально-экономических условий их реализации. Получить урожай, не обеспечив его формирование должным количеством элементов минерального питания растений, в ближайшей перспективе невозможно.

Из динамики изменения посевных площадей основных сельскохозяйственных культур видно, что на перспективу сокращается площадь земель под рисом. Площадь земель, занятых табаком, хлопком, чаем, ананасом будет уменьшаться на перспективу. Площадь земель под остальными культурами будет увеличиваться.

Смена одних культур другими создает необходимость своевременного подробного почвенно-агрохимического и экологического обследования земель.

Рациональное природопользование в сельском хозяйстве всегда начинается с оптимальной организации территории. Для наилучшего и эффективного использования сельскохозяйственных земель становится актуальной разработка основных направлений специализации сельскохозяйственного производства.

Объективную оценку современного состояния ресурсов в агропроизводстве в масштабе страны невозможно провести в силу отсутствия информации и недостаточных комплексных исследований по данному вопросу [1-5].

#### Выводы

Во Вьетнаме основная форма хозяйствования на землях сельскохозяйственного назначения - крестьянское (семейное) хозяйство.

Сельская территория обеспечивает продовольственную продукцию, питание населения, безопасность страны. Кроме этого, она играет важную роль в обеспечении социальной стабильности. Поэтому устойчивое развитие и землеустройство сельских территорий в условиях перехода к рыночным отношениям должны рассматриваться с социально-политических, экономических и экологических точек зрения.

Развитие сельской местности и городской территории, как два элемента, взаимосвязаны между собой. В связи с увеличением уровня и качества жизни сельских жителей, необходимо разрабатывать основные направления сельского устойчивого и эффективного землепользования, повышать конкурентоспособность сельского, лесного хозяйства и рыбоводства, диверсификацию сельской экономики, улучшать ландшафт сельской местности, защищать окружающую среду, оказывать государственную поддержку программ интегрированного развития сельского и лесного хозяйства и землеустройства сельских территорий.

Земельные ресурсы, как природное тело, основа жизнедеятельности, пространственная база для размещения объектов недвижимости, инфраструктуры, объектов экономического оборота и социально-экономических отношений. Поэтому землеустройство служит главным механизмом организации рационального использования и охраны земель, обновления деревень, улучшения сельского ландшафта и инфраструктуры. Также осуществляются природоохранные мероприятия по защите земель от наводнений, эрозии, деградации и других негативных воздействий на земельные и другие природные ресурсы.

Одним из важнейших элементов устойчивого развития сельских территорий, является создание адекватной управленческой организации различного уровня.

С учетом зарубежного опыта очевидно, что одним из приоритетов для устойчивого развития сельских территорий является поддержка государства в проведении деятельности по землеустройству. Создается крупное эффективное сельское хозяйство и проводится диверсификация сельской экономики.

Целесообразно создать оценку стоимости сельскохозяйственных земель с учетом природно-климатических и почвенных факторов. Полученные результаты используются для проведения зонирования территории, служащего выявлению эффективной территории сельскохозяйственного производства. Также на основе оценки стоимости земель возможно обновление системы налогообложения на сельскохозяйственное землепользование.

Следует разработать программу сохранения, использования информации о землях и иной недвижимости, находящихся на сельских территориях. Эта программа сократит время на получение необходимой информации и документации и поможет принять правильное землеустроительное решение.

#### Литература

1. Социалистическая Республика Вьетнам. Закон. Земельное законодательство [Электронный ресурс]: закон СРВ от 29 ноября 2013 № 13 Народного собрания СРВ // <http://chinhphu.vn>.
2. Чан Ан Фонг. О районировании и проектировании сельского хозяйства в стране. - Ханой.: Правда, 1991. - 112 с
3. Доклад о стратегии землеустройства Вьетнама до 2020 года и ориентировано на 2030 г. / [Текст] / Министерство ресурсов и экологии.
4. Статистические данные Министерства ресурсов и экологии о состоянии использования земель.
5. Sustainable land management sourcebook. - Washington : World bank, cop. 2008. - XIV, 178 с. : ил.; 28 см. - (Agriculture and rural development).

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ  
ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ОПИСАНИЯ ПОЧВ

А.В. Иванов

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, avi@soil.msu.ru*

PHYSICAL AND MATHEMATICAL INTERPRETATION  
OF DIGITAL MODEL DESCRIPTIONS OF SOILS

A.V. Ivanov

*Soil science faculty of MSU*

Цифровая модель описания почвы есть унифицированный метод формализации и описания категорий и понятий предметной области, определяемой уравнением В.В. Докучаева  $\Pi = f(K, O, G, P, t)$ , реализованный в форме электронной базы данных и основанный на фундаментальном отличии электронной среды коммуникации от устной и письменной сред – физическом разделении формы хранения и формы визуализации данных. В отличие от традиционного подхода к проектированию почвенных баз данных, как хранилищ конкретных результатов измерений свойств почв, цифровая модель описания почвы описывает потенциальное множество результатов измерений и смысловых отношений между ними, отделяя его от собственно хранилища данных. Это позволяет переложить на вычислительные устройства формально-логические алгоритмы связывания и обработки хранимых данных и данных, описывающих предметную область, аналогично тому, как это делается при работе с числовыми множествами и составляющими их элементами – цифровыми символами.

Цифровая модель описания почвы работает с прямыми именами (наименованиями) терминов почвоведения – в алфавитно-цифровой форме, дополняя их метаданными – данными, определяющими термин и парные отношения между ними как множествами имен четырёх базовых понятий: объектов, показателей, значений и методов:

- объект (почвенный объект) – элемент строения глобального почвенного тела, имеющий геометрическую, физическую интерпретацию и имя;

- показатель (показатель свойства почвы) – элемент описания свойства объекта, имеющий имя и раскрывающий физическую, химическую или иную сущность объекта;

- значение (значение показателя свойства почвы) – элемент описания свойств почвы, имеющий имя и качественно или количественно характеризующий степень, градацию или иную меру проявления показателя свойства почвы;

- метод (метод определения значения показателя свойства почвы) – элемент описания свойства почвы, имеющий имя и описывающий процедуру или способ определения значения показателя свойства почвы.

Геометрическая интерпретация ЦМОП описывает структуру и порядок взаимоотношений между почвенными объектами, который определяется геометрической вложенностью объектов друг в друга, образующими древовидную иерархию N-мерных объектов:

- почвенный контур (полигон) – 2D-объект, показывающий географическое положение некоторой генерализованной группы или подмножества единичных экземпляров глобального почвенного тела;

- почвенный разрез (0D-объект) – элемент строения почвы, показывающий местоположения единичного экземпляра почвы в 2D-географическом пространстве почвенных объектов;

- почвенный профиль – 1D-объект, ортогональный по отношению к почвенному контуру и характеризующий вертикальное строение единичного экземпляра почвы, специфическим почвенным показателем свойства этого объекта является наименование почвы;

- почвенный горизонт (1D-объект) - часть вертикального строения почвенного профиля, имеющая верхнюю и нижнюю границы, специфическим почвенным показателем свойства этого объекта является индекс почвенного горизонта;

- морфологический элемент (0D-объект) - элемент строения или часть почвенного горизонта, имеющий собственное имя (наименование) и характеризующийся собственным набором свойств безотносительно к положению элемента в горизонте;

- почвенный образец (1D-объект) - часть почвенного горизонта, отбираемая на лабораторное исследование, характеризуется обязательными показателями - верхней и нижней глубиной отбора.

Физическая интерпретация ЦМОП наделяет каждую группу объектов собственным набором свойств – индексированным показателем свойства почвы. Каждое из этих свойств рассматривается как совокупность трёх именованных элементов - показателя, методов и значений, взаимосвязанных отношениями:

- каждый показатель связан с одним или группой методов определения значения показателя;

- каждый показатель связан с собственным набором значений показателя;

- каждый метод связан с определенным набором значений показателя.

Имена объектов, показателей, методов и значений, выраженные в алфавитно-цифровой форме, персонифицируют каждый элемент описания почвы, а их использование как терминов, имеющих определения, позволяет поддерживать равновесные отношения между объемом и содержанием каждого понятия.

Собственно хранилище почвенных данных представляет линейную цепочку записей экспериментальных фактов: объект *o* характеризуется значением *v* показателя *i*, определённого методом *m*, или набор кортежей в формате минимальной информационной почвенной единицы –  $S_{\min}=[o, i, v, m]$ .

Описанный метод формализации позволяет алгоритмизировать описание отношений между множествами понятий и категорий почвоведения, выражаемыми алфавитно-цифровыми символами, а также дать строгую математическую интерпретацию описанию почвы как дерева ассоциированных массивов показателей свойств в пространстве почвенных объектов:

$$\Pi = \Sigma(V[pID][p,0,0]) + \Sigma(V[hID][p,h,0]) + \Sigma(V[eID][p,h,e]) + \Sigma(V[sID][p,h,s]),$$

где  $\Pi$  – почва,  $V$  – значение показателя свойства почвы,  $[pID]$ ,  $[hID]$ ,  $[eID]$ ,  $[sID]$  – индексы ID показателя свойства почвы соответствующего типа объекта ( $p$  – профиль,  $h$  – горизонт,  $e$  – морфологический элемент,  $s$  – образец),  $[p,0,0]$ ,  $[p,h,0]$ ,  $[p,h,e]$ ,  $[p,h,s]$  – хранимые индексы множеств почвенных объектов: профиля  $\{pID \mid pID(ObjectTypeID=P)\}$ , горизонта  $\{hID \mid hID(ObjectTypeID=H)\}$ , морфологического элемента  $\{eID \mid eID(ObjectTypeID=E)\}$ , образца  $\{sID \mid sID(ObjectTypeID=S)\}$ .

УДК 631.42:351.777

## О НОРМИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВАХ МЕГАПОЛИСОВ

Л.П.Капелькина

*Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,*

*г.Санкт-Петербург, [kapelkina@mail.ru](mailto:kapelkina@mail.ru)*

## ON STANDARDIZATION OF THE POLLUTANTS IN THE MEGAPOLIS' SOILS

L.P.Kapelkina

*St.-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety RAS*

Городские почвы – урбаноземы. На них не выращивают продуктивные леса, с них не собирают урожаи сельскохозяйственных культур. Интерес к ним обусловлен высоким уровнем содержания в них загрязняющих веществ и высокой плотностью населения в мегаполисах. Почвы города являются основным депонентом оседающих из атмосферы

загрязнений и имеют большое значение для функционирования зеленых насаждений: деревьев, кустарников, газонных трав в городских экосистемах.

Требования к качеству почвы в зависимости от направления их использования могут существенно отличаться. В сельском хозяйстве при выращивании культур на загрязненных землях основополагающим критерием является сохранение продуктивности и качества сельскохозяйственных растений, идущих в пищу и на корм скоту. В городских экосистемах определяющим критерием считается обеспечение устойчивости и декоративности зеленых насаждений, эстетического вида озелененного участка, а высокая скорость роста и продуктивность травянистых растений газонов может рассматриваться в качестве отрицательного факта, увеличивающего затраты на их более частое скашивание.

Поведение загрязняющих веществ в почвах характеризуется значительной сложностью и находится в большой зависимости не только от источников выбросов – промышленных предприятий и транспорта, но и таких показателей почв, как содержание органического вещества, емкость катионного обмена, реакция среды (величина pH), гранулометрический состав. Одни вещества в результате вымывания из атмосферы аккумулируются в почвах, другие практически не задерживаются в ней и мигрируют в условиях промывного водного режима по почвенному профилю, третьи подвергаются деградации или трансформации. На поведение загрязняющих веществ в почвах большое влияние оказывают природные условия, количество выпадающих осадков, тип водного режима, рельеф территории, хозяйственная деятельность.

Следует отметить, что санитарно-гигиенические нормативы, в частности ПДК загрязняющих веществ в почвах, используемые в России, лишь частично отвечают своему назначению, поскольку они территориально не дифференцированы, не учитываются типы почв, их устойчивость, географическая зона, а также виды землепользования (земли сельскохозяйственного назначения, лесные, городские), а в пределах города – характер использования земель по категориям объектов. ПДК в России одни и те же, как для почв сельскохозяйственных угодий, так и промышленных зон крупных городов. Российские ПДК отличаются от зарубежных нормативов и стандартов в десятки и сотни раз.

В зарубежных странах используются комплексные нормативы и стандарты. Уровни содержания загрязняющих веществ в городских почвах в странах ЕЭС, США, Канады, некоторых азиатских странах превышают ПДК загрязняющих веществ почв России в десятки и сотни раз. Например, ПДК содержания валового свинца в России составляет 32 мг/кг почвы, в Англии -300 и 2000 мг/кг для городских почв различного использования. В Канаде содержание свинца в почвах городских парков допускается до 500, а в почвах земель под промышленным и коммерческим использованием – до 1000 мг/кг. В почвах сельскохозяйственных угодий норматив составляет - 37,5 мг/кг [3]. Стандарты содержания загрязняющих веществ дифференцируются по категориям использования почв.

На сегодня в России утверждены наиболее жесткие по сравнению с зарубежными странами предельно допустимые концентрации, которые практически невозможно выдержать в условиях крупных промышленных городов. Гигиеническое обоснование ПДК химических веществ в почве [2], основанное на 4-х лимитирующих показателях вредности: переходе химических соединений в контактирующие с почвой среды в количествах, не превышающих ПДОК для пищевых продуктов (транслокационный показатель), ПДК для воды водоемов и атмосферного воздуха (миграционный водный и миграционный воздушный показатели), а также не влияющих на самоочищающую способность почвы и почвенный микробоценоз (общесанитарный показатель), не является пригодным для разработки нормативов качества городских почв [1]. Согласно данному документу допустимым уровнем содержания загрязняющих веществ в почвах является такой, при котором, в случае их миграции из почвы в воздух, грунтовые воды и сельскохозяйственные растения, показатели по содержанию загрязняющих веществ в вышеназванных природных средах не превышали бы утвержденные Минздравом ПДК для воздуха, воды, пищевых продуктов. Для городских почв неприменимы миграционный воздушный и

транслокационный показатели, практически неприемлим общесанитарный показатель. Повышенные концентрации загрязняющих веществ в урбаногемах являются следствием их оседания из загрязненного воздуха. Именно загрязненный воздух является основной первопричиной повышенных концентраций ряда загрязняющих веществ в почвах. Растительная продукция, выращиваемая в городе (деревья, кустарники, газонные травы, цветы) не используется в пищу. Поэтому транслокационный показатель не имеет принципиального значения. Его использование для обоснования ПДК городских почв некорректно.

По нашему мнению, при нормировании содержания загрязняющих веществ в городских почвах следует учитывать реальность достижения допустимых концентраций в условиях мегаполиса, меру потенциальной опасности повышенных концентраций, оценку их риска для здоровья населения и окружающей среды. Выдержать установленные преимущественно для почв сельскохозяйственных угодий ПДК по большинству загрязняющих веществ в условиях мегаполисов практически невозможно. Принимать же решения по вывозу почвогрунтов на полигоны, основанные на повышенных, но практически не достижимых с позиций отечественных уровней ПДК загрязняющих веществ, вряд ли верно.

Наиболее реальный путь в обеспечении экологической безопасности, по нашему мнению, состоит в поддержании качества зеленых насаждений в надлежащем виде, снижении на территории города эрозионных и пылящих участков, поскольку от участков, покрытых зеленью, хотя и загрязненных, ущерб здоровью населения меньше, чем от загрязненного воздуха. Приоритетным направлением должен быть контроль состояния природной среды (атмосферного воздуха, почв, зелёных насаждений), прогноз возникновения и развития возможных негативных экологических ситуаций и своевременное, научно обоснованное принятие управленческих решений по их предотвращению.

При нормировании загрязняющих веществ в почвах мегаполисов следует учитывать характер целевого использования земель. Наиболее жесткие требования должны предъявляться к почвам (в порядке убывания) 1 - сельскохозяйственных угодий, детских садов, школ, лечебных учреждений, 2 - жилых кварталов, 3 - рекреационных зон, 4 - пригородных лесов, 5 - промышленных и транспортных зон.

#### Литература

1. *Капелькина Л.П.* Загрязняющие вещества в почвах мегаполисов. Проблемы и парадоксы нормирования // *Экология урбанизированных территорий.* 2010. № 3. С.13-19.
2. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. Минздрав. М. 1982.
3. Экологические функции городских почв. Под редакцией А.С.Курбатовой и В.Н.Башкина. Изд-во ООО «Манджента». 2004. 228 с.

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ ЗЕМНОВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПОДХОДЫ К НОРМИРОВАНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ)

Е.И. Ковалева\*\*\*, А.С. Яковлев\*

\* *Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, katekov@mail.ru*\*\* *АНО «Экотерра», г.Москва*

## CHARACTERISTICS OF SOIL FUNCTIONING IN AMPHIBIANS LANDSCAPES AND APPROACHES FOR ASSESING (AN OIL CASE STUDY)

E.I. Kovaleva\*\*\*, A.S. Yakovlev\*

\* *Soil science faculty of MSU, Moscow*\*\* *ANO "Ecoterra", Moscow*

Почва выступает компонентом окружающей среды, который определяет ее состояние, поскольку представляет собой открытую систему, регулирующую взаимодействие между атмосферой, водными объектами, живыми организмами. Почва выполняет базисную роль в устойчивом функционировании биосферы, вследствие многообразия их экологических функций. Учение об экологических функциях почв [2], устанавливает многообразие форм участия почвы в функционировании и изменении экосистем и биосферы в целом. Анализ функций почв показывает, что почва выступает главным связующим звеном функционирования биосферы, имея с компонентами природной среды как прямые, так и обратные связи, ее особенностью является незамкнутость потоков веществ, их трансформация и аккумуляция в почвах [3].

Важным компонентом природной среды выступают почвы земноводных ландшафтов, занимающие территории, примыкающие к водным объектам (экотоны - пространства между сушей и водой), которые связаны прямыми и обратными связями с водными объектами. На территориях, примыкающих к водным объектам, происходит тесное взаимодействие всех основных компонентов природной среды, результаты и размеры которых часто не поддаются визуальному наблюдению и измерению. Эти территории, включая поймы, являются не только объектами землепользования, они выступают важным звеном в формировании гидрологического режима водных объектов. Почвы земноводных ландшафтов выполняют функцию регуляторов режима стока. Поэтому, почвы земноводных ландшафтов нужно рассматривать как гетерономное явление. С одной стороны, формирование и особенности почв земноводных ландшафтов во многом определяются режимом водного объекта. С другой стороны, на процесс формирования почв оказывает влияние поступление веществ, в том числе загрязняющих, с водоразделов с поверхностным, внутрисочвенным стоками, аллювиальными потоками. Почвами земноводных ландшафтов происходит поглощение взвешенных и растворенных веществ, поступающих с водосборных территорий, их трансформация. Экологическое назначение почв земноводных ландшафтов заключается в выполнении ими водоохраных функций, в связи с чем природоохранным законодательством [1] предусмотрено установление водоохраных зон, в которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной деятельности. Почвы земноводных ландшафтов представляют зону перехвата поверхностных и подземных вод с водосборных территорий; являются мембраной, защитным барьером водных объектов от вредного воздействия внешней среды, как естественного, так и антропогенного характера; зоной трансформации поступающих веществ.

Почвы земноводных ландшафтов можно рассматривать как элемент, регулирующий состояние водных объектов, в том числе донные отложения. Увеличивающиеся антропогенные нагрузки на территории земноводных ландшафтов могут привести к изменению функционирования почв, в результате чего они не смогут выполнять какие-либо из своих экологических функций. Поскольку почвы земноводных ландшафтов связаны с водными объектами прямыми и обратными связями, то при нарушении экологических функций, в частности гидрологических функций, выделенных Г.В.Добровольским,

Е.Д.Никитиным [3], почвы земноводных ландшафтов перестают выполнять барьерные функции, поскольку могут стать источником вторичного загрязнения водных объектов.

Очевидно, факт загрязнения и деградации компонентов природной среды в результате хозяйственной деятельности выводят проблему охраны почв и водных объектов, входящих в состав земноводных ландшафтов в число основных. Актуальным аспектом охраны почв и водных объектов земноводных ландшафтов является установление допустимого остаточного содержания загрязняющих веществ в почвах, примыкающим к водным объектам, при котором отсутствует переход загрязняющих веществ в сопредельные среды: воду и донные отложения водных объектов.

Наиболее распространенным загрязнителем почв и водных объектов являются нефть и продукты ее трансформации. В этой связи, исследования земноводных ландшафтов проводились в районах нефтедобычи Ханты-Мансийского округа-Югры и острова Сахалин. Объектами исследования послужили нефтезагрязненные почвы территорий, прилегающих к водным объектам и донные отложения водных объектов. При выборе показателей и критериев к нормированию содержания загрязняющих веществ в почвах учитывали особенности функционирования почв в совокупности с ландшафтным положением земельного участка, к которому приурочена почва, его целевым хозяйственным использованием. При установлении допустимого остаточного содержания нефтепродуктов в почвах земноводных ландшафтов использовался миграционный водный показатель [4], характеризующий перенос веществ в водный объект, по результатам определения которого оценивали поступление нефтепродуктов в водный объект. Критерием установления допустимого остаточного содержания нефтепродуктов в почве считалось такое содержание, которое гарантирует их переход в воду в количестве, не оказывающим токсическое действие на гидробионты.

Результаты исследования показали, что загрязнение почв нефтепродуктами приводит к загрязнению сопряженных с ними водных объектов, что фиксируется в накоплении нефтепродуктов в донных отложениях. Установлена сопряженность накопления нефтепродуктов в почвах земноводных ландшафтов и донных отложениях. Натурные и модельные эксперименты с использованием водного миграционного показателя и методов биодиагностики позволили установить допустимое остаточное содержание нефтепродуктов в почвах, при котором отсутствует воздействие на водный объект. Так, для торфяных горизонтов болотных низинных почв допустимое остаточное содержание нефтепродуктов составляет 10 г/кг, аллювиальных болотных, маршевых болотных – 5 г/кг. Для органоминеральных и минеральных горизонтов нормативные значения установлены с учетом гранулометрического состава. Так, для гумусово-аккумулятивных горизонтов аллювиальных дерновых и луговых почв, лугово-дерновых почв легкого и тяжелого гранулометрического состава допустимое остаточное содержание составляет 3 г/кг и 6 г/кг соответственно. При превышении установленного допустимого остаточного содержания нефтепродуктов в почвах ореолы нефтезагрязнения продолжают себя в водном объекте, что отражается не только в изменении качества воды водного объекта, но и в загрязнении донных отложений.

#### Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Москва: Изд-во Моск. ун-та; Наука. 2006. – 364 с.
4. Полынов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопросы географии. 1953. Сб. 33. С. 30–44.



КОМПЛЕКС УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ  
НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОМЫСЛА\*Р.Г. Ковач, Т.С. Кошовский, Н.И. Хлынина, Л.А. Коротков, Ю.И. Пиковский,  
А.Н. Геннадиев*Географический факультет МГУ, г. Москва, rkovach@yandex.ru*A COMPLEX OF HYDROCARBON COMPOUNDS IN SOILS OF THE GAS-OIL FIELD  
TERRITORYR.G. Kovach, T.S. Koshovskii, N.I. Khlynina, L.A. Korotkov, Yu.I. Pikovskii, A.N. Gennadiev  
*Faculty of Geography, MSU*

В настоящее время получено большое количество данных о содержании различных углеводородных соединений в почвах. При этом в подавляющем большинстве случаев рассматриваются отдельные классы углеводородов (УВ) – суммарные нефтяные УВ, ПАУ, алканы, различные углеводородные газы и т.д. [1, 2, 5-9]. Широкой гамме УВ как единому комплексу соединений в одних и тех же почвах посвящено мало исследований [3, 4]. В данной работе приводятся результаты комплексного изучения целого спектра УВ, содержащихся в почвах территории разрабатываемого газонефтяного месторождения. Эти данные – часть большого исследования по изучению углеводородного состояния (УВС) почв.

Регионы залегания и длительной добычи углеводородного сырья отличаются рядом особенностей в плане изучения УВС почв. Здесь на относительно небольшой площади могут встречаться практически все выделяемые типы УВС почв [3, 4] и большой спектр их промежуточных вариантов. Участок исследования находится в пределах Приволжской возвышенности на территории длительно разрабатываемого газонефтяного месторождения. Здесь были выделены две наиболее контрастные по предположительным условиям формирования УВС почв ключевые площадки: зона вне пределов влияния технологических объектов нефтедобычи «Фон» (тип УВС почв, предположительно, биохимический, эманационный или смешанный биохимическо-эманационный) и зона в пределах многолетнего влияния технологических промышленных объектов – «Промысел» (тип УВС почв, предположительно, эманационно-инъекционный). Расстояние между площадками составляло около 5 км. В каждой точке опробования были отобраны образцы генетических горизонтов почв, измерено в полевых условиях содержание углеводородных газов (валовое) в свободном почвенном воздухе. В некоторых точках отобраны образцы почв для определения состава углеводородов «несвободного» почвенного воздуха (защемленного, адсорбированного, растворенного).

В отобранных образцах в лабораторных условиях были определены общие характеристики гексановых (экстрагированных гексаном) битумоидов и идентифицированных в них наиболее распространенных ПАУ (в данном случае – одиннадцать индивидуальных соединений). Определялись: коэффициент «легкости» битумоида (соотношение общего содержания низкомолекулярных, то есть легких, и высокомолекулярных его компонентов), массовое содержание битумоида в почве, содержание ПАУ в выделенном битумоиде, состав УВ газов.

Фоновые почвы приурочены к залежам и заброшенным садовым угодьям и представлены агрочерноземами текстурно-карбонатными постагрогенными. Концентрация битумоида в этих почвах находится на пределе чувствительности определения - 5-6 мг/кг. Количество ПАУ в почвах также не выходит за пределы фоновых значений 0,03-0,08 мг/кг. Основными ПАУ, составляющими 75-95% их массы, являются гомологи нафталина и фенантрен примерно в равных соотношениях. Из других ПАУ присутствуют дифенил с флуореном, хризен, пирен. В отдельных пробах встречен тетрафен и антрацен. Бенз(а)пирен не обнаружен. Свободные углеводородные газы отсутствуют.

На «Промысле» развиты агроземы темные аккумулятивно-карбонатные, технотурбозёмы абрадируемые аккумулятивно-карбонатные, а также пелоземы. Некоторые

техногенно-измененные почвы имели профили, характеризующиеся инверсией порядка горизонтов, что могло быть обусловлено их техногенной засыпкой. Здесь массовое содержание гексановых битумоидов колеблется в широких пределах: от менее 5 до 2400 мг/кг (медиана 48 мг/кг). Высокие значения приурочены к верхней части почвенного профиля. Битумоид носит смолисто-маслянистый характер, связанный с потерей нефтью легких фракций и ее окислением. Содержание ПАУ в битумоидах повышено и достигает 3-4% при медиане 0,4%. В почвах массовая сумма ПАУ приближается к 15 мг/кг при медиане 0,2 мг/кг. Основную роль в составе ПАУ играют гомологи нафталина и фенантрен, находящиеся в почвах в разных соотношениях. Из других ПАУ наиболее часто встречаются флуорен с дифенилом, хризен, пирен, антрацен и бенз(ghi)перилен. Бенз(a)пирен обнаружен в очень незначительных количествах (0,001-0,003 мг/кг). В составе ПАУ его меньше 1%. Свободный углеводородный газ отсутствует. В отдельных горизонтах в составе «несвободного» почвенного воздуха обнаружены следы бутана.

Таким образом, УВС почв в районе импактного нефтяного загрязнения многолетней давности характеризуется неравномерным остаточным накоплением битуминозных веществ в верхних, в основном, гумусовых, горизонтах почвенного профиля. Остаточная нефть потеряла значительную часть легких фракций, но количество ПАУ в битумоиде остается на уровне, обычном для нефти. Высокое содержание в почвах остаточной нефти обуславливает и повышенный (больше 0,2 мг/кг), а в отдельных случаях и очень высокий (15,5 мг/кг) уровень ПАУ, характеризующихся разнообразием индивидуального состава.

Большие количества изучаемых компонентов в верхних горизонтах почв и грунтов не позволяют однозначно идентифицировать отсутствие или наличие эманационного привноса УВ из нижележащих геологических горизонтов. Однако некоторые фоновые почвы характеризуются небольшим возрастанием общего содержания ПАУ в переходных к материнской породе горизонтах, что может свидетельствовать об эманационном влиянии нефтегазонасыщенной залежи.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 14-17-00193)

## Литература

1. *Габов Д.Н., Безносиков В.А., Кондратенко Ю.М., Груздев И.В.* Насыщенные углеводороды в фоновых и загрязненных почвах Предуралья // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1190-1196.
2. *Краснопеева А.А.* Природные битумоиды в почвах лесной зоны: люминесцентная диагностика и уровни содержания (Сатинский полигон МГУ) // Почвоведение. 2008. № 12. С. 1453-1465
3. *Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Оборин А.А., Пузанова Т.А., Краснопеева А.А., Жидкин А.П.* Углеводородное состояние почв на территории нефтедобычи с карстовым рельефом // Почвоведение. 2008. № 11. С. 1314-1323.
4. *Пиковский Ю.И., Исмаилов Н.М., Дорохова М.Ф.* Основы нефтегазовой геоэкологии: Учеб. пособие / Под ред. А. Н. Геннадиева. М.: Инфра-М, 2015. 400 с.
5. *Трофимов С.Я., Узких О.С., Васильконов Е.С., Завгородняя Ю.А.* Поведение n-алканов дизельного топлива в городской почве // Материалы II Международной конференции «Современные проблемы загрязнения почв». М. 2007. т. 2. С. 327-330.
6. *Цибарт А.С., Геннадиев А.Н.* Полициклические ароматические углеводороды в почвах: источники, поведение, диагностическое значение (обзор) // Почвоведение. 2013. № 7. С. 788-802.
7. *Bayer C., Gomes J., Vieira F. C.B., Zanatta J. A., de Cássia Piccolo M., Dieckow J.* Methane emission from soil under long-term no-till cropping systems // Soil and Tillage Research. 2012. V.124. P. 1–7.
8. *Chang W., Akbari A., Snelgrove J., Frigon D., Ghoshal S.* Biodegradation of petroleum hydrocarbons in contaminated clayey soils from a sub-arctic site // Chemosphere. 2013. V. № 11. P. 1620–1626.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ И НОРМИРОВАНИЕ  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

С.И. Колесников

*Академия биологии и биотехнологий Южного федерального университета,  
г. Ростов-на-Дону, kolesnikov@sfedu.ru*

## ECOLOGICAL FUNCTIONS OF SOILS AND RATIONING OF ANTHROPOGENIC IMPACT

S.I. Kolesnikov

*Academy of biology and biotechnology of Southern Federal University,  
Rostov-on-Don, kolesnikov@sfedu.ru*

Полноценное выполнение почвой экологических и сельскохозяйственных функций является основой экологической и продовольственной безопасности человечества [1, 2]. При этом все возрастающее антропогенное воздействие, в том числе химическое загрязнение, ведет к нарушению экологических и хозяйственных функций почвы. В результате растут экологические, экономические, социальные и другие ущербы от снижения плодородия почв и недополучения урожаев, загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время в отечественной и мировой науке накоплен обширный материал по проблеме влияния различных антропогенных воздействий на состояние почв и экосистем. Однако многие задачи, по-прежнему, не решены. Не раскрыты многие закономерности, механизмы и возможные последствия различных антропогенных воздействий на экологические и хозяйственные функции почв, не установлены пределы их устойчивости, превышение которых ведет к экологическому кризису или катастрофе; не разработаны методы оценки выполнения почвой экологических функций, установления порогов их устойчивости, прогнозирования на их основе экологических последствий антропогенных воздействий, нормирования этих воздействий и т.д.

В связи с этим представляется перспективным осуществление мониторинга, диагностики и нормирования воздействия на почву на основе «эмерджентного» подхода по степени нарушения экологических и хозяйственных функций, выполняемых почвой в природной экосистеме, агроэкосистеме или урбосистеме. Это возможно благодаря тому, что нарушение (срыв) экологических функций почвы происходит в определенной очередности в зависимости от силы антропогенного воздействия. Сначала нарушаются информационные функции, затем биохимические, физико-химические, химические и целостные, и в последнюю очередь физические функции почвы [4]. Устойчивость почвы к загрязнению или иным деградационным процессам должна пониматься, прежде всего, под устойчивостью именно целостных биогеоценологических функций, таких как аккумуляция и трансформация веществ и энергии в биогеоценозе, санитарная функция, функция буферного и защитного биогеоценологического экрана, условия существования и эволюции организмов [1]. Нарушение этой группы функций следует считать порогом устойчивости почвы к антропогенному воздействию, превышение которого чревато экологическим кризисом или даже катастрофой для экосистемы.

В качестве критерия степени нарушения экофункций предлагается использовать интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы, определенный на основе набора наиболее информативных биологических показателей, первыми реагирующими на антропогенное воздействие [3]. При снижении интегрального показателя в той или иной степени происходит нарушение тех или иных экологических функций почвы.

Было установлено, что если значения ИПБС уменьшились менее чем на 5 %, то почва выполняет свои экологические функции нормально, при снижении значений ИПБС на 5-10% происходит нарушение информационных экофункций, на 10-25 % — биохимических, физико-химических, химических и целостных, более чем на 25 % — физических [4].

Это позволило разработать региональные схемы экологического нормирования загрязнения основных почв Юга России для приоритетных загрязняющих веществ [5].

Предложенный подход может быть использован и по отношению к другим антропогенным воздействиям на почву: распашка, переувлажнение, засоление, водная эрозия, дефляция и др. Они также могут быть распространены и на наземные экосистемы в целом, поскольку устойчивость большинства наземных экосистем в огромной степени определяется устойчивостью почвы.

Разработанную методологию оценки экологических последствий деградации почв на основе нарушения ее экологических функций можно использовать при проведении ряда научных и природоохранных мероприятий: оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС); биомониторинг и биодиагностика состояния почв и экосистем; экологическое нормирование воздействия на почву и экосистемы; определение бонитета антропогенно-измененных почв; определение степени ответственности (размера штрафа и др.) предприятий при нерациональном природопользовании; разработка методов санации и рекультивации нарушенных земель; определение предельно допустимой антропогенной нагрузки на территорию; прогнозирование экологических последствий хозяйственной деятельности на данной территории; оценка риска природных и техногенных катастроф; создание экологических карт (районирования, фактологических, прогнозных); проведение экологической экспертизы, паспортизации, сертификации территории или хозяйственного объекта и т.д.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 185 с.
3. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2001. 65 с.
4. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1509-1514.
5. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Разработка региональных экологических нормативов содержания загрязняющих веществ в почвах юга России // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2012. № 08(82). <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/73.pdf>

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРФЯНЫХ  
РЕСУРСОВ СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Е.А. Коркина

*Нижневартовский государственный университет, Нижневартовск, lena\_k\_nv@ro.ru*  
CHANGE OF SOIL AND VEGETABLE CHARACTERISTICS OF THE SREDNEOBSKAYA  
PEAT RESOURCES OF THE LOWLAND

Е.А. Korkina

*Nizhnevartovsk State University*

Среднеобская низменность Западно-Сибирской равнины характеризуется избыточной заболоченностью, для среднетаёжной подзоны составляет 75 % [12]. Болотные комплексы представлены, в основном, грядово-мочажинными и грядово-мочажинно-озерковыми типами [4]. Накоплению торфа и формированию торфяных олиготрофных почв, под пологом сосново-кустарничковой растительности, способствовали смена природно-климатических условий в раннем голоцене [1] и, зарастание водоёмов со стоячей водой. Распространение торфяных ресурсов по их типам и мощностям связано с геоморфологической неоднородностью Среднеобской низменности. Основные залежи приурочены к Кондинскому Полесью, Сургутскому Полесью, Ваховскому Полесью, Васюганской равнине. На возвышенностях среднеплейстоценового возраста болотные комплексы не имеют площадного распространения и характерны для долин рек. Средняя мощность торфяной залежи для Среднеобской низменности составляет 2,5 м, с максимальной мощностью до 10 м.

Интенсивное освоение нефтяных месторождений и обустройство их на болотных угодьях, приводят к трансформации болотных экосистем и уменьшению баланса углерода, что в настоящее время является серьёзной проблемой. Геоинформационно-пространственный анализ показал, что 47 % земель выделенных для добычи нефти располагаются на болотных угодьях. Анализ нормативно-правовых документов ущерба земельным ресурсам [3,5,6,7,8,9,10,11] позволил выявить недостаток расчета кадастровой стоимости земель лесного фонда, к которым относятся болотные угодья среднетаёжной зоны. Кадастровая оценка земель лесного фонда ведется по оценке бонитета древесных растений, без учета плодородия земель.

Цель исследования заключалась в изучении трансформаций компонентов олиготрофных болот находящихся под воздействием нефтедобывающей промышленности Среднеобской низменности. В ходе исследования применялись геоботанические методы по изучению видового состава, фитомассы, мортмассы с заложением площадок 1 м<sup>2</sup>. Количество органического углерода зучали методом определения органического вещества по И.В. Тюрину для минеральных грунтов ТПО и гравиметрическим методом определения массовой доли органического вещества для торфяных почв [2].

Изучение почвенно-растительных характеристик болотных комплексов Среднеобской низменности и сконструированных на них техногенных поверхностных образований (ТПО) [] для инженерных сооружений добычи нефти показал следующие результаты.

Бугристо-мочажинный комплекс олиготрофного болота представлен следующей растительностью. Мочажина – МЛЯ: *Sphagnum jensenii* – 80 %, *Sphagnum riparium* – 10 %, *Sphagnum fallax* – 10 %; ТКЯ: *Carex limosa* -20 %, *Oxycoccus palustris* – 30 %, *Chamaedaphne calyculata* – 10 %. Кустарничково-сфагновый бугор – МЛЯ: *Sphagnum fuscum* – 80 %; ТКЯ – *Rubus chamaemorus* – 20 %, *Chamaedaphne calyculata* – 30 %, *Ledum palustre* – 20 %, *Betula nana* – 10 %; ДЯ: *Pinus silvestris*. Зондирование торфяной залежи исследуемого болота вскрыло мощность торфяной залежи – 1,75 м.

Для мочажины сумма сухой фитомассы и мортмассы составляет 151,5 г/м<sup>2</sup>; фракционные части растительности составляют: наземная часть – 12,2 г/м<sup>2</sup>, приземная часть – 47 г/м<sup>2</sup>, подземная – 93,3 г/м<sup>2</sup>. Для бугра сумма сухой фитомассы и мортмассы составляет

316,2 г/м<sup>2</sup>; фракционные части растительности составляют: наземная часть – 61,3 г/м<sup>2</sup>, приземная часть – 85,7 г/м<sup>2</sup>, подземная – 169,2 г/м<sup>2</sup>. Фитомасса ТПО – литостратов песчаных, созданных насыпным грунтом непосредственно на торфяную олиготрофную почву в сухом виде составляет 12 г/м<sup>2</sup>. В примыкающих границах литострата к болоту, где корневая система растительности имеет доступ к влаге, заселяются вейники.

Количество органического вещества в торфяных олиготрофных почвах составляет от 82 % в верхнем горизонте очёса и до 95 % в нижнем горизонте торфяного горизонта с 70 % разложением органики. Для литострата песчаного, сконструированного как основание для электроцентробежных насосных станций, количество органического вещества составляет 0,9 %. Таким образом, происходит утрата органического углерода в торфяных ресурсах, практически на 80 %.

Проведенные расчеты кадастровой стоимости земельного участка отведенного для добычи нефти с учетом плодородия почв и кадастровой стоимости этого же земельного участка с применением настоящей методики кадастровой оценки для земель лесного фонда, к которым относятся торфяные болота, показали, что ценовые показатели настоящей кадастровой оценки в 28 раз занижают кадастровую оценку земель с учетом органического вещества. Таким образом, в биосферном плане, происходит уменьшение баланса углерода, за счет отведения земельных участков болотных угодий лесного фонда под ведение нефтяной промышленной деятельности. Для болотных угодий земель лесного фонда необходима кадастровая оценка земель с учетом торфяного ресурса.

#### Литература

1. *Архипов С.А.* Четвертичный период в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1971. – 308 с.
2. *Добровольский В.В.* Практикум по географии почв с основами почвоведения. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 144 с.
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 10 сентября 1993 г. Статья 88.
4. *Лисс О.Л., Березина Н.А.* Болота Западно-Сибирской равнины. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1981. – 208 с.
5. О кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий и лесных земель в пределах территорий субъектов Российской Федерации: Приказ N П/42 – 12.03.2003 г.
6. Об утверждении методики государственной кадастровой оценки земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, информатики, земель иного специального назначения: Приказ Росземкадастра N П/49 – 20.03.2003 г.
7. Об утверждении методики государственной кадастровой оценки земель лесного фонда российской федерации: Приказ Росземкадастра N П/336 – 17.10. 2002 г.
8. Постановление Правительства Российской Федерации О государственной кадастровой оценке земель N 945 – 25.08.1999.
9. Постановление Правительства Российской Федерации Об утверждении правил отпуска древесины на корню в лесах Российской Федерации N 551 – 01.06.1998 г. – г. Москва.
10. Постановление Правительства Российской Федерации Об утверждении правил проведения государственной кадастровой оценки земель N 316 – 08.04.2000 г.
11. Постановление Правительства Российской Федерации Положение о порядке ведения государственного земельного кадастра N 622 – 25.08.1992 г.
12. *Толстограй В.И.* Болота и торфяные ресурсы // Состояние окружающей среды и природных ресурсов в г. Нижневартовске и Нижневартовском районе в 2006 году. Обзор. Нижневартовск, 2008. Вып. 7. С. 24–26.

## ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ ОТ УРОВНЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В.А. Кузнецов\*, И.М. Рыжова\*\*

\* *Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [xts089@gmail.com](mailto:xts089@gmail.com)*\*\* *Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [iryzhova@mail.ru](mailto:iryzhova@mail.ru)*

## DEPENDENCE OF THE PROPERTIES OF SOIL FROM RECREATIONAL IMPACT LEVEL

V.A. Kuznecov\*, I.M. Ryzhova\*\*

\* *Soil science faculty of MSU*\*\* *Soil science faculty of MSU*

С ростом урбанизации усиливается рекреационное воздействие, вызывающее негативные изменения состояния лесопарков и пригородных лесов, играющих важную роль в поддержании благоприятной экологической среды в городах. В этих условиях особую актуальность приобретает изучение зависимости состояния лесных экосистем и их компонентов от уровня рекреационной нагрузки. Важной составной частью изучения рекреационных лесов являются почвенные исследования. В представленной работе обсуждаются результаты изучения зависимости физико-химических свойств лесных почв от уровня рекреационного воздействия на примере лесопарков Москвы.

В качестве объектов исследований были выбраны почвы лесных экосистем двух крупнейших лесопарков Москвы: Национального парка «Лосиный остров» и Природно-исторического парка «Битцевский лес». В «Лосином острове» изучались легкосуглинистые дерново-подзолистые почвы елово-липового леса, а в «Битцевском лесу» среднесуглинистые дерново-подзолистые почвы дубово-липового леса.

В каждом лесопарке было заложено по пять пробных площадей размером 25×25м, соответствующих пяти уровням рекреационной нагрузки, определенной по доле вытоптанной площади, характеризующих разные стадии рекреационной дигрессии [2,4]. Все пробные площади закладывались в сходных геоморфологических условиях на автономных элементах рельефа. Для того, чтобы учесть неоднородность пробной площади по уровню рекреационной нагрузки, образцы подстилки и почв отбирались на тропинках, в притропиночных зонах (на расстоянии 20, 50 и 100 см от тропинок) и вне зоны прямого влияния тропинок. Степень выраженности тропинок оценивалась по классификации М.С. Шапочкина (2003) [6]. В лесных экосистемах на участках вне зоны прямого влияния тропинок характеристики подстилки и свойства почв характеризуются высокой внутрибиогеоценозной пространственной изменчивостью, обусловленной влиянием деревьев-эдификаторов, создающих мощные фитогенные поля. [1]. Для ее учета образцы отбирались методом заложения трансект (по 3 на каждой пробной площади) по прямой линии от ствола одного дерева до ствола другого: у ствола, в середине проекции кроны и в межкрупном пространстве (окне). Подстилка отбирались рамкой 25х25 см. Определялись ее мощность, запасы, фракционный состав, влажность и кислотность. Образцы почв отбирались из верхнего минерального слоя 0-5см и из слоев 5-10 и 10-20 см. Определение почвенных свойств (рНвод, содержание органического углерода (Сорг), твердость, плотность, агрегатный состав) проводилось по общепринятым в почвоведении методикам [3,5]. Электропроводность почв определялась в пасте с соотношением почва-вода 1:1 на приборе Cond-315i [7,8]. Статистический анализ результатов проводился в пакете STATISTICA 6.0. Выбранный уровень значимости 0.05. При изучении зависимости почвенных свойств от уровня рекреационной нагрузки анализировались послонные выборки, при составлении которых учитывалась доля площади тропинок, притропиночных зон и территории вне прямого влияния тропинок на каждой из стадий дигрессии.

По полученным результатам наибольшие изменения отмечены в почвах дорожно-тропиночной сети. Их степень и ширина зоны прямого влияния тропинок зависят от их типа,

увеличиваясь в ряду от слабо к хорошо выраженным тропинкам. С усилением рекреационного воздействия изменяется тип подстилок. На первых двух стадиях дигрессии они гумифицированные, на более поздних стадиях – деструктивные. Уменьшение запасов подстилки сопровождается увеличением их пространственной вариабельности. В результате измельчения и перетиранья подстилки при вытаптывании в ее фракционном составе значительно возрастает доля измельченной фракции в елово-широколиственном лесу «Лосинового острова» в 3-4, а в широколиственном «Битцевском лесу» в 8 раз. В верхнем минеральном слое (0-5 см) изучаемых дерново-подзолистых почв с увеличением рекреационного воздействия статистически значимо увеличиваются плотность, твердость, влажность, содержание органического углерода, рН и электропроводность, а коэффициент структурности, водопрочность агрегатов и сумма агрономически ценных агрегатов уменьшаются. Величина изменений снижается с глубиной.

На основе полученных данных, характеризующих свойства почв на разных стадиях рекреационной дигрессии, проведен пошаговый дискриминантный анализ, позволяющий определить, какие свойства различают (дискриминируют) изучаемые объекты и оценить их вклад в дискриминацию. Результаты свидетельствуют о статистической значимости дискриминации. Они показали, что наибольший вклад в дискриминацию вносит коэффициент структурности почв. Одиночные вклады остальных переменных малы. Для дискриминации почв по стадиям рекреационной дигрессии имеет значение только их совокупный вклад.

#### Литература

1. *Карпачевский Л.О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977. 312 с.
2. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. М., 1995. 14 с.
3. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство. Под ред. Е.В. Шеина. М.: Изд-во МГУ, 2001. 200 с.
4. Рекомендации по оценке последствий рекреационного лесопользования в лесопарках Москвы // Состояние зеленых насаждений и городских лесов в Москве. Аналитический доклад по данным мониторинга 1999. М., 2000.-С. 213-226.
5. Теория и практика химического анализа почв. Под ред. Л.А. Воробьевой. М., 2006. 400 с.
6. *Шапочкин М.С., Киселева В.В., Обыденников В.И., Ломов В.Д., Лямеборшай С.Х., Кураев В.Н.* Комплексная методика изучения влияния на экосистемы городских и пригородных лесов // Научные труды национального парка «Лосиный остров». Под ред. В.В. Киселевой. М.: «Кру-Престиж», 2003. Вып. 1. С. 12 - 29.
7. *Janzen H.H.* Soluble salts // Carter M.R. (ed.) Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publ., Boca Raton. 1993. P. 161-166
8. Soil Survey Division Staff. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC. 1993. 25 p.



УДК 631.4

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ Г.В.ДОБРОВОЛЬСКОГО РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ  
ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ - ИЗУЧЕНИЕ  
ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЦЕЛИННЫХ И СТАРОЗАЛЕЖНЫХ СОЛОНЦАХ  
СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

М.П. Лебедева\*

\*ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, *m\_verba@mail.ru*

THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF G.V. DOBROVOLSKI ABOUT EARLY  
DIAGNOSIS OF SOIL PROCESSES BY MICROMORPHOLOGICAL METHOD (STUDY OF  
TEMPORAL VARIATIONS OF SOLONETZES IN VIRGIN AND OLD-AGE DABANDONED  
LANDS IN NORTHEN CASPIAN LOWLAND)

M.P. Lebedeva\*

\*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute

Концепция Г.В.Добровольского [2] о возможности ранней диагностики почвообразования микроморфологическими исследованиями в настоящее время также актуальна, как и более 35 лет назад. Она продолжает находить большое применение при изучении начальных стадий почвообразования, при оценке трендов почвообразования в условиях изменения климата, деградации почв, опустынивании, при возрастании техногенных нагрузок.

Возможность многолетних исследований микропризнаков целинных и старозалежных почв солонцовых комплексов Волго-Уральского междуречья позволила нам изучить основные современные тренды элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП), наблюдаемые при зафиксированных климатических изменениях (увеличения среднегодового количества осадков, подъеме уровня грунтовых вод). Для сравнения были использованы также литературные материалы по микростроению целинных солонцов этой территории [6, 7].

*Объектами* данного исследования были: 1) старозалежные солонцы на разных по возрасту территориях (Джабекской и Еруслано-Торгунской равнинах) и составу почвообразующих отложений, которые не распахивались более 50 лет и 2) целинные солонцы светлые мелкие, практически из одних и тех же точек заложения разрезов, в которых макро- и микроморфологические свойства изучались в разные годы - 1982, 2002 и 2013 гг. [1, 5, 8].

Основным *методом* исследования явился иерархический морфологический анализ почв, генетических горизонтов и морфонов от макро- до микроуровня. Микроморфологические исследования проводились с использованием поляризационного микроскопа нового поколения Olympus BX51 с цифровой камерой Olympus DP26 в шлифах 4 x 5 см.

На основании сравнительного анализа элементов микростроения была проведена *диагностика постагрогенной эволюции* солонцов за 50 лет на почвообразующих породах, различающихся разным содержанием песчаных частиц. Особенностью на макроуровне профиля старозалежной почвы на Еруслано-Торгунской равнине по сравнению с почвой на Джаныбекской равнине является хорошо выраженный новосформированный надсолонцовый ксерогумусовый горизонт AKL [3]. На микроуровне отмечено формирование: зон обезиливания в надсолонцовом, бывшем пахотном горизонте и современных глинистых кутан в новообразованном солонцовом, т.е. признаков современного элювиально-иллювиального перераспределения ила. На микроуровне выявлено современное более интенсивное окарбоначивание старозалежных солонцов Джаныбекской равнины, которое связано с подтягиванием карбонатов по корням. Различия между сравниваемыми старозалежными солонцами проявляются также и в количестве и разнообразии гипсовых новообразований. В старозалежном солонце на Еруслано-Торгунской равнине отмечено

более высокое разнообразие и количество гипсовых новообразований, чем в почве на Джаныбекской равнине.

При изучении *временных изменений микропризнаков целинного солонца* за последние 10 лет (с 2002 по 2013 гг.) было выявлено, что тенденции в изменении основных ЭПП, отмеченные нами ранее (с 1982 по 2002 г. – за 20 лет [4]), в целом сохраняются. Отмечено для *надсолонцовых горизонтов*: 1) повышение биогенного и криогенного оструктурирования; 2) накопление углистых частиц; 3) усиление гумусонакопления. Для *солонцовых горизонтов*: 1) повышение иллювиального накопления ила в верхних частях гор. BSN и активное вовлечение и переорганизация глинистых кутан во внутриведную массу в нижних частях BSN. Для *подсолонцовых горизонтов*: 1) уплотнение псевдопесчаного подсолонцового горизонта; 2) усиление окарбоначивания и гипсонакопления.

Однако выявлены и некоторые изменения в проявлении почвообразовательных процессов последних 10 лет в верхних и нижних горизонтах. В *надсолонцовых горизонтах* произошли изменения, которые связаны с увеличением среднегодового количества осадков: 1) усиление элювиирования пылевато-глинисто-гумусовых частиц и осолодения, в результате чего формируются мощные тонкодисперсные силикатно-гумусовые заполнения (инфиллинги) по магистральным трещинам, пронизывающих все солонцовые горизонты и проникающие частично в подсолонцовые горизонты. В этих инфиллингах отмечено большое количество корней растений, которые, отмирая, обогащают солонцовые горизонты гумусом. Для *подсолонцовых горизонтов* отмечены процессы, вызванные подъемом уровня грунтовых вод: 1) развитие оксидогенеза с образованием многочисленных железистых и особенно марганцевых дендровидных новообразований; 2) некоторое ослабление процесса гипсонакопления, которое проявляется в уменьшении количества свежих гипсовых аккумуляций в порах, вероятно за счет их частичного растворения.

Итак, проведенные исследования показали, что климатические изменения находят свое отражение в микропризнаках целинных и постагрогенных солонцов, что позволяет их использовать для ранней диагностики ЭПП, в том числе и для оценки деградации почв, в том числе связанного с засолением и осолоднением.

## Литература

1. *Базыкина Г.С.* Изменение агрофизических свойств солончаковых солонцов Северного Прикаспия при мелиорации // Вопросы гидрологии и генезиса почв. М.: Наука, 1978. С. 5 – 31.
2. *Добровольский Г.В., Шоба С.А.* Растровая электронная микроскопия почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 144 с.
3. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
4. *Лебедева М.П., Конюшкова М.В.* Временные изменения микропризнаков в целинных и мелиорированных солонцах Джаныбекского стационара // Почвоведение. 2011. №7. С. 818-831.
5. *Польский М.Н.* Агрофизические особенности солончаковых солонцов как объекта мелиорации // Тр. Ин-та леса АН СССР. Т. 38. 1958. С. 59 – 72.
6. *Сапанов М.К.* Синхронность изменения уровней Каспийского моря и грунтовых вод в Северном Прикаспии во второй половине XX в. // Известия РАН. Серия географическая. 2007. № 5. С. 82-87.
7. *Сотнева Н.И.* Динамика климатических условий второй половины XX века района Джаныбекского стационара Северного Прикаспия // Известия РАН. Сер. географическая. 2004. № 5. С. 74-83.
8. *Ярилова Е.А.* Особенности микроморфологии солонцов черноземной и каштановой зон / Микроморфологический метод в исследовании генезиса почв. М.: Наука, 1966. С. 5–76.

## ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ПОЧВ

О.А. Макаров, А.С. Яковлев, Е.В. Цветнов, Е.В. Бондаренко, Я.Р. Ермияев

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [oa\\_makarov@mail.ru](mailto:oa_makarov@mail.ru)*

## DAMAGE ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION AND ECOSYSTEM SERVICES OF SOILS

O.A. Makarov, A.S. Yakovlev, E.V. Tsvetnov, E.V. Bondarenko, Y.R. Ermiyaev

*Soil science faculty of MSU*

К настоящему времени сложилось представление о том, что величина ущерба/вреда, причиненного землям в результате деградационных процессов, включает в себя стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земельного участка до исходного (недеградированного) состояния и так называемой «упущенной выгоды» [4] — формула (1).

**Ущерб от деградации земель = Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель (реальный ущерб) + Упущенная выгода (1)**

Для оценки величины стоимости работ по восстановлению (рекультивации) земель используется два принципиально различных способа [9]:

1) составляется проект восстановления (рекультивации) территории, где сформулирован перечень мероприятий и отражены технические условия их осуществления, включая объемы перемещаемых почвогрунтов, посадок технических культур растений и т.д., рассчитана стоимость каждого запланированного мероприятия (включая стоимость материалов); нередко для определения объемов этих затрат используются специальные сметные программные комплексы, например, — Smeta WIZARD;

2) в случае невозможности оценить затраты на восстановление (рекультивацию), размеры ущерба рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, степень деградации, загрязнения и захламления, экономические характеристики исследуемого региона, земельные таксы, назначаемые нормативным (приказным) путем, учитывающие тип землепользования или зоны функционального назначения и даже иногда тип почвы [5; 6; 7; 9].

При оценке упущенной выгоды чаще всего рассчитывают убытки от неполучения/недополучения урожая той или иной сельскохозяйственной культуры в результате деградации земель, что существенно сужает содержание этого компонента ущерба от деградации земель, так как, как правило, при деградации земель происходит не только снижение плодородия почв, но и нарушение других их функций в экосистемах [2].

При условии возможности монетизации (оценки в денежных единицах) функций почв в экологических системах формулу (1) можно было бы модифицировать следующим образом (формула (2)):

**Ущерб от деградации земель = Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель (реальный ущерб) + Упущенная выгода + Денежная оценка невыполненных/невыполненных функций почв в экосистемах (2)**

Однако сколько-нибудь обширного опыта по количественной оценке (в том числе, по монетизации) экологических функций почв в отдельных биогеоценозах и биосфере в целом не существует [2].

В то же время, в последние десятилетия в экологической науке активно развивается направление, связанное с учетом экосистемных услуг (сервисов) — выгод, получаемых людьми от экосистем [15]. Основной задачей, решаемой при помощи указанного подхода, является разработка принципов устойчивого природопользования в целом и устойчивого землепользования в частности. Кроме того, в ходе изучения экосистемных услуг, в том числе, оказываемых почвами и землями, был получен обширный опыт по их монетизации [1; 3; 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15].

В ходе исследований различных агрохозяйств Русской равнины (УО ПЭЦ МГУ имени М.В.Ломоносова Солнечногорского района Московской области, агрохозяйство «Лукино»

Истринского района Московской области, бывший совхоз «Тихий Дон» Куркинского района Тульской области) были изучены основные экосистемные услуги (прямого обеспечения ресурсами, защиты, культурные услуги, поддержания жизни экосистем), выполняемые их почвами. Последующая экономическая интерпретация экосистемных услуг почв позволила (наряду с расчетом ущерба от загрязнения и деградации почв и земель по федеральным российским методикам/стоимостью работ по восстановлению (рекультивации) земель и снижению рыночной стоимости) определить полную величину ущерба, нанесенного землям исследуемых агрохозяйств, в соответствии с формулой (3):

**Ущерб от деградации земель = Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель (реальный ущерб) + Потери экосистемных услуг почв (включая убытки от неполучения/недополучения урожая) + Снижение рыночной стоимости земель (3)**

Предложенное моделирование экосистемных услуг в рамках эколого-экономической оценки ущерба, наносимого землям, в результате их деградации, должно явиться реальным механизмом охраны природы и разработки систем устойчивого землепользования на различных уровнях административного устройства нашей страны.

### Литература

1. Диксон Д., Скура Л., Картпенгер Р., Щерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду. — М.: ВИТА-Пресс, 2000. — 272 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. — М.: МГУ, 2012. — 413 с.
3. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. — М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. — 72 с.
4. Медведева О.Е. Определение экологического ущерба при определении стоимости земельных участков // Имущественные отношения в Российской Федерации, №1, 2004. С. 64-81.
5. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [утв. приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238].
6. Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламливанием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы [утв. Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП].
7. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель [утв. приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.].
8. Перман Р., Ма Ю, Макгилвери Дж. Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды. — М.: ТЕИС, 2006. — 1168 с.
9. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами [утв. Роскомземом 10.11.1993 г. и Минприроды РФ 18.11.1993 г.]
10. Цветнов Е.В., Махмудова А.Р., Цветнова К.А. Экологические фонды и почвенно-экологическое страхование в системе рационального землепользования // Проблемы региональной экологии, 2013. — № 3. — С. 194-201.
11. Цветнов Е.В., Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Рябчук А.С. Эколого-экономическая оценка радиоактивно загрязненных естественных и сельскохозяйственных земель Тульской области // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2012. — № 3. — С. 41-46.
12. Хаббард Д. Как измерить все, что угодно: Оценка стоимости нематериальных активов в бизнесе. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. — 320 с.
13. Costanza R. et al. Changes in the global value of ecosystem services // Global Environmental Change. — Vol. 26, 2014. pp 152–158.
14. Groot de R.S. et al. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // Ecological Economics. — Vol. 41, 2002. — pp. 393–408.

15. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends Assessment. — Washington, DC: Island Press, 2005.

УДК 574

## ДЕГРАДАЦИЯ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ КАНЕВСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Н.Н.Мамась

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, natamamas@mail.ru*  
DEGRADATION OF FLOODPLAIN SOILS KANEV DISTRICT KRASNODAR REGION

N.Mamas

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, natamamas@mail.ru*

Каневской район расположен в северо-западной части Краснодарского края, на платформенном крыле Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы. По морфоструктурным особенностям рельефа территория района относится к геоморфологической провинции Предкавказье (1).

Почвы района находятся в западинах, речных дельтах и долинах, а также на надпойменных слабовыраженных террасах: лугово-черноземные почвы сформировались в дельтах и поймах рек, днищах балок, неглубоких западинах и по окраинам глубоких западин; луговые (пойменные) почвы – на пониженно-равнинной территории в дельте реки Челбас и вокруг Челбасских лиманов; лугово-болотные – в поймах рек; болотные – в дельте реки Челбас и вокруг Челбасских лиманов; солончаки и засоленные почвы распространены на территории, примыкающей к Бейсугскому лиману.

Степная зона характеризуется спокойным рельефом, однообразие которого нарушается долинами степных рек (Челбас и его притоков Средняя Челбаска и Сухая Челбаска, а также рек Мигута, Албаши, Правый Бейсужек, Кирпили, Протока и Ея), текущих в северо-западном направлении, а также многочисленной сетью балок, расчленяющих территорию на ряд плоских водоразделов. Пойменные территории в последнее время подвержены процессам выветривания, влекущих деградацию территорий района(3).

По механическому составу почвы района характеризуются преобладанием пылевато-иловатых и иловато-пылеватых фракций. Доля физической глины (0,01 мм) в почвах района значительно варьирует от 45 до 91 %, однако на основной территории района (аграрная и природная зоны) составляет 62-69 %, что указывает на однородность и близость механического состава подстилающих пород, принимавших участие в образовании почвенного покрова. Почвы района характеризуются относительно невысокой объемной массой (1,03 г/см<sup>3</sup>), что указывает на присутствие в них в значительных количествах органических веществ.

Главным показателем плодородия почв является гумус, содержание которого на сельскохозяйственных полях в районе составляет в среднем 3,92 %. Самое высокое содержание гумуса характерно для почв биогенных ландшафтов болот (5,27 %) и пойменных лугов (5,14 %) (1).

Анализ земельных угодий района показывает, что в районе осуществляется чрезвычайное давление деятельности человека на окружающую среду, выражающуюся распаханностью земель и орошением. Разнообразие результатов конкретных проявлений влияния орошения на свойства почв зависит от сочетания ряда факторов: степени дренированности территории; исходного состояния почв (гранулометрического и минералогического состава, карбонатности, степени гумусированности, наличия солонцеватости и глубинной засоленности); качества оросительной воды (ионного состава, щёлочности, минерализации); техники и режима орошения; агротехнологии.

Учитывая экологическую полуфункциональность почв, становится ясной её значимость в сохранении экологического благополучия природной среды и взаимодействия с различными геосферами (2).

Основные площади района - это техногенные ландшафты, видовая насыщенность которых очень разнообразна и определяется плодородием почвы, увлажнением и степенью эксплуатации. Определенную ценность представляют участки ненарушенных лесных степных фитоценозов, где сконцентрированы виды, представляющие практическое и научное значения. В севооборотах агроландшафтов выращиваются зерновые, овощные, а также кормовые культуры.

В настоящее время основные задачи, требующие неотложного решения в районах ведения интенсивного сельскохозяйственного производства, каким является район, связаны с деградацией почвенного покрова. Это проявляется в скорости потерь гумуса черноземов, увеличении площадей, подверженных водной и ветровой эрозии и нарушенных земель, загрязнении почвенного покрова пестицидами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсикантами. Причины этих явлений носят антропогенный характер. Одна из них - сложившийся характер развития сельского хозяйства и современная система земледелия. В связи с этим необходимо проведение мероприятий, способных снизить антропогенное давление на почвы Каневского района.

В Каневском районе орошением охвачены десятки тысяч гектаров. Здесь создаётся и искусственно поддерживается водный режим, необходимый для получения максимального выхода сельскохозяйственной продукции, несвойственный естественным условиям

В целях улучшения экологического состояния водотоков и водоемов необходимо: создание системы защитных лесонасаждений в прибрежных полосах малых рек и водоемов; создание системы защитных лесонасаждений при фермах, расположенных в водоохраных зонах малых рек и водоемов. Оба варианта включают в себя профилактические мероприятия на водосборной территории малых рек и балок и отличаются друг от друга степенью воздействия на природные комплексы. Береговые насаждения рассчитаны на максимальное зарегулирование поверхностного стока и размещаются на склонах с тем расчетом, чтобы активное водопоглощение было закончено за 10 метров от бровки берега, что предотвращает её от переувлажнения. Ширина лесополос устанавливается на основании обследования прибрежной территории и зависит от длины уклонов и их эродированности.

Пойменные земли на 50 - 70 % следует использовать преимущественно под сенокосы. Площадь пашни не должна превышать 10 -15 % от площади поймы. Лесные полосы и пойменные леса обеспечивают сохранение устойчивости и продуктивности агроэкосистем, если они занимают 20 - 25 % площади поймы. На сельскохозяйственных полях необходимо строго соблюдать дозы, сроки и технологии внесения минеральных и органических удобрений, исключая внесение удобрений по снежному покрову и промерзшей почве(4).

Предлагаемые нами природоохранные мероприятия не только помогут сократить поток наносов, но и улучшат плодородие почв в поймах рек степной зоны Краснодарского края.

Таким образом, запроектированные лесонасаждения смогут: предотвратить заиление и загрязнение рек продуктами твердого стока; защитить берега рек и водоемов от размыва и разрушения; сократить физическое испарение; улучшить санитарно-гигиенические условия, декоративное оформление берегов и их хозяйственное освоение.

#### Литература

- 1.Белюченко, И. С. К вопросу о составе и структуре агроландшафтной системы / И. С. Белюченко // Экологические проблемы Кубани / Куб ГАУ. – 2001. - № 9. – С. 3-8.
- 2.Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы / Г.В.Добровольский, Е.Д. Никитин—М.: Изд-во МГУ, 1986. - 136 с.

3.Мамась Н.Н., Парахуда Н.А.Улучшение плодородия почв в поймах рек степной зоны Краснодарского края/ Н.Н.Мамась, Н.А.Парахуда //Экологический Вестник Северного Кавказа, Краснодар, 2012г, Т.8, № 4. С.60-67

4.Тюрин, В. Н. Агроландшафты Краснодарского края и республики Адыгеи (типология, пути оптимизации) / В. Н., Тюрин, А. Х. Ачканов, А. А. Мищенко // География Краснодарского края / Куб ГУ. – 1994.

UOT 631.05

AGGRAVATION OF THE GLOBAL ECOLOGIC PROBLEMS AND THEIR  
MANIFESTATION IN AZERBAIJAN

G.Sh. Mammadov

*Department of Agrarian Sciences of ANAS, Baku, Azerbaijan*

ОБОСТРЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ И ЕЕ ПРОЯВЛЕНИЕ В  
АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Г.Ш. Мамедов

*Отделение Аграрных Наук НАНА, Баку, Азербайджан*

The more the global problems staying in front of the mankind at present time become aggravated, the more complex becomes their comprehension in new way and reveal of the ways of their solution. One of these global problems is the ecologic situation of the world. With the lapse of time the mankind becomes more comprehensive of that while traditional views and methods in use of the nature existing since thousands of years remain unchanged, prevention of the approaching ecologic crisis will be not only impossible, but its firstly growing scale and damaging influence will be attracted also in global social-economic development.

In the XX century increase of population in Republic also created some ecological problems and resulted with intensification of anthropogenic factors in natural ecosystems.

Large interference of the people in forest biogeocenoses influenced not only expansion area of the forests, but also their species content, interformational and intraformational natural-historical structural relations complex. Substitution of beech, beech-hornbeam-oak forests of the middle highland in some territories of Big Caucasus and Lankaran region with hornbeam, hornbeam-bush mixture forests, and oak, oak-hornbeam forests of the middle and low highland with tree-bush vegetation of a little significance is a clear example for it. Destruction or worsening of structure of riparian woodlands being formed along the Kur river and having peculiar species content and structure because of natural and anthropogenic reasons is continuing too. Despite of serious steps of appropriate authorities and organizations regarding protection, restoration and expansion of the forests in recent years, larger complex measures should be taken for partially restoration of forests of Azerbaijan in their historical and natural-historical structure.

Environmental, as well as soil reserves protection turned to be a worldwide global problem crossing the borders. Lately, ecologic problems troubling mankind are given great attention in Azerbaijan, as well. There is no doubt that constant development of Azerbaijan mainly depends on solution of ecologic problems. Nevertheless, it is clear that nature protection issues are practically impossible without existence of objective information about different ecosystems (biogeocenosis) including soil, their changes or perceiving general direction of tendencies. Therefore, some international organizations, as well as UNEP organization deliver their speech with "Global Monitoring System of Environment" initiative. Concerning with this, at the "Human and Biosphere" programmer it is said: "Being long-term observation within time and space the Monitoring gives information about past, present and future condition of the influence of environment on human-beings". Theoretical provisions of ecologic monitoring on soil require indicator parameters selection for evaluation of soil condition. For the first time these parameters were put forward by Q.V.Dobrovolskiy and L.A.Grisina (1985) at the Third International Symposium of "Complex Global Monitoring Biosphere Condition" with the report named "The scientific basis of the

monitoring of soil". Culture is an important indicator of people's attitude towards each other and the natural environment. Depending on the nature and the content, it may closer nations to each other or part. Current status and future fate of nature highly depend on local and global capacity of culture, too. If s global environmental problems and joint collaboration between countries and international environmental organizations have made arrangements to see, a few of this state or group of states at the regional level (as well as regional environmental organizations)the global or national level across the country who are interested in solving environmental problems cooperation and coordination of people and organizations.

At present, the world's environmental problems, paying particular attention to the following forms:

- acid rain;
  - soil erosion (in the agricultural sector 26 billion each year as a result of erosion. tons of soil washed);
  - desertification (soil and vegetation in the area of deserts 6 million due to improper use. ha increases);
  - degradation of lakes (lakes on Earth at thousands of biologically dead, the dying process);
  - shortage of drinking water;
  - the disappearance of hundreds of thousands of plant and animal species (currently in place in the next 20 years of plant and animal species may be lost 1/5);
- Deterioration of groundwater quality;
- climate change (such as the ground, according to forecasts, by 2050, the average annual temperature is likely to increase 1,5 -4,50C);
- The increase in the level of the sea and oceans (1,4-2,2 m by 2100);
  - The expansion of the ozone in the upper atmosphere of the chimney,
  - receiving the complexity of traditional fuel sources of energy and so on.
  - construction of nuclear power stations and so on.

Many environmental problems listed above have already reached a dangerous level at the global level. In order to fight them International Coordination System actually regulated through international conventions, protocols and agreements. In this international coordination as well as in climate change, desertification, biodiversity conservation, environmental problems associated with ozone holes Azerbaijan also participate here. Important role in the field of International Environmental Co-operation and Co-ordination of the United Nations (UN) and its specialized agencies orders. Environmental protection is derived from the UN charter. Its objective - the protection of human rights, the raising of living standards, health, social and economic life to help solve problems. In addition to the environmental problems of coordination required to implement a global scale, requires the cooperation between the Republic of the environmental problems that exist in the region, this area is required to be taken seriously. Maintenance of bio resources of the Caspian Sea, and the protection of the Kur and Araz rivers. What is currently in the Caspian Sea, nor the Kur and Araz rivers on the problems of the region "Coordination Center" has not been possible to establish the. However, a number of important measures have been taken in this area.

World experience shows that the steps taken towards the solution of environmental problems at the national level to support a wide range of different section of the population, together with the activities of governmental and non-governmental organizations can not be achieved without the necessary benefits. Interested in solving environmental problems in this regard, government and non-governmental organizations, individuals and legal entities, which combines the ordinary citizens who are coordinating their efforts, "Environmental Coordination Center" in the creation of the challenge, is a vital requirement of the period.

## REFERENCES

1. *Jennings B.* Bioethica and Democracy. // Centennial Review, 1990. Vol. XXXIV. No.2. pp. 207-225.



2. *Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D.* Soil functions in the biosphere and ecosystems // Ecological importance of soil. M.: Nauka, 1990, 261 p.
3. *Mamedov G.S.* Environmental assessment of soil Azerbaijan. Baku, Elm, 1997, 282 p.
4. *Mamedov G.S.* Scientific and practical aspects of land reform in Azerbaijan. In a land reforms .. strategy at the turn of the XXI century. Astana, 2001, p. 55-62.
5. *Yudin B.G (Eds.)* Bioethics: principles, rules, problems. M., "Editorial URSS", 1998.
6. *DelaVaissiere Elisabeth, Laville-Timsit Liliane.* Soil quality standardization: international and French contributions. – [http:// www.cirad](http://www.cirad).

УДК 631.81

ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ С УРОЖАЕМ ВИНОГРАДНИКА  
И КОЭФФИЦИЕНТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

М.И.Мамедов

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку,  
[mamed-mamedov-52@mail.ru](mailto:mamed-mamedov-52@mail.ru)*

REMOVAL OF THE NUTRIENT WITH THE VINEYARD CROP AND A  
COEFFICIENT OF THEIR USE FROM SOILS AND FERTILIZERS

M.I.Mammadov

*Institute of Soil and Agrochemistry of NASA, Baku, M.Rahim 5,  
[eldar-qurbanov-54@mail.ru](mailto:eldar-qurbanov-54@mail.ru)*

Для практических и научных целей весьма важно знать какое количество из внесенных в почву питательных веществ усваивается растениями в течение вегетационного периода. Зная величину урожая, и количество азота, фосфора и калия в нем, можно рассчитать вынос из почвы элементов минерального питания.

Нет согласованности в литературе и по количеству выноса питательных веществ отдельными органами виноградного суслу. Так, если по данным А.М.Негруля большое количество питательных веществ извлекается из почвы листьями [2], то по данным французских ученых Шанк-Рене и ж.Лонга, наоборот, ягодами [3]. В контрольном варианте количество валового азота в листьях составило 2,19; в черешках -0,91; в побегах -0,50% при внесении N90P150K150- соответственно 2,26; 0,96 и 0,59% [2]. Иными словами, грозди содержат в среднем 50% питательных веществ, используемых виноградными кустами в период вегетации.

Многими исследованиями установлен сравнительно невысокий коэффициент использования растениями питательных веществ из минеральных удобрений.

Исследованиями установлено, что накоплением валового азота, фосфора, калия растением в ранний период сохраняются и отражаются в винограднике (сорт Табриз).

При внесении под виноградник расчетных норм азота 90, фосфора 173, калия 210 в сусле содержание валового азота составляет 0,35-0,36%, фосфора 0,10%, калия 0,55-0,57%, с увеличением содержания питательных веществ в сусле возрастает вынос питательных веществ с урожаем. При урожае 135 ц/га вынос азота составляет 48,6 кг/га, фосфора 13,5 кг/га, калия 76,9 кг/га. Во втором году при урожае 122,5 ц/га вынос азота, фосфора, калия составляет соответственно: 42,87; 12,25; 67,37.

С увеличением содержания питательных веществ в сусле возрастает вынос питательных веществ с урожаем. Если в контрольном варианте при урожае 83,75 ц/га вынос азота составляет 16,75 кг/га, фосфора 5,02 кг/га, калия 17,58 кг/га, то при внесении N120P200K200 при урожае 122,5 ц/га эти показатели достигают соответственно 49,00; 13,47; 64,9 кг/га.

Вынос азота и калия с урожаем из почвы обычно в 2-3 раза выше, чем фосфора.

Систематическое применение минеральных удобрений существенно изменяет коэффициенты использования питательных веществ из внесенных удобрений.

Следовательно, значительная часть питательных веществ удобрений остается неиспользованной и оказывает длительное последствие.

Кук считает, что остатки фосфорных и калийных удобрений могут сохраняться в почве в течение полувека после их внесения.

По данным агрохимической службы на территории СССР преобладают почвы с низким содержанием подвижного фосфора и это состояние почв сохранится еще длительное время.

Таблица 1.

Коэффициент использования питательных веществ виноградаря из почвы

Урожай основной продукции, ц/га	Содержание питательных в-в в почве, мг/кг	Пахотный слой почвы, см	Объемная масса почвы, г/см <sup>3</sup>	Запасы питательных в-в в почве, кг/га	Вынос питательных в-в урожаем, кг/га	Коэфф. использования питат-х в-в почвы, %
		Азот				
80,0	26,02	60	1,26	196,7	16,8	8,54
		Фосфор				
80,0	12,14			93,7	5,6	5,97
		Калий				
80,0	210,63	1,26		1592,3	20,8	1,30

Таблица 2.

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений

Схема опыта	Вынос, кг/га			%, от внесенного		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль б/у	-	-	-	-	-	-
N90P120-хоз.	14,7	3,4	14,7	16,33	2,83	-
N60P90K90	10,7	3,2	23,2	17,83	3,55	25,77
N90P150K150	20,4	6,4	36,8	22,66	4,26	24,53
N120P200K200	27,85	7,35	43,82	23,20	3,67	21,91
N90P173K210	26,07	6,65	46,57	28,96	3,84	22,17

По сравнению с азотными и калийными, фосфорные удобрения отличаются низким коэффициентом использования вследствие поглощения P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в малодоступные соединения.

Нами проведены исследования по изучению коэффициента использования виноградарем азота, фосфора и калия из почвы и удобрений. Выявлено, что коэффициент использования азота, фосфора и калия из почвы соответственно составляет 8,51-8,54; 5,36-5,97; 1,10-1,30% (таблица 1.).

Изучение коэффициента использования азота, фосфора и калия из удобрений проводилось.

Установленные коэффициенты использования питательных веществ из удобрений в варианте N120P200K200 азота -23,20-26,87%, фосфора -3,67-4,22%, калия -21,91-23,66%. А в оптимизированном варианте (N90P173K210) составляет соответственно: 28,96-35,38; 3,84-4,89; 22,17-28,24 (таблица 2).

Таким образом, изучение коэффициента использования азота, фосфора и калия из почвы и удобрений имеет важное практическое значение в агрохимических исследованиях при корректировке доз удобрений с целью рационального их использования при получении высоких урожаев.

## Литература

1. Мамедов М.И. Накопление в питательных органах винограда в зависимости от питательного режима серо-коричневых (каштановых) почв Азербайджана, *Агрохимия*, 2014, №4, с. 74-79
2. Негруль А.М. Виноградарство. М., 1959, 398 с.
3. Шанк Рене, Лонг Ж. Виноградарство Франции (пер. с франц.), М, 1961.

УДК 631.05

### СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПОЧВ ЛЕНКОРАНСКОГО РЕГИОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

С.З.Мамедова

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*  
*ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEMS OF SOILS OF LANKARAN REGION OF AZERBAIJAN*  
S.Z. Mammadova

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan*

Благоприятные почвенно-климатические условия Ленкоранского области создают возможность для выращивания здесь ряда сельскохозяйственных культур, в том числе ряд ценных растений влажных субтропиков: чай, цитрусовые (лимон, апельсин, киви, мандарин и фейхоа). Здесь распространены редкие ландшафтные комплексы. Однако, они, как и весь почвенный покров, в последние десятилетия под влиянием антропогенного воздействия подверглись изменениям. Для нормальной функциональной деятельности и высокой продуктивности как естественных, так и агроэкосистем почвенный покров имеет важное значение. В результате исследований по крупномасштабным (1:10000) почвенным материалам административных районов, проведенными с нашей стороны, было выявлено, что 15,4%, или 43261,3 га сельхозпригодных земель горной и предгорных территорий Ленкоранской области в той или иной степени подвергнуто эрозии. По степени подверженности эрозии с/х пригодных земель области на первом месте находится Лерикский район. 36,3%, или 24467 га земель этой категории подвергнуто эрозии. В Астаре этот показатель составляет 32,1%, или 4528 га, в Ярдымлах–13,6%, или 6141 га, в Ленкоране – 27,4%, или 6603 га, в Джалилабаде 1,58%, или 1522,3 га [1].

В северной и северо-восточной частях области засушливый климат, среднегодовые осадки не более 300мм, а также сосредоточие части земельных ресурсов на равнинах и интенсивное орошение создало благоприятные условия для накопления солей в профиле почвы. В связи с этим 12,69%, или 19503 га сельхозпригодных земель области подвергнуты в той или иной степени засолению. 79,71%, или 15546 га засоленных почв находится в Джалилабаде, 18,15% или 3539 га – в Масаллах, 2,15%, или 418 га приходится на долю Ленкоранского района. Следует отметить, что 100%, или 2556 га солончаков, из сильно засоленных почв 92,36%, или 9816 га находится на территории Джалилабада. Исследования показали, что 23,4%, или 4558 га засоленных почв Ленкоранской области в той или иной степени подвергнуты солонцеватости. Трансформация ландшафтных комплексов в пределах области, развитие деградации почв сделало необходимым организацию экологического, в том числе и почвенного мониторинга в этом важном для Азербайджана регионе [2-4].

Нами была составлена программа системы экологического контроля (мониторинга) показателей плодородия сельскохозяйственных земель, распространенных в пределах бассейнов крупных рек Ленкоранского региона. Согласно этой программе в Ленкоранской области в бассейнах крупных рек были определены количество и место точек наблюдения над показателями плодородия почв, используемых в сельском хозяйстве. Наблюдениями частично были охвачены бассейны пяти крупных рек области (Болгарчай, Виляшчай, Ленкоранчай, Астарачай, Тянгярючай) и их притоки (в количестве 53). Принимая во

внимание современный уровень научно-теоретических знаний и существующие в республике современные научные, технические и финансовые возможности эти наблюдения были проведены в сокращенной форме, охватив в основном потенциальные показатели плодородия (количество (%) и запасы (т/га) гумуса, общий азот, %; общий фосфор, %; общий калий, %; сумма поглощенных оснований, мг/экв; рН (водной и солевой) и т.д.). Отметим, что показатели анализов этих разрезов были использованы при составлении агроэкологических моделей плодородия почв под чаем, виноградом, овощными, зерновыми культурами и при нахождении баллов бонитета этих почв. Как показали исследования, показатели плодородия горно-желтоземных почв по сравнению с желтоземно-подзолистыми более подвергнуты трансформации. На послелесных почвах, где встречаются посеvy культуры чая и citrusовых, которым не полностью выполнено экологических функций лесных биогеоценозов, наблюдаются процессы эрозии, протекающие в явной и скрытой формах. Процессы эрозии в водонакапливающей части бассейна, на горно-лугово-сероземных почвах высокогорья и верхней границ леса, на безлесных территориях принимают более интенсивный характер, а это ускоряет процессы притока и накопления питательных элементов, которые в результате процессов денудации прошли из сборной части бассейна через транзитную часть к ее аккумулятивной части.

Таким образом, на изменчивость показателей плодородия почв аккумулятивного экологического района, в том числе на наиболее распространенные здесь желтоземно-подзолисто-глеевые почвы оказали влияние такие антропогенные факторы, как полив и длительная интенсивная обработка

#### Литература

1. Джафаров А.Б. Модели плодородия почв под зерновые культуры в северной части Ленкоранской области. Автореф. Дис. к. с/х.н., Баку, 1991, 20с.
2. Мамедов Г.Ш. Экологическая оценка почв Азербайджана, Баку, Элм, 1998, 282 с.
3. Мамедов Г.Ш., Мамедова С.З. Экологические модели плодородия чаепригодных почв Ленкоранской области. Докл. АН Азербайджана, 1999, с.117-125.
4. Мамедов Г.Ш., Мамедова С.З. Рекомендации по составлению экологической модели плодородия чаепригодных почв Азербайджана, Баку, АЗН ИИНТИ, 1993, 20с.

УДК 632.125:631.67

#### ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ПРИ ОРОШЕНИИ

В.Г.Мамонтов

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия, mshapochv@mail.ru*

V.G. Mamontov

#### SOIL DEGRADATION UNDER IRRIGATION

*Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*

Орошение является одним из наиболее эффективных мелиоративных приемов, позволяющих оперативно устранять дефицит влаги и обеспечивать благоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных культур. В целом ряде регионов вследствие дефицита атмосферных осадков невозможно создание высокопродуктивных устойчивых агроландшафтов без развития орошаемого земледелия.

В то же время при интенсивном орошении уровень антропогенной нагрузки на почву многократно возрастает, что сопровождается существенным изменением почвенных свойств и режимов и часто приводит к негативным последствиям. Особенно неблагоприятная ситуация складывается при экстенсивном использовании орошаемой пашни при котором постоянно имеют место переполивывы приводящие к большим потерям оросительной воды на физическое испарение и фильтрацию. Возникающий в результате переполивывов промывной

тип водного режима вызывает развитие миграционных процессов сопровождающихся вымывание кальция и элементов питания.

Пропашные севообороты без внесения органических удобрений и особенно монокультура негативно отражаются на гумусовом состоянии орошаемых почв. Происходит заметное снижение содержание общего гумуса и изменение его качественного состава. Гуматный тип гумуса трансформируется в фульватно-гуматный, а фульватно-гуматный в гуматно-фульватный, уменьшается общее количество гуминовых кислот и количество гуминовых кислот связанных с кальцием, наиболее ценных с агрономической точки зрения, возрастают подвижность и дисперсность гуминовых кислот, уменьшаются их средневесовые молекулярные массы.

Согласно данным элементного состава и термического анализа экстенсивное использование орошаемого чернозема при монокультуре кукурузы вызывает биологическую деградацию гуминовых кислот, в результате которой они теряют лабильные компоненты, в том числе и азотсодержащие группировки, подвергаются окислению и обогащаются инертными циклическими структурами. Накопление в составе гумуса инертных компонентов снижает его реакционную способность и буферность, ослабевает его стимулирующее начало по отношению к растениям и микроорганизмам, ухудшаются условия для формирования глиногумусовых комплексов.

Уменьшение содержания гумуса и ослабление клеящей способности гуминовых кислот из-за потери части лабильных компонентов, обладающих таким качеством, сопровождается деградацией почвенной структуры. В орошаемых почвах возрастает глыбистость и уменьшается содержание водопрочных агрегатов. В результате разрушения почвенной структуры в орошаемых почвах появляется водопептизируемый ил, почвы переуплотняются, снижаются пористость и фильтрация, активизируются процессы коркообразования.

В еще большей степени негативное влияние орошения на состав и свойства почвы проявляется при использовании для полива минерализованных вод с содержанием солей 1-4 г/л и рН 7,5-8,5 без проведения превентивных мелиоративных мероприятий. При непромывном водном режиме поступление легкорастворимых солей с поливной водой вызывает засоление почвы. При минерализации поливной воды 1-2 г/л через 3-5 лет, в верхней части профиля почв, судя по содержанию токсичных ионов, отмечается слабая, реже средняя степень засоления. При поливах водой с минерализацией более 2 г/л степень засоления за тот же период достигает средней, но могут встречаться и сильнозасоленные почвы. В первую очередь это касается почв тяжелого гранулометрического состава с плохими физическими свойствами. Изменения в ионно-солевом комплексе почв сопровождаются накоплением в ППК обменных натрия и магния. В результате осолонцевания происходит подщелачивание среды, ухудшение агрофизических свойств и фосфатного режима, снижение содержания гумуса и его фульватизация. При низкой культуре земледелия и орошении минерализованными водами биологическая деградация гуминовых кислот дополняется действием химического и физико-химического фактора, в результате чего происходит частичное разрушение циклических компонентов ядерной части молекул гуминовых кислот.

Крайне неблагоприятная ситуация складывается при орошении экстенсивно используемых угодий низкоминерализованными водами содержащими соду. В этом случае происходит очень быстрое осолонцевание пахотного слоя которое со временем распространяется и в нижележащие горизонты почвенного профиля. Уже через несколько лет орошения такими водами почвы могут превратиться в ирригационные солонцы. При поливах щелочными водами активно развиваются различные деградационные явления: обесструктуривание, дегумификация, переуплотнение, коркообразование. Существенно снижается фильтрация, в результате чего после обильных поливов происходит застаивание воды на поверхности почвы и развиваются анаэробные явления. В таких условиях возможно проявление элювиально-глеевого процесса и осолодения.

УДК 631.417:631.445.4 (470.32)

ДЕГРАДАЦИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ  
ЦЧЗ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Н.П. Масютенко

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, [vninp@kursknet.ru](mailto:vninp@kursknet.ru)

THE DEGRADATION AND STABILITY OF CHERNOZEM SOIL ORGANIC MATTER  
IN CENTRAL CHERNOZEM AREA AT AGRICULTURAL USE

N.P. Masyutenko

All-Russia Research Institute of arable farming and Soil Erosion Control, Kursk

Содержание и состав органического вещества черноземов определяет их плодородие и устойчивость как компонента биосферы. В процессе сельскохозяйственного использования черноземные целинные почвы на плакорах потеряли 20-30 % гумуса. Это обусловлено недостаточным поступлением в почву органического вещества, повышенной его минерализацией, вызванной механическими обработками. При насыщении севооборотов пропашными культурами, недостаточном возделывании многолетних трав и нерациональных обработках потери гумуса достигают 30-40 % от его запасов в целинной почве, а на склонах в условиях интенсивного проявления эрозионных процессов - до 50 % и более.

Наряду со снижением запасов гумуса в пахотных почвах изменяется соотношение между инертным гумусом (ИГ) и лабильными гумусовыми веществами (ЛГВ), а также между содержанием гумуса и негумифицированного органического вещества (НВ), определяющими устойчивость органического вещества почвы к деградации. ЛГВ, наиболее тесно связанные с урожаем сельскохозяйственных культур, составляют в пахотных горизонтах чернозема типичного 4-16 % от содержания общего гумуса в зависимости от экспозиции склона, подтипа почвы и степени ее эродированности, что на 33-50 % ниже, чем на целине. В целинных почвах НВ содержится 8-12 % от общего содержания органического вещества, а на пашне - 0,5-8%.

Следует отметить, что экспозиция склона существенно влияет на уровень содержания и состав органического вещества почвы. В черноземе типичном на пашне, расположенной на северном склоне, в слое 0-50 см запасы гумуса и ЛГВ, соответственно, на 14,5 % и 52,0 % выше, чем на южном. Элементы системы земледелия по-разному влияют на органическое вещество черноземов: вид севооборота оказывает существенное влияние на запасы в почве негумифицированного органического вещества; органо-минеральные удобрения - на качественный и количественный состав лабильных гумусовых веществ; а обработка почвы - на количество негумифицированного органического вещества и качественный состав лабильных гумусовых веществ.

Установлено, что снижение содержания гумуса в почве, нарушение (по сравнению с целинной почвой) соотношения между содержанием ИГ и ЛГВ, а также между запасами гумуса и НВ сопровождаются ухудшением её структурно-агрегатного состава, агрохимических и биологических свойств, падением урожаев сельскохозяйственных культур, частичной утратой экологических функций почвы, то есть ее деградацией.

Более 50 % черноземных почв в ЦЧЗ подвержены деградации их гумусного состояния. В качестве критериев деградации разработаны и предложены критические параметры гумусного состояния для чернозема типичного и выщелоченного разной степени эродированности. Под критическими параметрами гумусного состояния почвы понимается следующее их сочетание: потери гумуса по сравнению с целинной на 40 % и более, содержание гумуса меньше минимального (соответствующие значению инертного гумуса), дефицитный баланс гумуса, количество негумифицированного органического вещества < 1,8 т/га (по углероду), - при котором при усиленной минерализации инертного гумуса происходит разрушение почвенной структуры (увеличивается плотность, сумма водоустойчивых агрегатов снижается в 1.7-2 раза), ухудшаются водно-физические, агрохимические и биологические свойства почвы, урожаи сельскохозяйственных культур

падают на 20-45 %. По отношению к критическим параметрам гумусного состояния ( $ГП_{\text{КРИТ}}$ ) черноземов выделены три степени их деградации: сильнодеградированные ( $ГП_{\text{ФАКТ}} < ГП_{\text{КРИТ}}$ ), среднедеградированные ( $ГП_{\text{КРИТ}} < ГП_{\text{ФАКТ}} < 1,1 \cdot ГП_{\text{КРИТ}}$ ), слабодеградированные ( $1,1 \cdot ГП_{\text{КРИТ}} < ГП_{\text{ФАКТ}} < 1,2 \cdot ГП_{\text{КРИТ}}$ ).

В условиях проявления деградационных процессов, не связанных с эрозионными процессами, важное значение имеет устойчивость органического вещества почвы. Под устойчивостью органического вещества почвы понимается способность его многокомпонентной системы поддерживать свою структуру и стабильное функционирование в относительно неизменном состоянии (в определенных пределах изменчивости) в условиях возмущающих внешних воздействий [1]. Управляемыми возмущающими воздействиями для органического вещества пахотных почв являются агрогенные факторы: севообороты, система удобрений, обработка почвы и т.п. Каждый компонент органического вещества почвы играет определенную роль в устойчивости его структуры и функционировании. Инертно-устойчивым компонентом системы является ИГ, а лабильными – ЛГВ и НВ. Инертный гумус обеспечивает устойчивость "каркаса" системы, пространственную организацию процессов, идущих в органическом веществе, создает пространственную основу гетерогенности свойств и локализации процессов [2]. Он относится к трудноуправляемым компонентам органического вещества почвы.

Лабильные гумусовые вещества как наиболее трансформируемая и обогащенная азотом часть гумусовых веществ, с одной стороны, являются ближайшим источником энергии, аккумулированной в гумусовых веществах, и питательных элементов для растений, микроорганизмов и, разлагаясь, предохраняют инертный гумус от глубокой деструкции. С другой стороны, они активно реагируют на внешние воздействия, более управляемы и восстанавливаемы. Негумифицированное органическое вещество по отношению к гумусовым веществам почвы выполняет две основные функции, это: 1) защитную, то есть оберегает от разложения и минерализации гумусовые вещества, являясь источником питательных веществ и энергии для живых организмов, находящихся в почве; 2) гумусовоспроизводительную, так как участвует в почве в процессах гумификации. НВ является управляемым компонентом рассматриваемой системы. Непременными условиями выполнения его функций является ежегодный приток в почву свежего органического вещества на уровне требуемого оптимального и соотношение в нем  $C:N = 32 \pm 4$ .

Предложен показатель устойчивости органического вещества почвы (УОВ), показывающий сколько процентов составляет фактическое содержание НОВ от требуемого оптимального. Требуемое оптимальное количество НВ определяется содержанием в почве гумуса и соотношением НВ к гумусу (в % к общему органическому веществу почвы) в целинной почве. Разработаны шесть градаций степеней его устойчивости. Установлено, что вид сельскохозяйственного использования влияет как на степень устойчивости органического вещества почвы, так и на степень деградации её гумусного состояния. Органическое вещество чернозема типичного на залежи и лугу отличается высокой устойчивостью, а на пашне в агроэкосистеме зернопаропропашного севооборота – слабой устойчивостью. Очень слабая устойчивость органического вещества почвы наблюдается на пару (УОВ = 27%). Оптимальной устойчивостью (УОВ = 106%) обладает органическое вещество чернозема типичного в агроэкосистеме зернотравяного севооборота под клевером.

Таким образом, установлено изменение состава органического вещества черноземов в зависимости от различных факторов. Разработаны критерии деградации, показатель устойчивости органического вещества почвы. Выявлено влияние вида сельскохозяйственного использования на устойчивость органического вещества почвы и степень деградации её гумусного состояния.

#### Литература

1. *Масютенко Н.П.* Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. - М.: Россельхозакадемия, 2012. - 150 с.
2. *Фокин А.Д.* Устойчивость почв и наземных экосистем: подходы и систематизация понятий и оценки //Известия ТСХА. - 1995. Вып. 2. – С. 71-85.

УДК 631.41

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ СВЕТЛО-СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ  
ШАРУРСКОЙ РАВНИНЫ НАХИЧЕВАНСКОЙ АР

Г.Д. Мехдиев, М.А. Ахмедова

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджан, Аз. 1011 г. Баку ул. М.Рагим 5,  
Email [huseyn.mehdiyev.59@mail.ru](mailto:huseyn.mehdiyev.59@mail.ru)*

QUALITATIVE DETERMINATION OF MINERALS IN SEROZEMS OF SHARUR PLAIN,  
NAKHICHEVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

G.D. Mehdiev, M.A. Ahmetova

*Institute of soil science and agro chemistry of NASA (National Academy of Science of Azerbaijan)*

Исследование минералогического состава и его изменение под воздействием почвообразовательных процессов играют важную роль в установлении генезиса почв.

Светло-сероземные почв расположенные в Центральной части Шарурской равнины Нахичеванской АР относятся к малоизученным почвам по минералогическому составу. Качественное определение индивидуальных, смешаннослойных минералов в почвах Азербайджана также до сих пор малоизученны.

Следует отметить, что исследования минералогического состава светло-сероземных почв и антропогенное воздействие, процессы, протекающие в связи с этим являются одной из важных проблем современного почвоведения. [1]

Минералогический анализ подкрепленный химическими исследованиями обладает потенциальными возможностями в познании генезиса почв.

Нашими исследованиями было выявлено, что в илистой фракции светло-сероземных почв этого региона в основном содержатся высокодисперсные минералы типа магнезиального хлорита и в малом количестве монтмориллонита. [2,3] Содержание гидрослюда в этих почвах высокое и прослеживаются они в верхнем, среднем и нижнем горизонтах. Минералы типа каолинита в основном содержатся в смешаннослойных образования.

Из первичных минералов в светло-сероземных почвах содержание минерала кварца и полевого шпата высокое. Также выявлено, что качественные минералы монтмориллонита в малом угле содержит  $d_{001} = 0,6\%$ , а в центральном угле –  $d_{002} = 0,9\%$ , и большом угле соответственно  $d_{003} = 0,6\%$ .

Содержание хлорита в светло-сероземных почвах незначительно больше и составляет соответственно –  $d_{001} = 1,62\%$ ,  $d_{002} = 2,97\%$ ,  $d_{003} = 1,62\%$ .

Исследованные почвы по содержанию минералов группы гидрослюда в почвах высокое и характеризуются  $d_{001} = 3,6\%$ ,  $d_{002} = 2,8\%$  и  $d_{003} = 4,4\%$ . Из высокодисперсных минералов содержание каолинита изменяется в следующих пределах -  $d_{001} = 1,65\%$ ,  $d_{002} = 1,35\%$ .

Из полученных данных можно предположить, что по качественному определению минералов в светло-сероземных почвах в Центральной части Шарурской равнины Нахичеванской АР в основном содержатся гидрослюда, хлорит, в малом количестве монтмориллонита, смешаннослойных образований каолинита и из первичных минералов - кварца и полевые шпаты.

Литература



1. *Алексеев В.Е.* Способ оценки минералогического состояния силикатной части черноземов. Почвоведение, №2. 2012, стр. 189.
2. *Горбунов Н.И.* Минералогия и физическая химия почв. Издательство “Наука” М. 1978. стр.297.
3. *Градусов Б.П.* Структурно-минералогические аспекты процессов почвообразования и литогенеза в гумидных областях бореального и субтропического поясов. Почвоведение, №10. 2005, стр. 1174.

УДК 631.4;332.2

ВЫДЕЛЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОСОБО ЦЕННЫХ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Э.Н. Молчанов, И.Ю. Савин, В.С. Столбовой

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, [enmol@bk.ru](mailto:enmol@bk.ru)*

DELINEATION, USAGE, AND PROTECTION OF ESPECIALLY VALUABLE  
AGRICULTURAL LANDS

E.N. Molchanov, I.Yu. Savin, V.S. Stolbovoy

*Dokuchaev Soil Institute*

Одной из актуальных и важнейших задач нормативно-правового регулирования использования и охраны высокопродуктивных земель с плодородными почвами является выделение их в соответствии с «Основами государственной политики использования земельного фонда Российской Федерации на 2012-2020 годы» (распоряжение Правительства РФ от 03.03.2012 г. № 297-р - ред. от 28.08.2014 N 1652-р) [3] в отдельную группу **особо ценных сельскохозяйственных земель** с установлением критериев отнесения к таким землям и порядка установления зон их охраны, выполнением работ по определению местоположения границ особо ценных сельскохозяйственных земель и границ зон их охраны с включением соответствующих сведений в государственный кадастр недвижимости, установлением ограничений на изменение видов разрешенного использования особо ценных сельскохозяйственных земель, а также запрета на добычу общераспространенных полезных ископаемых открытым способом на сельскохозяйственных угодьях.

Реализация поставленной Правительством РФ задачи выдвигает на первый план необходимость выработки объективных критериев выделения особо ценных сельскохозяйственных земель, базирующихся, прежде всего, на всесторонней качественной почвенной информации, отвечающей требованиям официально принятой современной нормативно-правовой и методической документации. Главным из таких документов сегодня является Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [1], утвержденный 29 октября 2013 года Министром сельского хозяйства РФ Н.В. Федоровым в качестве руководства при проведении почвенных обследований и изысканий, работ по мониторингу почв (земель), рациональному их использованию и охране, государственному земельному кадастру и учету земель. Его следует принять в качестве основного, обязательного для использования, правового документа на всей территории страны.

Реестр содержит полную, унифицированную, электронную информацию о всех почвах страны, их пространственном размещении и свойствах. Реестр разработан на основе широкого внедрения инновационных информационных технологий в целях повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, унификации методов оценки качества земель по их пригодности для сельскохозяйственных культур, разработки зонирования по продуктивности (высокопродуктивные, продуктивные и низкопродуктивные), выделения особо ценных сельскохозяйственных земель, совершенствования методов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, выделения неблагоприятных земель для компенсационных выплат ВТО и др.

Земельным кодексом (ЗК, Ст. 79, п. 4) [2] предусмотрено выделение *особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодий*, в том числе сельскохозяйственных угодий опытно-производственных подразделений научных организаций и учебно-опытных подразделений образовательных организаций высшего образования с кадастровой стоимостью существенно превышающей средний уровень кадастровой стоимости по муниципальному району (городскому округу), которые в соответствии с законодательством субъектов Российской Федерации могут быть включены в *перечень земель*, использование которых для других целей не допускается. В отдельных субъектах Российской Федерации (Владимирская, Воронежская, Свердловская области и др.) такие перечни составлены и приняты только для вышеуказанных научных и образовательных организаций, но надо отметить, что они включают все сельскохозяйственные угодья без учета качества отдельных земельных участков по показателям продуктивности, плодородия почв, подверженности деградационным процессам, местоположения в агроландшафте и др. В тоже время, следует отметить, что сельскохозяйственные угодья этих организаций, как и других землепользователей, часто наряду с высокопродуктивными содержат тот или иной процент маргинальных сельскохозяйственных угодий, которые были изначально или образовались за последние 30-40 лет в результате интенсивного развития деградационных процессов и не нашли отражения при кадастровой оценке земель, базирующейся на устаревших материалах почвенных обследований.

К *особо ценным сельскохозяйственным землям* должны быть отнесены все высокопродуктивные сельскохозяйственные земли с плодородными почвами (и в первую очередь знаменитые на весь мир черноземы) независимо от их целевого назначения, разрешенного использования, форм собственности и ведомственной принадлежности. Однако, практическое решение этой задачи сильно затруднено, так как в стране отсутствует государственная система учета земель, содержащая достоверные сведения о местоположении и площадях наиболее продуктивных сельскохозяйственных земель с почвенным покровом, обладающим высоким потенциальным и эффективным плодородием, расположенных в благоприятных условиях рельефа, климата и практически не подвергающихся (или подвергающихся в слабой степени) различным деградационным процессам, требующих минимальных капитальных затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Земельные участки сельскохозяйственных угодий, отнесенные к особо ценным, в обязательном порядке должны иметь на местности фиксированные границы, то есть в каждом случае они должны быть определены территориально. При этом основным источником информации была и остается почвенная карта с подробной характеристикой свойств и вещественного состава почв.

В этой связи на первом этапе реализации поставленной Правительством Российской Федерации задачи в целях обеспечения выделения особо ценных сельскохозяйственных земель и правового регулирования рационального их использования и охраны необходимо на территории страны провести инвентаризацию всех сельскохозяйственных земель.

В процессе инвентаризации земель будут установлены и выбывшие по разным причинам из оборота высокопродуктивные земли, а также, использующиеся в сельскохозяйственном производстве малопригодные и непригодные для этих целей земли (деградированные и исходно низкопродуктивные). В отношении выбывших из оборота высокопродуктивных земель должен решаться вопрос отнесения их с учетом выработанных критериев к особо ценным и вовлечения в интенсивное сельскохозяйственное производство, а маргинальные земли могут быть рекомендованы для производства биотоплива, посадки лесонасаждений и др., что позволит повысить экономическую эффективность их использования, предотвратить дальнейшую деградацию и, по возможности, восстановить утраченное плодородие.

Не менее важным в деле совершенствования нормативно-правового регулирования сохранения плодородия почв особо ценных сельскохозяйственных земель является введение в практику землепользования Паспорта земельного участка, в котором должны отражаться

основные параметры состояния почв на участке. Информация в Паспорте должна обновляться раз в 3-5 лет или при смене владельца участка. Ухудшение качества почв должно наказываться штрафом и обязанностью оплаты восстановления плодородия почв.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-38-00023).

#### Литература

1. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768 с.
2. Земельный Кодекс РФ № 136-ФЗ от 25.10.2001 г. (принят ГД ФС РФ 28.09.2001 г.) - ред. от 23.07.2013 г.
3. Основы государственной политики использования земельного фонда Российской Федерации на 2012-2020 годы (в ред. распоряжения Правительства РФ от 28.08.2014 N 1652-р).

УДК.631.44

#### ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Г.В. Мотузова, Н. Ю. Барсова, Е.А. Карпова

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [motuzova@mail.ru](mailto:motuzova@mail.ru)

GLOBAL ECOLOGICAL DANGER OF SOIL POLLUTION-

G.V. Motuzova, N.Yu, Barsova, E.A. Karpova

Soil science faculty of MSU

Экологический кризис на планете – это реальность. Глобальную опасность представляет антропогенная деградация почвы – нарушение структуры и функционирования почвы под влиянием антропогенных факторов, действие которых превышает устойчивость почвы и ведет к невозможности выполнения ее функций. Среди видов антропогенной деградации почв наибольшую опасность представляет загрязнение. Загрязнение- воздействие на окружающую среду антропогенных агентов, сопутствующих различным видам человеческой деятельности, интенсивность влияния которых превышает природный уровень воздействия аналогичных агентов. Один из видов нарушения окружающей среды- химическое загрязнение. Химическое загрязнение – наиболее опасный вид деградации экосистемы: 1) загрязнение - затрагивает все природные среды; 2) загрязняющие вещества непосредственно влияют на жизнеспособность всех биологических видов; 3) влияние загрязняющих веществ может закрепляться на генетическом уровне, представляя опасность для будущих поколений; 4) загрязнение природных сред проявляется не только на локальном и региональном уровнях, но и на глобальном уровне. Опасность для биосферы загрязнения почв обусловлена прямым экокотоксикологическим действием его на живые организмы, на экосистемные процессы на разных уровнях организации биосферы. Оно вызывает нарушение прямых и обратных абиотических потоков химических веществ, связывающих почву и сопредельные среды, нарушение трофических потоков химических веществ. Загрязнение влияет на собственные свойства почвы: вызывает изменение важнейших свойств почв (биологических, химических, минералогических), снижение устойчивости почв к загрязнению различными видами поллютантов. Загрязняющих вещества почвы оказывают прямое экокотоксикологическое действие на живые организмы (на разнообразие комплексов микроскопических грибов, на активность процессов азотфиксации и прочее), на нарушение прямых и обратных биотических и абиотических потоков химических веществ, связывающих почву и сопредельные среды, т.к. почва- центральное звено этих потоков. Происходит нарушение трофических потоков химических веществ, начальное звено которых - почва. С увеличением содержания металлов в почве количество их в растениях растет. В ряду «продуценты - консументы» разных уровней, имеет место накопление металлов,

которые участвуют в важнейших биохимических процессах. В значительном количестве тяжелые металлы накапливаются в организме человека, вызывая их заболевания, при этом в самой почве происходят негативные изменения ее экологически важных свойств, изменяются кислотно-основные и ионно-обменные свойства, изменяется состояние глинистых минералов и органических веществ. В результате снижается экологическая устойчивость почв к загрязнению металлами. Это отражается на соотношении соединений металлов, удерживаемых почвами с разной прочностью, сопровождается повышением подвижности металлов. Названные нарушения состояния почвы вследствие загрязнения создают угрозу выполнения почвой ее экологических функций. Это, в свою очередь, создает угрозу выполнения биосферой ее глобальной функции - сохранение жизни на планете. Обеспечение экотоксикологической безопасности почв - актуальная задача современного общества.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ПОЙМЫ ВЕРХНЕЙ ОКИ  
В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ОАО «АГРОФИРМА СОСНОВКА»  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ).

П.Н. Мурин, А.А. Снег

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [jaguar.1985@mail.ru](mailto:jaguar.1985@mail.ru), [sneg\\_anna@mail.ru](mailto:sneg_anna@mail.ru)

CHANGING THE PROPERTIES OF ALLUVIAL MEADOW SOILS OF THE FLOODPLAIN  
OF UPPER OKA RIVER UNDER INTENSIVE AGRICULTURAL USE.

P.N. Murin [jaguar.1985@mail.ru](mailto:jaguar.1985@mail.ru), A.A. Sneg [sneg\\_anna@mail.ru](mailto:sneg_anna@mail.ru)

*Soil science faculty of MSU*

Объектом исследования являются аллювиальные почвы землепользования агрофирмы «Сосновка», находящиеся в Озерском районе Московской области, в верхнем течении реки Оки. Исследуемый участок поймы р. Оки практически полностью распахан. Небольшой процент территории (около 5%) занимают луга. Территория исследований расположена на правом берегу р. Оки и относится к зоне лесостепи. На данной территории выращивают сельскохозяйственную продукцию (свекла, морковь, картофель, капуста; с 2013 г. - картофель, капуста).

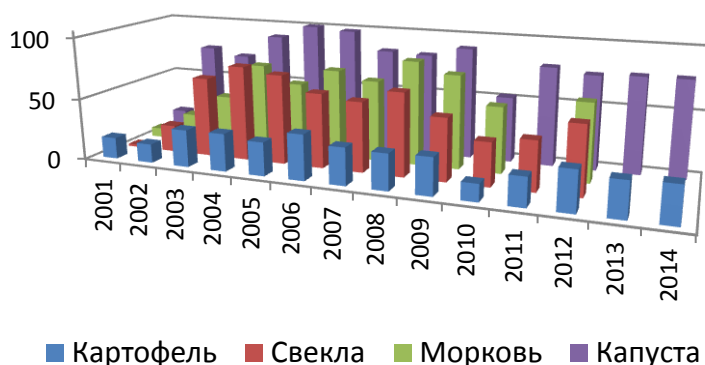


Рис. 1. Урожайность сельскохозяйственной продукции ОАО «Агрофирма Сосновка», 2001-2014 гг.

Территория исследования находится в сельскохозяйственном производстве с 60-х гг. XX столетия, с 2003 г. применялась голландская технология, предусматривающая минимальные механические обработки почв при уходе за посевами, внесение дозированного количества минеральных удобрений, применение пестицидов, орошение, использования специального отобранного семенного материала, определенный регламент по хранению

продукции. Отрицательными особенностями данной технологии является отсутствие внесения органических удобрений и несоблюдение общепринятых овоще - кормовых севооборотов. В настоящее время голландская технология по возделыванию продукции преобразовалась в интенсивное использование пойменных почв, которое предусматривает многократное прохождение тяжелой колесной техники, за вегетационный сезон осуществляется 20 – 25 проходов.

Возделывание овощей по голландской технологии возможно лишь на очень богатых органическим веществом почвах, поэтому наши земли нужно постоянно удобрять, что вызывает большие затраты и времени, и финансов. Отдельные элементы этой технологии можно применить в хозяйстве и получить довольно неплохой урожай, если следовать опыту голландских специалистов (рис. 1). Несмотря на падение урожайности в засушливом 2010 г., показатели хозяйства выше, чем в среднем по Московской области.

Почвы изученного участка поймы р. Оки определены на пашне как аллювиальные луговые насыщенные разной степени суглинистости. Почва притеррасной части поймы имеет двухфазное строение. Грансостав пахотного горизонта определен как легкосуглинистый. Остальная часть профиля – тяжелосуглинистая до глинистой. Это можно объяснить имевшими место в 60-70е гг XX в прорывами меандра реки и наложением на условия притеррасной части поймы условий осадконакопления прирусловой поймы.

Значение коэффициента структурности относится к удовлетворительным (луговая почва центральной поймы) и хорошим (луговая почва прирусловой и притеррасной поймы). Критерии водопрочности – неудовлетворительные [4].

Различия в значениях плотности сложения пахотного и подпахотного горизонта являются значимыми (с уровнем значимости  $\alpha = 0,05$ ) для всех частей поймы. В подпахотном горизонте почвы центральной поймы плотность сложения превышает  $1,3 \text{ г/см}^3$ .

Значения общей порозности для пахотных горизонтов являются отличными, а для подпахотного – удовлетворительными для суглинистых почв [3].

По величине удельной поверхности почвы притеррасной и прирусловой поймы не отличаются между собой, но отличаются от луговых почв центральной поймы. Луговые почвы центральной поймы имеют наибольшую удельную поверхность. Каждое среднее значение удельной поверхности для подпахотного горизонта меньше такового для пахотного горизонта, но пахотные и подпахотные горизонты различаются незначимо (с уровнем значимости  $\alpha = 0,05$ ) для почв всех частей поймы.

Актуальная кислотность данных почв нейтральная. По содержанию подвижного фосфора данные луговые почвы можно отнести к средне- и повышенно-обеспеченным. На всех исследованных почвах имеет место зафосфачивание. При этом от 60 до 80% присутствующего в почве фосфора недоступно растениям. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что почти весь этот необходимый растениям элемент находится в недоступной для корней форме в виде соединений с минералами, нерастворимых солей металлов и органических соединений. Это может происходить в результате окклюдирования фосфатов на поверхности почвенных частиц [6].

По содержанию органического вещества почвы приближаются к критическому значению гумусированности (по [2]). По уровню pH данные почвы можно отнести к устойчивым (pH 7,2-7,6), а по содержанию гумуса - к слабоустойчивым к антропогенному воздействию (содержание гумуса 2,3 - 4,1 %) [1].

Содержание нитратного и аммонийного азота, а также водорастворимого калия было невелико, что соответствовало срокам отбора образцов (октябрь). По содержанию азота и калия пойменные луговые почвы не отличаются между собой.

Признаки физической деградации физических свойств аллювиальных почв по следующим параметрам (по [5]): уменьшение содержания физической глины, увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, уменьшение запасов гумуса в профиле почвы - отсутствуют. К негативным явлениям в данных почвах можно отнести зафосфачивание пахотного горизонта и переуплотнение подпахотного горизонта.

## Литература

1. *Гогмачадзе Г.Д.* Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации - М.: Издательство Московского университета, 2011. 79 – 82 с.
2. *Кораблева Л.И., Слуцкая Л.Д., Авдеева Т.Н.* Охрана и воспроизводство плодородия аллювиальных почв (на примере земледелия в поймах Московской области). М., 1989, 59с.
3. Практикум по почвоведению / *Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф.* - Под редакцией доктора биологических наук, профессора Н.Ф. Ганжары. - М.: Агроконсалт, 2002. - 280 с.
4. Теории и методы физики почв. Колл. монография // Под ред. Е.В.Шейна и Л.О.Карпачевского. М.: «Гриф и К», 2007, 616 с.
5. *Шентухов В.Н., Решетина Т.В., Березин П.Н. и др.* О совершенствовании оценки процессов деградации почв // Почвоведение, 1997, № 7, с. 799 - 805.
6. *Cornforth I.S.* The fate of phosphate fertilisers in soil. NZ Institute of Chemistry.

УДК 631.417.2.

### ПРИЗНАКИ ДЕГРАДАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М.Ф.Овчинникова

*Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ им. М.В.Ломоносова*

*E-mail: [biochem.ovchinnikova@yandex.ru](mailto:biochem.ovchinnikova@yandex.ru)*

Signs of transformation degradation of humus substances sod-podzolic soils at action of factors of different origin

M.F.Ovchinnikova

*Training and Experimental Soil Ecological Center of the Moscow State University, Moscow oblast*

Значимость и перспективность изучения характеристик гумуса в современных условиях несбалансированного использования агроландшафтов и возрастания масштабов деградации почв определяются исключительной ролью компонентов гумуса в обеспечении нормального функционирования почвы и способностью гумусовой системы к быстрой и адекватной трансформации при изменении экологической обстановки.

Среди факторов, вызывающих деградацию гумуса, наиболее распространенными во всех климатических зонах (по территориальному признаку) являются агрогенный и водно-эрозионный факторы; потери гумуса, фиксируемые при их совместном проявлении на значительных территориях, преобладают в общей структуре потерь в масштабе страны. В последние 15-20 лет в разных почвенно-климатических зонах отмечено увеличение площади пахотных почв с признаками гидроморфизма и деградации гумуса как отражение негативных изменений гидрологического режима агроландшафтов [2,4]; возрастание техногенного давления на почвенный покров в связи с расширением строительства магистральных трубопроводов [3,5]. Проявление агротехногенной деградации гумуса, обусловленное строительством осушительных мелиоративных систем, характерно для почв гумидных ландшафтов [1,4].

Среди почв зонально-генетического ряда повышенной чувствительностью к неблагоприятным воздействиям характеризуются дерново-подзолистые почвы, что позволяет рассматривать их как удобный объект исследования в целях ранней диагностики признаков деградации и прогнозирования тенденции их развития. На примере дерново-подзолистых среднесуглинистых почв подзоны южной тайги показано, что при действии разных факторов в каждом конкретном случае складывается своеобразная экологическая обстановка, обусловленная различной комбинацией негативно измененных факторов гумификации. При

неблагоприятных агрогенных воздействиях (в условиях длительного землепользования без применения агрохимических средств или с односторонним применением минеральных удобрений), в условиях избыточного увлажнения и развития признаков оглеения и анаэробнозиса зафиксированы дефицит гумусообразователей, негативные изменения параметров ППК, водно-воздушного и окислительно-восстановительного режимов, биогенности почвы. В подобных условиях проявляется химическая (физико-химическая, биохимическая) деградация, связанная с деструкцией гумусовых веществ. Проявление механической (физической) деградации при водно-эрозионных, агротехногенных и техногенных воздействиях связано преимущественно с неблагоприятными изменениями состава и соотношения гранулометрических фракций.

При диагностике признаков деградации и обосновании механизма деградации гумуса приоритетное значение имеет изучение группы гуминовых кислот (ГК), в отношении которой четко прослежено закономерное изменение в зонально-генетическом и профилно-генетическом аспектах (на фоне неопределенного и менее выраженного варьирования характеристик других групп гумусовых веществ). Среди фракций ГК наиболее отчетливо выраженной адекватной реакцией на изменение экологических условий характеризуются фракции ГК1 и ГК2, ответственные за обеспечение агрономической ценности и экологической устойчивости гумуса.

Главным признаком деградации гумуса, определяющим масштабы его потерь и уровень негативных изменений качества, при всех видах воздействий является дегумификация – ослабление процесса формирования гуминовых кислот, приводящее к снижению степени и глубины гумификации, изменению состава и упрощению структуры ГК. Ослабление процесса в большинстве случаев прослежено на обеих стадиях – новообразования (и формирования подвижных соединений) ГК и полимеризации гумусовых структур (формирования гуматов). Оба процесса локализованы в тонкодисперсных частицах: новообразования ГК – в илестых и мелкопылеватых, полимеризации гумусовых структур – в мелко- и среднепылеватых. Ослабление процесса гумификации, характеризующееся показателями  $S_{гк1}/C_{фк1}$  и  $S_{гк2}/C_{фк2}$ , и деструкция молекулярных структур ГК (по данным гель-хроматографии и спектроскопии) при проявлении химической (физико-химической, биохимической) деградации сопряжены с деградационной трансформацией тонкодисперсных частиц: активизацией процессов разрушения пылеватых фракций, снижением количества агрегированных категорий ила и возрастанием количества неагрегированных частиц. В условиях декарбонизации и превалирования окислительных минерализационных процессов зафиксированы деструкция гуматов и ослабление процесса полимеризации гумусовых структур. В условиях избыточного увлажнения и усиления признаков восстановительных процессов отчетливо выражены деструкция подвижных форм ГК и ингибирование процесса их новообразования. Деструкции подвержены, в первую очередь, высокомолекулярные структуры ГК, менее устойчивые к изменению экологических условий.

Механическая деградация, фиксируемая при водно-эрозионных и техногенных воздействиях, обусловлена преимущественно изменением состава и соотношения гранулометрических фракций вследствие разбавления верхней части профиля материалом из нижележащих горизонтов и почвообразующих пород; при водно-эрозионных процессах также вследствие вымывания из гумусово-аккумулятивного горизонта тонкодисперсных частиц. Ослабление процесса гумификации, ухудшение качества гумуса, упрощение структуры ГК при проявлении механической деградации связаны с возрастанием в балансе гумуса роли илестых и уменьшением роли пылеватых частиц, разнокачественных по содержанию и составу гумуса. Негативная направленность в изменении соотношения признаков гуматности - фульватности гумуса и упрощение структуры ГК охарактеризованы показателями  $C_{1-10}/C_{<1}$ ,  $S_{гк1-10}/S_{гк<1}$  и оптической плотности.

## Литература

1. БОЛЬШАКОВ В.А., ОРЛОВА Л.П., СИМАКОВА М.С., МУРОМЦЕВ Н.А., КАХНОВИЧ З.Н., РЕЗНИКОВ И.В. Влияние осушения и агротехники на химические свойства дерново-подзолистых глееватых почв, дренажных и почвенных вод // Почвоведение. 1995. №4. С.438-445.
2. ВЛАСЕНКО В.П. Развитие гидроморфизма в почвах западных агроландшафтов Западного Предкавказья // Почвоведение, 2009. №5. С.532-539
3. Деградация и охрана почв. Под редакцией акад. РАН Г.В.Добровольского. М.: МГУ, 2002. 570с.
4. ЗАЙДЕЛЬМАН Ф.Р. Гидрологический фактор антропогенной деградации почв и меры её предупреждения // Почвоведение. 2000. №10. С.1272-1284
5. КАРПАЧЕВСКИЙ Л.О., ГОРОШЕВСКИЙ А.В., ЗУБКОВА Т.А. Взаимодействие почв и газопроводов // Почвоведение, 2011. №3. С.365-372

УДК 611.48

## ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ОТВАЛАХ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Т.А. Пигарева

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,  
[tanya.pigareva@gmail.com](mailto:tanya.pigareva@gmail.com)*

## SOIL FORMATION ON DUMPS OF QUARRY FOR IRON ORE

T.A. Pigareva

*Saint Petersburg State University, St. Petersburg*

К территории Курской Магнитной Аномалии (КМА) приурочены существенные запасы железных кварцитов, добычей которых занимаются три горно-обогатительных комбината (Михайловский, Стойленский и Лебединский ГОКи), использующие открытый способ их извлечения. Применяемая технология добычи минерального сырья оказывает значительное воздействие на природные ландшафты Центрального Черноземья. В настоящее время для нужд горнообогатительных комбинатов КМА из землепользования двух областей (Курской и Белгородской) изъято около 30 тыс. га ценнейших черноземов и серых лесных почв, разрушены тысячелетиями создаваемые биогеоценозы, на дневную поверхность ежегодно извлекается до 100 млн. м<sup>3</sup> вскрышных пород различного возраста и химического состава [1].

Объектами настоящего исследования послужили слаборазвитые инициальные разновозрастные (соответственно, – 10 - 15 - 20 лет) почвы, формирующиеся на самозарастающих отвалах в условиях Курской Магнитной аномалии на территории Михайловского горно-обогатительного комбината. Отвальные вскрышные породы представлены селективно уложенными слоями (смесь батовских песков и келовейских глин, перекрытая сверху лессовидными суглинками). Молодые почвы, таким образом, формируются на лессовидных суглинках (почва 20-летнего возраста), или смеси вскрышных пород песка и глины (почвы 15- и 10-летнего возраста).

Морфологическая организация почв зависит от возраста самозарастания отвала, а также от литологических особенностей зарастающего отвального субстрата. Так, на десятилетней стадии на келловейских глинах формируются эмбриоземы глеевые (АУg-G). Наличие примеси батовских песков к келловейским глинам способствует облегчению гранулометрического состава отвального материала. Поэтому на 15-летней стадии обнаруживаются эмбриоземы гумусовоаккумулятивные без признаков оглеения, мощность гумусового горизонта в этих почвах достигает 15 см. На 20-летней стадии зарастания



отвалов, перекрытых лессовидными суглинками происходит формирование эмбриоземов гумусоаккумулятивных с выраженными горизонтами АУ и АС. Общая мощность гумусированного профиля достигает в некоторых случаях 20 см.

Аккумулятивно-гумусовый тренд почвообразования выявлен во всех изученных почвах, независимо от типа отвальной породы, что в принципе характерно для лесостепной зоны. Признаков элювиальных процессов, которые проявляются в почвах карьеров тайги уже на 10-15-летней стадии в почвах отвалов Михайловского ГОКа не было обнаружено. Это объясняется низкой скоростью декарбонатизации лессовидных суглинков и выщелачивания обменных оснований из келловейских глин и батовских песков. В связи с этим можно предположить, что изученные почвы будут существовать на стадиях слаборазвитых профилей гумусоаккумулятивных эмбриоземов еще несколько десятилетий [2]. При этом возможна возрастная дивергенция свойств почв на изученных отвалах. Так, отвалы, сложенные беспримесными келловейскими глинами подвержены очень сильной водной эрозии и переувлажнению, в то время как на отвалах, сложенных лессовидными суглинками явно наблюдается дефицит водообеспеченности, что не способствует активному развитию почвообразования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-34-20844, мол-а-вед.

#### Литература

1. *Е.В. Абакумов, Е.И. Максимова, А.В. Лагода, Е.М.Копцева.* Почвообразование на отвалах карьеров по добыче известняка и глин в районе г. Ухта// Почвоведение.2011, № 4.
2. *А.И. Стифеев, А.А. Стифеев Е.А. Бессонова.* Горнодобывающий комплекс КМА и его влияние на природные ресурсы центрального Черноземья. Курск, 1997 г.

УДК 631.416

#### МАСШТАБЫ САМООЧИЩЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

И.О. Плеханова

*Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, 119992 Москва, Ленинские горы, E-mail: irinaoplekhanova@mail.ru*

#### SCALE SELF-PURIFICATION of LOAMY SANDY AGROSODDY-PODZOLIC SOILS POLUTTED by SEWAGE SLUDGE

I.O. Plekhanova

*Soil Science Faculty of MSU*

Увеличение объемов образования сточных вод и их осадков (ОСВ), является характерным явлением для настоящего времени и связано с ростом городов и промышленного производства. Это обстоятельство заставляет искать пути безопасного использования ОСВ, которые рассматриваются как дешёвый источник азота, фосфора и микроэлементов для агроценозов, или как компонент конструктороземов для реабилитации техногенно нарушенных территорий. Помимо ценных питательных веществ, ОСВ в большом количестве содержат микроэлементы, ТМ и ПАУ, что не позволяет безоговорочно использовать этот материал в сельском хозяйстве [1, 2, 3, 4]. Использование в сельском хозяйстве осадков городских сточных вод в качестве органического удобрения часто приводит к загрязнению почв тяжелыми металлами (ТМ).

Целью настоящей работы являлось исследование скорости и масштабов самоочищения агродерново-подзолистых супесчаных почв Восточного Подмосковья, загрязненных в результате применения ОСВ. В задачи работы входило определение основных химических свойств почв, которые оказывают влияние на прочность связи ТМ с

почвой, а также оценка масштабов накопления и выноса ТМ из почв с внутрипочвенным стоком и основными кормовыми и огородными культурами.

Исследованные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса от 2 до 5%, легким гранулометрическим составом, нейтральными и слабощелочными значениями рН поверхностных горизонтов и слабокислой реакцией с глубиной.

Уровень загрязнения пахотного слоя почв превышает ОДК для Cd в 7 - 17 раз, а Zn в 3 - 6, Cu в 2 - 3 раза, загрязненный слой равен 30 – 50 см. Содержание свинца и никеля остается в пределах нормы. Следует отметить, что фитотоксический эффект на почвах, где систематически применяли ОСВ не выражен. В частности, на сильнозагрязненных ОСВ почвах получают высокие урожаи овощных и кормовых культур, содержания ТМ в которых значительно превышают ПДК. Однако при оценке уровня загрязнения почв сельскохозяйственного назначения определяющим показателем загрязнения, является качество выращиваемых культур, которое лимитируется транслокационным показателем, характеризующим переход ТМ в растения.

Анализ растений, выросших на загрязненных почвах, показал, что содержание Cd во всех растениях превышает ПДК в 5-10 раз. Содержание ТМ в растениях сильно различается и зависит от биологических особенностей растений и их способности к накоплению ТМ. Эти различия достаточно велики: при одинаковом содержании Cd в почве, картофель и капуста содержали в 2 – 3 раза меньше Cd, чем морковь и свекла. Кормовые культуры также значительно различаются по масштабам накопления ТМ в биомассе. Максимальное накопление было отмечено в составе зеленой массы разнотравья, минимальное в биомассе клевера с однолетними злаками промежуточное положение занимают горчица и кукуруза.

Вынос ТМ с урожаем растений зависит от свойств и уровня загрязнения почвы, а также вида и сорта растений [5]. Годовой вынос ТМ тем выше, чем больше урожай растений и концентрация в них элементов, что определяет практическое направление поиска высокоурожайных растений, способных накапливать ТМ.

Скорость выноса элементов из почвы зависит от биомассы растений их способности к накоплению ТМ, а также подвижности соединений ТМ и свойств почв. Известно, что растворимость соединений ТМ очень мала в водных растворах, вытяжках из почв и лизиметрических водах их содержание составляет сотые доли от валового содержания в почвах.

Вынос соединений ТМ из почв зависит также от режима увлажнения почв, количества осадков, типа почвы, ее гранулометрического состава, а также способов использования почв. В периоды весеннего снеготаяния и осадков ливневого характера происходит как интенсивное промачивание почвенной толщи, так и поверхностный сток. В бесснежный период большая часть осадков на легких супесчаных почвах просачивается с внутрипочвенным стоком. Атмосферные осадки слабо удерживаются легкими супесчаными почвами их большая часть, (приблизительно 70%) фильтруется и поступает в нижележащие слои, или грунтовые воды. Потери ТМ от вымывания с инфильтрующимися водами оценивали по составу вод в дренажных колодцах и анализу водной вытяжки. Поступление ТМ с атмосферными выпадениями проводили по анализу снежного покрова. Отдельно анализировали растворимую и твердую фракции снега.

Результаты анализов показали, что содержание растворимых в воде соединений ТМ, невелико и не превышает ПДК элементов, принятых для природных вод, для всех элементов, кроме Cd, содержание которого в водной вытяжке из почв превышало ПДК в 5-6 раз. Суммарный вынос кадмия из почв менее 0,1% от его запаса в пахотном слое.

Вынос ТМ с урожаем различается в 3-6 раз для различных культур. Соотношение между выносом с урожаем и внутрипочвенным стоком различается в зависимости от элемента, для кадмия и свинца получены близкие значения. Вынос Cu и Zn с внутрипочвенным стоком почти в 50 раз больше выноса с урожаем. Таким образом, период самоочищения почв от ТМ до нормативного уровня изменяется от сотен до десятков лет и

зависит от многих факторов: уровня загрязнения почв, подвижности ТМ, режима увлажнения, а также выноса с урожаем и внутрипочвенным стоком.

Натурные исследования супесчаных дерново-подзолистых почв, загрязненных ОСВ, показали, что содержание ТМ в пахотном слое почвы снизилось практически в 2 раза за 18 лет [5]. Дальнейшие мониторинговые исследования загрязненных почв позволят более точно оценить скорость их самоочищения от соединений ТМ.

#### Литература

1. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Фитоэкстракция тяжелых металлов из загрязненных почв. // Агрохимия. 2003. - №3. - С. 77-85.
2. Зотов В.А., Завгородняя Ю.А., Плеханова И.О. Полициклические ароматические углеводороды в почвоподобных телах, сформированных на основе осадка сточных вод // Проблемы агрохимии и экологии 2012. № 3. С. 39-44.
3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва - растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
4. Касатиков В.А. Влияние осадков городских сточных вод на микроэлементный состав почв // Почвоведение. 1991. № 9. С. 41-49.
5. Плеханова И.О. Самоочищение агродерново-подзолистых супесчаных почв восточного Подмосковья при полиэлементном загрязнении в результате применения осадков сточных вод // Почвоведение. 2009. № 6. С. 719-725.
6. Keller C., Kayser A., Schulin R. Heavy-metal uptake by agricultural crops from sewage sludge treated soils of the Upper Swiss Rhine Valley and the effect of time. // Environmental restoration of metals-contaminated soils, USA, 2001, p. 273-293.

УДК 631.438.2

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137, РАДИЯ-226, ТОРИЯ-232 И КАЛИЯ-40 В ПОДЗОЛАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

М.Б. Попова

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [marbpop@gmail.com](mailto:marbpop@gmail.com)*

CONTENT AND DISTRIBUTION OF CESIUM-137, RADIUM-226, THORIUM-232 AND POTASSIUM-40 IN PODSOLS WITHIN THE IMPACT ZONE KOLA NUCLEAR POWER PLANT

М.В. Попова

*Soil science faculty of MSU*

Кольская атомная электростанция является объектом потенциальной радиационной опасности и для проживающего в городе Полярные Зори населения, и для окружающей природной среды как в районе размещения станции, так и в регионе в целом.

Существует немалое количество научных работ, посвященных накоплению и миграции радионуклидов в растительности и почвах в непосредственной близости ко многим радиационно опасным объектам Кольского, но данные о содержании и распределении главного стационарного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в окрестностях атомной станции в последние годы не публиковались, а данные о естественных радионуклидах в почвах этой местности отсутствуют.

Объектами исследования послужили почвы зоны влияния КАЭС - подзолы иллювиально-железистые, мелкоподзолистые и карликовые, песчаные на морене, сформированные под сосняками черничными зеленомошно-лишайниковыми. В ходе работы были заложены 2 пробные площадки в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) самой станции и в СЗЗ хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО), 9 – в зоне наблюдения на расстоянии 10 и 15 км от АЭС и 1 фоновая площадка на расстоянии 30 км от станции. Почвенные образцы были

отобраны из генетических горизонтов, активности  $^{137}\text{Cs}$  и естественных радионуклидов в них были измерены гамма-спектрометрически.

Закономерности вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  оказались сходными для всех исследованных профилей почв. Они характеризуются аккумулятивным типом распределения с четко выраженным регрессивно-аккумулятивным характером. Максимальные значения удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  наблюдаются в подстилке и достигают 103,5 Бк/кг. В переходном горизонте АО удельная активность данного радионуклида снижается в 2-6 раз, в нижележащих горизонтах – снижается многократно. В некоторых профилях наблюдается слабая элювиально-иллювиальная дифференциация по  $^{137}\text{Cs}$ : его удельная активность в иллювиальном горизонте выше, чем в элювиальном горизонте.

Плотность загрязнения корнеобитаемой толщи (запас в слое 0-30 см) всех исследованных почв составляет не более 2443 Бк/м<sup>2</sup>, что существенно ниже установленного контрольного уровня в 1 Ки/км<sup>2</sup> (~37000 Бк/м<sup>2</sup>) и позволяет отнести исследованные участки к территориям с относительно благоприятной ситуацией [1].

Закономерности распределения  $^{226}\text{Ra}$  по профилям исследованных почв в целом сходны. В органогенных горизонтах, особенно переходном горизонте АО, его содержание, как правило, выше, чем в нижележащих, что, вероятно, связано с его биогенной аккумуляцией, так как по химическим свойствам этот изотоп сходен с кальцием [2].

В подстилке значения удельных активностей  $^{226}\text{Ra}$  составляют не более 7 Бк/кг. В переходном горизонте АО удельная активность, как правило, возрастает, и составляет до 14,3 Бк/кг. В нижележащих горизонтах она несколько снижается. В элювиальном горизонте Е она достигает наиболее низких для профиля величин, в В<sub>1f</sub> наблюдается некоторая аккумуляция данного изотопа, что может быть связано с элювиально-иллювиальным перераспределением.

Удельные активности  $^{232}\text{Th}$  в почвах всех площадок очень низкие.

В подстилках за редким исключением они были ниже предела детектирования. В горизонтах АО этот радионуклид не обнаруживался почти в половине случаев, при обнаружении его активность составляла не более 4,2 Бк/кг.

Для исследованных почв обнаружены 2 типа распределения  $^{232}\text{Th}$  по профилю: прогрессивно-элювиальный и элювиально-иллювиальный. При прогрессивно-элювиальном распределении  $^{232}\text{Th}$  по профилю наблюдалось нарастание его удельной активности от элювиального горизонта к нижней части минеральной толщи. В горизонтах ВС и С значения были примерно одинаковыми и наиболее высокими для всего почвенного профиля – до 8,7 Бк/кг. При элювиально-иллювиальном распределении по профилю наблюдалось обеднение горизонта В<sub>2f</sub> и нижележащих горизонтов  $^{232}\text{Th}$  относительно горизонта В<sub>1f</sub>, в котором его удельная активность характеризовалась наивысшими значениями до 11,5 Бк/кг.

Закономерности вертикального распределения  $^{40}\text{K}$  сходны для всех исследованных профилей почв и характеризуются элювиально-иллювиальным характером.

Удельные активности  $^{40}\text{K}$  в подстилке настолько малы, что не обнаруживаются почти в половине случаев, при обнаружении составляют не более 106,0 Бк/кг. Наблюдалось обеднение горизонта В<sub>2f</sub> и нижележащих горизонтов  $^{40}\text{K}$  относительно горизонта В<sub>1f</sub>, в котором его удельная активность характеризовалась наивысшими значениями до 484 Бк/кг.

#### Литература

1. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Методика министерство природных ресурсов РФ (утв. 30 ноября 1992).
2. *Тутаева Н.А.* Ядерная геохимия / Учебник, 2-е изд., испр. и доп. – М.: МГУ, 2000. –336 с.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И ИХ  
ОХРАНЫ В КРИОЛИТОЗОНЕ

\*Д.Д.Саввинов

*\*Институт прикладной экологии Севера, Северо-Восточный Федеральный университет  
им. М.К.Аммосова, г. Якутск*

PROBLEMS OF RATIONAL USE OF SOIL RESOURCES AND THEIR PROTECTION IN  
CRYOLITHOZONE

Savvinov D.D.

Большая часть криолитозоны приходится на территорию Республики Саха (Якутия), занимающей 1/5 часть площади Российской Федерации, что составляет 3,1 млн квадратных км. Причем здесь как нигде в мире представлен весь спектр форм мерзлотных ландшафтов. Поэтому мы можем смело констатировать о том, что Якутия является природным эталоном для изучения воздействия многолетней мерзлоты на все компоненты природной среды.

С другой стороны, уникальность территории Якутии заключается в том, что, благодаря громадной широтной протяженности, здесь широко представлен почвенный покров, характерный от арктических тундр до степных экосистем.

Все это позволяет распространять результаты научных исследований, полученных в якутском районе, и в других мерзлотных регионах, особенно в вопросах эффективного использования их в производстве. Во всяком случае такое практическое применение позволит избежать наделать грубые ошибки в рациональной эксплуатации почвенных ресурсов в районах широкого распространения многолетнемерзлых пород.

На равнинной территории географическое распространение почвенного покрова в целом подчиняется закону горизонтальной зональности В.В.Докучаева, а в горных провинциях его закону вертикальной зональности.

На фоне близкого залегания многолетней мерзлоты от дневной поверхности на распространение мерзлотных почв решающую роль играют гидротермические факторы и мощность сезоннопротаивающего слоя (СПС) (Саввинов, 1976).

Основным принципом рационального использования почвенных ресурсов и их охраны в криолитозоне является обеспечение устойчивого функционирования почвенной составляющей наземной экосистемы. Причем в северных регионах с многолетней мерзлотой устойчивость наземных экосистем зависит в первую очередь от сохранности почвенного покрова. В субарктических тундрах и северной тайге в условиях малой мощности СПС (от 40 до 100 см) даже незначительное нарушение целостности мохового и дернового горизонтов приводит к заболачиванию, так как нарастание СПС сопровождается с резким увеличением влагозапасов почвы в пределах СПС. Поэтому в субарктических тундрах и северной тайге необходимо строгое соблюдение режима использования оленьих пастбищ и минимальное использование транспорта, особенно тяжелой техники в теплое время года.

В пределах средней тайги небольшую площадь занимают мерзлотные таежные палевые и мерзлотные таежные нейтральные почвы, а в долинах малых рек – мерзлотные дерновые луговые и лугово-болотные почвы. В долинах крупных рек – мерзлотные дерново-луговые, остепненные и пойменные. Из-за суровых агроклиматических условий здесь развито очаговое земледелие. Общая площадь пахотных земель не превышает 100 тыс. гектаров, где в основном возделывают зерновые культуры, картофель и капусту. В центральных земледельческих районах расширение пахотных земель проводилось за счет раскорчевки. При освоении лесных почв происходит коренное изменение гидротермических, пищевых, воздушных и мерзлотных режимов. Это связано главным образом с резким увеличением мощности СПС при раскорчевке леса. При переходе лесных почв в разряд пахотных резко увеличивается тепловой поток в почву, что обычно сопровождается с увеличением потери почвенной влаги на суммарное испарение, особенно усиливается статья физического испарения. В результате происходит резкое иссушение почвы в пределах верхнего метрового

слоя для суглинистых почв, полуметровой толщи – для почв легкого гранулометрического состава. Поэтому через 3-5 лет бывшие лесные после освоения, с.х. культуры возделываемые на них, начинают испытывать постоянный дефицит продуктивной почвенной влаги. В этих условиях получение устойчивых урожаев возделываемых культур, особенно овощных и кормовых, зависит от искусственного орошения (Саввинов, 2013).

Мерзлотные пахотные почвы (бывшие лесные) характеризуются чрезвычайно малой устойчивостью структурного состояния при поливе. Поэтому они выдерживают лишь щадящий режим полива, т.е. не выдерживают поливы с высокими оросительными нормами. Почвы горных провинций не используются для земледелия. На них развито оленеведство, в ограниченных масштабах – табунное коневодство. Поэтому рациональное использование и их охрана связаны со строгим режимом выпаса с.х. животных.

УДК 631.44

#### СПУТНИКОВАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕМЕЛЬ

И.Ю. Савин\*, Э.Н. Молчанов\*, Е.А. Шишконокова\*, С.М. Харзинов\*\*, А.В. Чинилин\*\*\*

\**Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, savin\_iyu@esoil.ru*

\*\**Кабардино-Балкарский НИИСХ, г. Нальчик, kharzinov83@mail.ru*

\*\*\**РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, achinilin@mail.ru*

#### EVALUATION OF AFFECT OF SOIL DEGRADATION ON LAND PRODUCTIVITY BASED ON SATELLITE DATA

I.Yu. Savin\*, E.N. Molchanov\*, E.A. Shishkonakova\*, S.M. Kharzinov\*\*, A.V. Chinilin\*\*\*

\**V.V. Dokuchaev Soil Science Institute*

\*\**Kabardino-Balkarian SRIA*

\*\*\**K.A. Timiriazev Agricultural Academy*

Почвенные ресурсы России – национальное достояние и основа ее продовольственной безопасности. В результате нерационального землепользования почвы деградируют, теряя важные экологические функции почв, а также плодородие [1]. Экономическая оценка деградации почв в настоящее время приобретает все большее значение во всем Мире [6-9]. Несмотря на это точные подсчеты экономического ущерба от деградации почв до сих пор носят в большинстве случаев чисто экспертный характер в связи с недостатком знаний (как в случае с потерей почвами экологических функций), так и с трудностями оценки влияния деградации почв на их плодородие на больших территориях.

Бурное развитие в последние десятилетия дистанционных методов сельскохозяйственного мониторинга [2-5] открыло новые возможности для площадной оценки влияния деградированности почв на их продуктивность.

Нами были изучены возможности использования спутниковых данных для количественной оценки потерь продуктивности земель, связанных с деградацией почв. Исследования проводились на тестовых участках, расположенных в разных регионах России. В качестве индикатора продуктивности земель использовался вегетационный индекс NDVI, рассчитанный по спутниковым данным Landsat и MODIS. Оценка строилась на основе специально разработанного подхода, учитывающего как специфику спутниковых данных, так и особенности сельскохозяйственного использования земель.

Проведенные исследования показали, что спутниковые данные позволяют получить достаточно надежные оценки снижения продуктивности на деградированных почвах. Апробация разработанных подходов на тестовых участках позволила сделать вывод о том, что влияние деградированности почв на продуктивность зависит от типа деградации, степени деградированности почв, а также от уровня интенсивности и специфики землепользования. В некоторых случаях даже сильная степень деградированности почв не сказывается на продуктивности земель.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (грант № 15-34-50444 в части, касаемо исследований на территории Кабардино-Балкарии) и РНФ (№ 14-38-00023 в остальной части).

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. – М.: МГУ, 2012. – 412с.
2. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности ("Вега") // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 1. С.190-198.
3. Савин И.Ю., Вернюк Ю.И., Исаев В.А. Оперативный спутниковый мониторинг посевов: достижения и ограничения // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 1. С. 22-23.
4. Толпин В.А., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Савин И.Ю., Флитман Е.В. Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.221-232.
5. Erickson J.D. The LACIE Experiment in Satellite Aided Monitoring of Global Crop production. In: The Role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle: Measurement by Remote Sensing. – SCOPE. 1984. pp.191-217/
6. Lal R. Managing Soils and Ecosystems for Mitigating Anthropogenic Carbon Emissions and Advancing Global Food Security // BioScience 60, no. 9 (2010).
7. Land degradation in south Asia: Its severity, causes and effects upon the people. World Soil Resources Reports (ed. A. Young). – FAO, Rome, 1994
8. Nkonya E., Gerber N., von Braun J., De Pinto A. The Costs of Action versus Inaction IFPRI Issue Brief 68 • September 2011. -8pp.
9. Vlek P. L., Le Q. B., Tamene L. Assessment of Land Degradation, Its Possible Causes, and Threat to Food Security in Sub-Saharan Africa.: in Food Security and Soil Quality, ed. R. Lal and B. A. Stewart (Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2010), pp.57–86

УДК 631.43

#### ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО КРЫМА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

О.А. Салимгареева\*, А.Б. Умарова\*\*

\*Институт экологического почвоведения МГУ, г.Москва, [olga\\_salimgareeva@mail.ru](mailto:olga_salimgareeva@mail.ru)

\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [a.umarova@gmail.com](mailto:a.umarova@gmail.com)

#### TRANSFORMATION OF CHERNOZEMS IN THE SOUTHERN CRIMEA UNDER DRIP IRRIGATION

О.А. Salimgareeva\*, А.В. Umarova\*\*

\*Institute of ecological soil science of MSU

\*\*Soil science faculty of MSU

Южные черноземы, широко распространенные в Крыму, чрезвычайно плодородны, однако, располагаясь в сухостепной зоне, способны давать значительное повышение урожайности лишь при дополнительном увлажнении. Известно, что орошение черноземов традиционными способами в большинстве случаев приводит к ухудшению их физических и химических свойств [2]. Капельное орошение является, на первый взгляд, наиболее экологически безопасным способом, но имеются данные о том, что при использовании слабоминерализованной воды отмечается соленакопление и ухудшение физических свойств почв в контуре увлажнения [1, 4, 5, 6, 7]. Опасность возникновения процессов вторичного засоления и осолонцевания сохраняется и при орошении водами высокого качества [3]. Последнее особенно важно, так как зачастую в южных черноземах центральной части Крыма на некоторой глубине (около 3 м) располагается слой, имеющий растворимые соли, которые

при неправильно организованном поливе могут капиллярно подниматься в верхние слои и вызывать засоление поверхностных плодородных слоев. Поэтому, даже в случае соблюдения научно-обоснованного режима орошения, необходимо выяснить, имеет ли место трансформация свойств чернозема при капельном орошении садовых насаждений, возможно ли возникновение зон с измененными физическими и химическими свойствами, будут ли эти зоны приурочены к зонам влияния капельниц. Все эти вопросы актуальны при капельном орошении садов на тяжелосуглинистых почвах Крыма.

Цель: изучить трансформацию физических свойств чернозема южного при поливах капельным способом яблоневых садов в условиях степного Крыма.

Задачи: 1) исследовать трансформацию физических свойств чернозема южного при капельном орошении; 2) выявить достоверность изменения свойств почв в зоне капельницы на различных глубинах чернозема южного.

Объекты и методы. Исследования проводились в яблоневом саду колхоза им. Ленина Красногвардейского района Крыма. На участке с предполивным порогом 80% НВ были заложены разрезы в ряду яблонь и в междурядье. Расстояние между яблонями в рядах составляло 3 м, между рядами – 4 м. Поверхности междурядий находились под черным паром. Почва участка была охарактеризована как южный чернозем тяжелосуглинистый остаточно солонцеватый. Вскипание отмечалось с поверхности.

В ходе исследования были изучены следующие физические свойства: водопроницаемость с поверхности методом рам, водопроницаемость по профилю методом трубок, плотность почвы буровым методом.

Было выяснено, что плотность почвы в верхней части профиля изменялась в пределах от 1.1 до 1.3 г/см<sup>3</sup>, что соответствует оптимальному диапазону плотности для большинства сельскохозяйственных культур. Порозность так же являлась удовлетворительной для пахотного слоя. Отмечалась довольно высокая оструктуренность почвы. В лабораторных условиях были получены кривые десорбции паров воды для горизонтов Аос, В1к, В2, В3. Удельная поверхность варьировала в пределах от 110 до 120 м<sup>2</sup>/г. В целом исследуемые черноземы южные вполне благоприятны по своим водно-физическим свойствам.

Изучение влияния капельного орошения на физические свойства почвы проводилось методом трансекта. Почвенная траншея глубиной 50 см и длиной 300 см была заложена в ряду деревьев от капельницы до капельницы. С шагом 20 см в горизонтальном и 10 см в вертикальном направлениях определялись следующие физические свойства: влажность, плотность, сопротивление пенетрации, плотность агрегатов диаметром 3-5 мм, электропроводность.

С помощью методов искусственной классификации все множество точек опробования было разделено на две группы таким образом, чтобы межгрупповое варьирование физических свойств было максимальным. К первой группе были отнесены точки опробования, находящиеся по краям траншеи, то есть, в непосредственной близости от капельниц. Во вторую группу вошли точки, расположенные в междурядьях. Границы между точками первой и второй группы оказались удаленными от капельниц на расстояние 40 см с одной стороны и 80 см – с другой. Было предположено, что отличия в значениях физических характеристик почв на концах траншеи это есть зоны влияния капельного орошения на физические свойства почвы. Было выявлено, что указанные зоны выделялись по всему комплексу физических свойств. Причем средние двух групп достоверно различались по электропроводности почти на всех глубинах, а по плотности и водопроницаемости – только в верхних слоях, при этом плотность почвы значительно уменьшалась в зоне влияния капельницы до 0.9-1.0 г/см<sup>3</sup>, а водопроницаемость соответственно несколько увеличивалась. По плотности агрегатов достоверных отличий выявлено не было. Средние для двух групп по значениям сопротивления пенетрации, величина которого очень сильно зависит от влажности почвы, так же достоверно отличались почти на всех глубинах, за исключением поверхности почвы.



Режимные наблюдения за давлением влаги в почве с помощью ртутных тензиометров показали, что после поливов формируются контуры увлажнения, имеющие расширяющуюся с глубиной форму, т.н. «влажностные луковицы». Ширина контуров в верхних слоях достигала 40-50 см, а с глубиной возрастала до 80-100 см в радиусе. Очевидно, что варьирование физических свойств в данном случае было обусловлено влиянием специфического водного режима, складывающегося при капельном способе полива.

Изучение агрегатного состава почвы и водопрочности структуры не выявило существенных различий между структурой почвы в зоне капельного орошения и структурой почвы между капельницами. В целом структурность по содержанию агрономически ценных агрегатов в почве сада можно считать хорошей, а водопрочность агрегатов отличной.

В течение вегетационного сезона были проведены измерения динамики поверхностной электрической проводимости и электропроводности почвы на различном расстоянии от капельницы. Был зафиксирован заметный рост этих величины за вегетационный период, который, по всей видимости, можно объяснить некоторым приносом солей с поливной водой, подтягиванием солей из гипсоносного горизонта.

По результатам исследований наиболее информативными параметрами для выделения зоны воздействия капельного орошения являются сопротивление пенетрации, влажность и электропроводность почвы. Таким образом, увеличение электропроводности в зоне влияния капельницы во всех слоях за вегетационный период свидетельствует о необходимости строгого контроля качества поливной воды и оптимизации водного режима во избежание накопления солей в почве.

#### Литература

1. *Воеводина Л.А.* Изменение агрофизических свойств черноземных почв под влиянием капельного орошения минерализованной водой // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, 2011; N 4. - С. 76-85
2. *Егоров В. В.* Об орошении черноземов // Почвоведение. - 1984. – № 12. – С. 33-47.
3. *Орел Т. И.* Влияние капельного орошения на свойства южного чернозема и коричневой почвы Крыма: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- К., 1990. – 20 с.
4. *Панасенко И. Н., Петров В.Б., Гагарина Э.И.* Изменение южного чернозема при капельном орошении // Почвоведение. – 1984. - №4., С. 61-70.
5. *Попова В.П., Фоменко Т.Г.* Изменение свойств черноземов Северного Кавказа при капельном орошении плодовых насаждений // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 3. – с. 37-40.
6. *Lubana P.P.S., Narda N.K.* Modelling Soil Water Dynamics under Trickle Emitters – a Review // Journal of Agricultural Engineering Research. – 2001. – Vol. 78. – № 3. – 217-232
7. *Currie D.R.* Soil physical degradation due to drip irrigation in vineyards: Evidence and implications//<https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/58642/8/02whole.pdf> 2006.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ВО ФРАКЦИИ 1-0,25 ММ ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ ОВРАЖНОЙ И БАЛОЧНОЙ СИСТЕМ В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ<sup>1</sup>.

О.А. Самонова\*, Е.Н. Асеева\*\*

\**Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, [samonova@mail.ru](mailto:samonova@mail.ru)*

\*\**Географический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, [aseyeva@mail.ru](mailto:aseyeva@mail.ru)*

DISTRIBUTION OF METALS ASSOCIATED WITH THE FRACTION 1-0,25 mm IN TOPSOIL HORIZONS OF GULLY FND BALKKA SYSTEMS IN THE FOREST ZONE OF EUROPEAN RUSSIA

O.A.Samonova\*, E.N.Aseyeva\*\*

\**Geogrphic faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, [samonova@mail.ru](mailto:samonova@mail.ru)*

\*\**Geographic faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, [aseyeva@mail.ru](mailto:aseyeva@mail.ru)*

Для оценки поведения металлов в почвах, ландшафтно-геохимических системах, а также геохимической трансформации твердой фазы почвенного материала в процессе механогенеза, необходимы детальные исследования отдельных гранулометрических фракций. Большинство работ, посвященных анализу содержания металлов в составе гранулометрических фракций почв, включают характеристику тонких фракций: физической глины, пылеватых и илистых частиц. Геохимические параметры песчаных фракций почв анализируются реже, что снижает объективность и точность оценки миграционных процессов.

В работе представлен анализ латерального распределения металлов во фракции 1-0,25 мм гумусовых горизонтов почв оврага и балки, которые расположены в юго-восточной части Смоленско-Московской возвышенности, на левом берегу р. Протва. В пробах, отобранных из средней части гумусовых горизонтов, определено значение  $pH_{KCl}$ , содержание  $C_{орг}$  по Тюрину; валовое содержание Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb, Ti, Zr в песчаной фракции почв – спектральным атомно-эмиссионным методом просыпки в 3-х фазной дуге на приборе ДФС-458. Гранулометрический анализ выполнен пирофосфатным методом.

Малые эрозионные формы рассматривались как единые системы, в которых все геоморфологические позиции (склоны–днище–конус выноса) находятся в тесном взаимодействии между собой и с трансэлювиальными ландшафтами водосборной части и склонов окружающей территории. Выборки для статистической обработки результатов анализов сформированы в соответствии с принадлежностью проб к склонам, днищу, конусу выноса, а также «трансэлювиальным ландшафтам», окружающим овраг и балку (табл.1).

Таблица 1

Среднее содержание металлов (мг/кг, Fe, %) в гумусовом горизонте почв оврага и балки

Элемент	Овраг				Балка			
	Окружающая территория	Склон	Днище	Конус выноса	Окружающая территория	Склон	Днище	Конус выноса
Cu	<b>115,3*</b>	37,7	57,0	51	95	42	<b>128</b>	29
Zn	<b>80,0</b>	20,0	63,3	20,0	66,7	76,7	<b>95,0</b>	80,0
Pb	<b>22,3</b>	16,0	18,7	12,0	32,3	32,3	25,0	<b>42</b>
Co	<b>30,0</b>	10,0	10,0	6,0	28,7	37,7	<b>39,0</b>	34,0
Ni	<b>62,8</b>	23,3	34,0	22,0	40,0	22,3	<b>65,0</b>	25,0
Cr	<b>77,5</b>	35,0	53,3	25,0	45,0	28,7	<b>65,0</b>	33,0
Mn	<b>2810,0</b>	606,7	670,0	450,0	3866,7	<b>5566,7</b>	3850,0	4800,0
Ti	<b>900,0</b>	810,0	893,0	<b>5000,0</b>	2100	1346,7	1500,0	<b>3600,0</b>
Zr	<b>160,0</b>	93,3	86,7	80,0	170,0	113,3	183,3	<b>260,0</b>
Fe	<b>10,3</b>	6,0	5,3	2,0	<b>6,3</b>	3,7	5,7	3,0

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского Научного Фонда № 14-27-00083.

\*Жирным шрифтом выделены максимальные содержания.

**Овраг.** В почвах оврага содержание фракции 1-0,25 мм увеличивается от трансэлювиальных ландшафтов к конусу выноса от 4,2% до 31,8%. Вероятно, это обусловлено сменой почвообразующих пород: суглинистых на супесчаные. В почвах склонов ее содержание почти в 3 раза выше, чем на окружающей территории. По днищу, от верховьев к низовьям, выявлен линейный тренд роста содержания данной фракции. Коэффициенты вариации для большинства металлов в общей выборке (все геоморфологические позиции) – более 50%. Для Ti и Mn они достигают 101 и 128% соответственно, а для Pb – он составляет около 30%. Максимальные содержания всех металлов, кроме Ti, установлены в почвах трансэлювиальных ландшафтов, окружающих овраг. В почвах склонов содержание металлов уменьшается, образуя следующий ряд:  $Mn_{4,6} > Zn_{4,0} > Cu, Co_{3,0} > Ni_{2,7} > Cr_{2,2} > Fe, Zr_{1,7} > Pb_{1,4} > Ti_{1,1}$  (число рядом с элементом показывает, во сколько раз содержание в почвах склонов оврага меньше, чем на окружающей территории). Эти изменения могут свидетельствовать о различном генезисе фракции в этих геоморфологических позициях; возможно, также ее обеднение в процессе механического перемещения по склону. В днище, относительно склонов, увеличивается содержание  $Zn_{3,2} > Cu, Ni, Cr_{1,5} > Pb, Mn, Ti_{1,1}$  (нижний индекс показывает во сколько раз); уменьшается содержание Zr, Fe, для Co оно не изменяется. Минимальные концентрации Pb, Co, Cr, Mn, Ti, Zr, Fe приурочены к конусу выноса. Содержание Zn и Ni в почвах склонов и конуса выноса одинаковое, для Cu отмечен минимум содержания на склонах. По днищу оврага прослеживается линейный тренд снижения содержания для Mn, Pb, Cu.

**Балка.** Максимальное содержание песчаной фракции отмечено в почвах склонов – 10,8%; на окружающей территории и в днище – 6,0 и 4,3% соответственно. Накопление песчаной фракции на склонах, возможно, обусловлено ее поступлением из окружающих ландшафтов в процессе механического перемещения, что подтверждает имеющиеся данные о возможности накопления почвенного материала на склонах эрозионных форм. Проявляется линейный тренд роста содержания данной фракции от верховьев к конусу выноса. Коэффициенты вариации большинства металлов в данной фракции почв балки лежат в интервале 30-60%; для Ni и Cu они достигают 77 и 78% соответственно, а для Pb – составляет 32%. На склонах, по сравнению с окружающей территорией, увеличивается содержание  $Mn_{1,4} > Co_{1,3} > Zn_{1,1}$  но уменьшается –  $Cu_{2,3} > Fe, Cr, Ni, Ti, Zr_{1,8-1,5}$ . Числовой индекс рядом с элементом показывает во сколько раз отмечено увеличение или уменьшение содержания. Содержание Pb на склонах и окружающей территории одинаковое. В днище, по сравнению со склонами увеличивается содержание  $Cu, Ni_{3,0} > Cr_{2,3} > Fe, Zr_{1,4-1,6} > Zn_{1,2}$ ; почти не изменяется содержание Co и Ti; слабо (в 1,3 раза) уменьшаются концентрации Mn и Pb. На конусе выноса обнаружена максимальная концентрация Ti, Zr, Pb и минимальная – Cu и Fe, а содержание Ni, Cr, Co, Zn слабо отличается от таковых на склонах. В днище балки, от верховьев к низовьям, прослеживается линейный тренд снижения содержания Ti и Zr.

Выявлены черты сходства и различия поведения данной фракции и металлов в ее составе почв оврага и балки. В обеих эрозионных формах содержание песчаной фракции в почвах склонов больше, чем в почвах окружающей территории, прослеживается линейный тренд ее накопления по днищу, от верховьев к низовьям. Однако в днище оврага содержание этой фракции выше, чем на склонах, что обусловлено врезом днища в песчаные отложения, а в днище балки накопление песчаной фракции относительно склонов не выявлено. Вариабельность содержания металлов во фракции 1-0,25 мм почв балки ниже, чем в овраге, что связано с ее общим генезисом в геоморфологических элементах балки и различным – в овраге. На склонах оврага и балки, относительно окружающей территории, уменьшается содержание Fe, Cu, Ni, Cr, Zr; в днище относительно склонов увеличивается концентрация Zn, Cu, Ni, Cr. Поведение других элементов в овраге и балке различное; эрозионные формы также отличаются по распределению металлов вдоль днища. Параметры распределения металлов, в составе песчаной фракции, объясняются не только ее генезисом в эрозионных

формах: нахождением в составе покровных суглинков или флювиогляциальных песков, но и геохимической трансформацией в процессе механогенеза.

УДК 631.44

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОРОД И ПОЧВ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Л.Х. Сангаджиева, Ц.Д. Даваева, О.С. Сангаджиева

*Калмыцкий государственный университет, г. Элиста, [chalga\\_ls@mail.ru](mailto:chalga_ls@mail.ru)*

## MICROELEMENT COMPOSITION OF ROCKS AND SOILS OF ARID AREAS

L.Ch.Sangadjieva, Zh.D.Davaeva, O.S.Sangadjieva

*Kalmyk state university*

Изучение геохимической истории ландшафтов Северо-Западной части Прикаспийской низменности проводилось в пределах Черных Земель и Сарпинской низменности, где хорошо сохранились реликты нижнемезозойского периода и развита открытая или слабопогребенная древняя кора выветривания, сохраняющая геохимические реликты мезозоя и кайнозоя. Все изменения, происходящие в течение геологического времени, рассмотрены на примере осадочных пород Яшкульской свиты - алевролитов, песчаников, глин, мергелей и известняков.

Почвы Прикаспия, помимо техногенного загрязнения наследуют от горных и почвообразующих пород валовые формы микроэлементов (МЭ) - Ni, В, V в количестве, значительно превышающем их среднее содержание в почвах и породах. Осадочные формации в северо-западном Прикаспии глинистые и песчано-глинистые относятся к сидерофильно-литофильной геохимической провинции с экзогенным привносом литофильных элементов и перераспределением их по области (Перельман, 1972; Израэль, 1979; Касимов, 1992).

По югу Республики Калмыкия (РК) в Кумо-Маньчской впадине находятся глинисто-карбонатные осадочные формации. Ставропольская и Ергенинская возвышенности входят в халькофильно-литофильные геохимические провинции с полигенно-смешанным привносом (Кумеев, 1974). В более древних образованиях больше содержание группы мышьяка (As, Cd, Mo). В нижний палеогенный период появляется Cr и меняется накопление у Zn. Химический состав алевролитов также зависит от возраста, происходит слабая аккумуляция элементов группы Cr, но для группы As уменьшается. У аргиллитов в меловых отложениях снижена концентрация халькофильных элементов, но возрастает концентрация В. Глины, также как и песчаники, характеризуются низким содержанием Cr, V, Cu, В и высоким As (выше кларка), близким к кларку Zn, Pb, остальные элементы ниже кларка. Для мергеля характерно уменьшение содержания Cr и V при переходе от нижнего палеогена к верхнемеловым породам, поведение халькофильных элементов и бора стабильно. У известняков концентрации всех элементов изменяются во времени: возрастают для халькофильных (V, Cu, Zn, Pb, As) В, а также для Cr. Самые обедненные литологические разности - это известняки и песчаники, наиболее богатые - глины, мергели и алевролиты. В литологических разностях пород: алевролиты, песчаники, известняки, аргиллиты, глины, ряды начинаются с В, Pb, V и заканчиваются As, Zn, значительные концентрации у Cr и Cu. В верхнемеловом периоде происходит увеличение концентраций для изученных элементов.

Минеральный и химический состав почвообразующих пород оказывает существенное влияние на геохимический облик всех типов почв и на содержание в них МЭ. Если принять содержание всех МЭ в почвах, развитых на шоколадных глинах за 100%, то по мере увеличения кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) и уменьшения глинозема ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в почвах содержание МЭ снижается более чем в пять раз, образуется ряд накопления глины > двучленные породы > пески. Максимальное содержание МЭ в почвах, развитых на глинах и особенно на тяжелых глинах. Озерные пески обогащены Sr и Sn, но по сумме содержания МЭ являются самыми бедными ( $K_{\text{ср}}=0,62$ ). В мелкозернистых песках повышено содержание Cu, Zn и Sn; в

двучленных породах - Mo, B, Mn, V и Zr. Шоколадные глины обогащены Zn, B, V, Zr, Sr, Co и другими МЭ и по их сумме занимают первое место среди почвообразующих пород ( $K_{кр} > 1,28$ ). Серо-зеленые глины в основном богаты V, Y, B и по сумме МЭ соответствуют региональному фоновому содержанию ( $K_{кр} = 1,0$ ). В карбонатных суглинках среднее содержание МЭ немного ниже регионального фона ( $K_{кр} = 0,92$ ), в то время как безкарбонатные суглинки имеют повышенные концентрации Mo, Ni, Co, B, Mn, Ba и по сумме МЭ занимают второе место ( $K_{кр} = 1,14$ ). Почвы на двучленных породах занимают третье место, в них среди МЭ ведущими являются Ti, Sr и B. На последнем месте находятся почвы, развитые на морских и озерных песках, ведущими МЭ в этой группе являются B и Zn, а в почвах, развитых на морских песках, еще и V. Донные отложения (сапропели) образуются в условиях, способных нарастанию органоминеральных веществ, они способны концентрировать многие МЭ, особенно Pb, Cu, Zn, Ni, As и Cr. Покровные и лессовидные суглинки характеризуются содержанием МЭ близким к среднему для почв Мира: Zn 50, Co 8, Cu 20, Mo 2 мг/кг (Ковда, 1973; Протасова, 1985; Касимов, 1992). Лёссы и лёссовидные суглинки отличаются от покровных суглинков более высоким содержанием Zn, несколько большим содержанием Cu и Mo и пониженным количеством Co. В покровных суглинках и глинах концентрируются Mo, B, I, V ( $K_k$  1,4 - 7,0). Наименьшее количество МЭ обнаруживается в отложениях легкого гранулометрического состава: в древнеаллювиальных, молодых песчаных и супесчаных отложениях, в которых содержание в них Zn, Co и Cu в 5 - 6 раз, Mo в 2 - 3 раза меньше, чем в покровных суглинках.

По сравнению со средним содержанием МЭ в осадочных породах, почвообразующие породы территории РК обеднены многими МЭ, за исключением Ba, Ti, V, B, I. Сравнение результатов полученных для пород со средними данными в литосфере по А.П. Виноградову (1957) выявило повышенное содержание V ( $K_k$  1,48), близкое к кларку Ti (0,85), выше кларка содержание Si, B, S. Почвообразующие породы региона содержат меньше кларка большинство исследованных элементов: Co (0,67), низкое Zn (0,42), Mn (0,42), Cu (0,31). Породы обеднены Pb и элементами группы Cr и V. Для Cu доля элемента во всех классах имеет близкое значение, для Mn основная доля элемента находится в пределах 500-1000 мг/кг что составляет 48%, для Co наибольшее распространение имеют почвы с низким содержанием - 70%, для V, наоборот, наибольшее распространение имеют почвы с высоким содержанием - 45%. Подвижность Cr и Ni ограничена геохимическими барьерами, и для них наблюдается элювиально-иллювиальное распределение в профиле, нет четко выраженной биогенной аккумуляции, Cr относится к избыточным элементам, а Ni к дефицитным элементам. Содержание валового I варьирует в широких пределах. Наиболее бедны (<1 мг/кг) I песчаные и супесчаные почвы, корковые солонцы. Они занимают одну треть площадей РК. Значительное распространение в РК имеют светло-каштановые почвы глинистого и тяжелосуглинистого состава, солонцеватые и солончаковатые, в этих почвах I накапливается до 2 мг/кг. В четвертом классе почвы с содержанием валового I выше 2,7 мг/кг - это каштановые глинистые и тяжелосуглинистые, темно-каштановые и черноземы обыкновенные более легкого гранулометрического состава.

Содержание I в почвах РК уменьшается с северо-запада на юго-восток вместе с изменением почвенно-климатических зон, о чем говорит расчет общего запаса I в метровой толще. Запас йода в темно-каштановых почвах составляет 25,3 - 30,1 кг/га, в светло-каштановых почвах 15,3, бурых полупустынных почвах 7,4. Интенсивное концентрирование I и B в тяжелых суглинках и глинах связано с их гидрогенной миграцией. Содержание валового Zn в почвах РК варьирует в широких пределах. В 1-ый класс входят почвы легкого гранулометрического состава - супесчаные и песчаные, образованные на песках, а также солонцы корковые и глубокие. Большая часть почв отнесена ко 2-му классу: темно-каштановые, каштановые, тяжелосуглинистые на лессовидном суглинке, светло-каштановые суглинистые на тяжелом суглинке. К 3-ему классу отнесены черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые на глине, светло-каштановые солончаковатые на тяжелом суглинке. В тяжелых почвообразующих породах содержание Zn и J больше, чем в легких. В песках и супесях содержится от 60 до

95% кварца почти лишённого МЭ. Тi относится к элементам с высокой концентрацией, в литосфере и в почвах наиболее распространён 1-ый класс — 44%. Коэффициент концентрирования ( $K_k$ ) Тi в почвах варьирует в пределах 0,11 - 1,46, в среднем равен 0,92.

УДК 631.416.8

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И БИОСУБСТРАТАХ ЧЕЛОВЕКА  
НА ТЕРРИТОРИИ НЕКОТОРЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ  
БАШКОРТОСТАНА

И.Н. Семенова\*\*\*, Ю.С.Рафикова\*, Я.Т.Суюндуков\*

\*Государственное автономное научное учреждение «Институт региональных исследований Республики Башкортостан», г.Сибай, Республика Башкортостан, Россия, [alexa-94@mail.ru](mailto:alexa-94@mail.ru)

\*\*Сибайский институт ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет, г.Сибай, Республика Башкортостан, Россия

THE CONTENT OF TOXIC METALS IN THE SOIL AND BIOSUBSTRATES OF PEOPLE IN  
THE SEVERAL ADMINISTRATIVE REGIONS OF BASHKORTOSTAN

Semenova I.N.\*\*\*, Rafikova Yu.S\*., Suyundukov Ya.T.\*

\*State Autonomous Scientific Institution «Institute of Regional Researches of the Republic of Bashkortostan», Sibay, Republic of Bashkortostan, Russia [alexa-94@mail.ru](mailto:alexa-94@mail.ru)

\*\*Sibaisky Institute (branch) «The Bashkir state University», Sibay, Republic of Bashkortostan, Russia

Богатые минеральные ресурсы Южного Урала являются источником повышенного содержания химических элементов в различных компонентах экосистем. Развитие горнодобывающей промышленности, разрабатывающей месторождения полиметаллических руд, вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). Образующийся многокомпонентный комплекс химических элементов, включающий ТМ, воздействует на морфогенетические и физиолого-биохимические системы живых организмов и негативным образом отражается на здоровье людей.

Медико-биологические последствия избытка металлов обусловлены их накоплением в организме, что вызывает эмбриотоксический, тератогенный, нейротоксический, канцерогенный и другие эффекты. В то же время длительный дефицит ряда химических элементов, таких как йод, селен и др., приводит к росту эндокринных, онкологических и других заболеваний человека [1,7].

Целью данной работы явилось изучение особенностей содержания ТМ в некоторых объектах окружающей среды (почвах и биосубстратах человека) ряда административных районов Республики Башкортостан, расположенных в различных природных зонах.

Исследования проводили на территории Зианчуринского (Предуральская степная зона), Абзелиловского (Зауральская степная зона), Бурзянского и Зилаирского (горно-лесная зона) административных районов Республики Башкортостан. Типы почв определяли по материалам сводки «Почвы Башкирии» [9]. Отбор почв проводили в соответствии с ГОСТ 28168-89 [4]. Атомно-абсорбционное определение металлов в почвах осуществляли по стандартным методикам [6].

Для оценки уровня загрязнения почв ТМ использовали следующие показатели: кларковое и фоновое содержание в почве, предельно-допустимую (ПДК) и ориентировочно-допустимую концентрацию (ОДК) ТМ для почвы [2,3,8]. Полученные данные использовали для расчёта суммарного показателя и, соответственно, категории загрязнения почв [5].

Пробоподготовку и анализ волос проводили в лаборатории АНО Центр биотической медицины (г. Москва) по стандартной методике в соответствии с требованиями МАГАТЭ, методическими рекомендациями Минздрава РФ и Федерального центра Госкомсанэпиднадзора МЗ РФ. Полученные результаты сопоставлялись с референтными величинами [10].

Проведенные исследования показали, что исследуемые почвы имеют повышенное содержание Cu и Zn (с. Кананикольское Зилаирского района, дер. Утягулово Зианчуринского района), Fe (дер.Малиновка Зианчуринского района, с.Кананикольское Зилаирского района, с.Старосубхангулово Бурзянского района), Mn (практически все изученные почвы), Cd (большинство изученных почв, в особенности почвы с. Кананикольское Зилаирского района, с.Абдряшево Абзелиловского района). В окрестностях с.Кананикольское Зилаирского района, где в 19-м веке действовал медеплавильный завод, выявлено повышенное содержание в почвах практически всех изученных ТМ. В целом, несмотря на повышенный уровень отдельных ТМ, все изученные почвы были отнесены к допустимой категории загрязнения.

Известно, что волосы являются активной метаболической тканью, и содержание в волосах человека макро- и микроэлементов коррелирует с их уровнем во внешней и внутренней среде организма.

Изучение микроэлементного состава волос населения исследуемого региона показало, что концентрация некоторых эссенциальных химических элементов в организме людей не соответствует нормальным показателям. Так, выявлен повышенный уровень Fe у лиц, проживающих в Зилаирском районе, Mn – у жителей Зианчуринского, Бурзянского, Зилаирского районов. Содержание Cu ниже оптимальных показателей было обнаружено у населения Бурзянского района.

Помимо пониженного уровня Cu жители Бурзянского района имели также более низкое содержание в волосах Zn и Fe по сравнению с лицами, проживающими в других исследованных районах. Жители Зилаирского района характеризовались более высоким содержанием в волосах Fe, Mn и Pb.

Между концентрацией ряда химических элементов в волосах людей, проживающих на изученной территории, и содержанием их в почве была выявлена связь различной силы: тесная в случае Cu ( $r=0,94$ ), Zn ( $r=0,83$ ) и Cd ( $r=0,74$ ), средняя - в случае Mn ( $r=0,47$ ). В то же время между содержанием в волосах и почве Pb и Fe была выявлена сильная отрицательная связь ( $r=-0,75$  и  $r=-0,69$ , соответственно). Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что уровень содержания химических элементов в почве может влиять на их накопление в организме людей, проживающих на данной территории, что в свою очередь может оказывать воздействие на состояние здоровья населения.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №15-16-02003.

#### Литература

1. Абдрахманова Е.Р., Рахимкулова А.С., Борисова Н.А. Биосреды человека и болезни в условиях антропогенеза в Южном Зауралье. Вестник ОГУ, №15 (134), 2011, с.6-9.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. От 23 января 2006 г. – № 1.
3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. От 23 января 2006 г. – № 2.
4. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. Методические рекомендации по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. М.:Минздрав СССР, 1987. 25 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 40 с.
7. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука. 2008. 544 с.
8. Опекунова М.Г., Алексеева-Попова Н.В., Арестова И.Ю. и др. Тяжелые металлы в почвах и растениях Южного Урала: экологическое состояние фоновых территорий // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2001. – Вып. 4. (№ 31). – С. 45-53.
9. Почвы Башкирии. В 2-х томах. Уфа: БФАН СССР, 1973-1975 гг.

10. *Скальный А.В.* Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС. Микроэлементы в медицине. 2003. Т.4. Вып. 1. С. 55-56.

УДК 631.4:004.9

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ  
РОССИИ С ЦЕЛЮ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

В. В. Сизов\*, А. К. Оглезнев\*\*

\*ФГБНУ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», г. Москва, *vosiz@mail.ru*

\*\*ФГБНУ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», г. Москва, *korneich-pochvoved@yandex.ru*

DETAIL OF THE UNIFIED STATE REGISTER OF SOIL RESOURCES OF RUSSIA TO FORM  
A REGIONAL FARMLAND SOIL DATABASE

V.V.Sizov\*, A.K. Ogleznev\*\*

\**V.V. Dokuchaev soil institute*

\*\**V.V. Dokuchaev soil institute*

На основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов России [1], который был утвержденный МСХ в 2013 г., создан региональный реестр почв, база данных (БД) в целях оценки качества и кадастровой оценки земель сельскохозяйственных угодий для областного/районного уровня ( Владимирская область, Суздальский район).

При работе с субъектами федерации (среднемасштабные почвенные карты) возникает необходимость номенклатурно-таксономической детализации федерального списка почв на уровне исследуемого региона в пределах номенклатуры, принятой в ЕГРПР.

Детализация на областном/районном уровне заключалась в гармонизации регионального списка почв, составленного Владимирским институтом Гипрозем (Росземпроект) на основе крупномасштабных изысканий в 70-90 гг. 20 века, со списком почв ЕГРПР почвенного фонда Владимирской области и составление регионального реестра.

Исходный список почв (Росземпроект) для области в целом состоял из 62 почвенных разновидностей, сгруппированных в 13 групп более высокого таксономического ранга. Каждая почва характеризовалась параметрами, с соответствующими цифровыми кодами: тип литологического строения, дополнительные свойства (эродированность, каменистость, оглеение и другие), негативные свойства, мелиоративное состояние, преобладающие уклоны местности. После обобщения и детализации получился список из названий почв высших классификационно-таксономических рангов (тип, подтип, род), соответствующих номенклатуре ЕГРПР со своими идентификационными номерами (ID).

Региональный реестр Владимирской области состоит из 10 наименований почв (ID39 дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые, ID46 дерново-подзолистые поверхностно-глееватые преимущественно глубокие и сверхглубокие, ID50 дерново-подзолистые иллювиально-железистые, ID54 дерново-подзолисто-глеевые, ID84 дерново-глеевые и перегнойно-глеевые, ID102 светло-серые лесные, ID103 серые лесные, ID104 темно-серые лесные, ID166 торфяные болотные низинные, ID188 пойменные слабокислые и нейтральные), которые включают 63 почвенные разновидности. Для Суздальского района соответственно из 9 наименований, включающих 29 почвенных разновидностей.

Соотношение номенклатуры ЕГРПР и Росземпроект: один ко многим и один к одному. Так для почв ID 188 пойменные слабокислые и нейтральные форма связи с исходными названиями один ко многим: аллювиальные луговые кислые слоистые, аллювиальные дерновые кислые слоистые, аллювиальные лугово-болотные, аллювиальные луговые насыщенные и др. Для остальных названий ЕГРПР форма связи один к одному.



Таким образом, каждому названию почв ЕГРПР соответствует от одного до нескольких наименований почв списка Росземпроект.

Разработана региональная атрибутивно-пространственная база почвенных данных сельскохозяйственных угодий области/района на основе ЕГРПР и материалов Росземпроекта (крупномасштабные почвенные обследования 4-го тура земельно-оценочных работ 1980-86 гг.).

Атрибутами БД являются показатели гумусового горизонта: содержание гумуса, мощность, содержание физической глины (сумма частиц <0,01 мм), расчетные критерии оценки качества земель (зерновой эквивалент, бонитет, группа, класс и разряд классификации земель), а также кадастровая стоимость, площадь сельскохозяйственных угодий. Геореференсированная база данных основана на цифровой версии почвенной карты РСФСР М 1:2,5 млн [3]. Оценка качества земель и расчет бонитета, кадастровой стоимости проводились в соответствии с единой методикой [2] для каждой почвенной разновидности, которые были выделены в процессе крупномасштабных почвенных обследований.

Оценка качества земель проведена по зерновому эквиваленту, являющемуся комплексным интегральным показателем качества земель, которое определяет уровень кадастровой стоимости. Для расчетов использованы данные основных показателей гумусового горизонта для 63 почвенных разновидностей: справочные агроклиматические показатели (сумма активных температур, коэффициент увлажнения по Иванову, агроэкологический потенциал по Карманову); а также ряд экономических показателей (нормативная урожайность, затраты, стоимость продукции). Для расчета зернового эквивалента и кадастровой стоимости использовались расчетные данные по нормативной урожайности зерновых и нормативным затратам. Кадастровая стоимость определялась доходным методом.

В соответствии с разработанной БД основные расчетные оценочно-кадастровые показатели почв, входящих в региональный реестр сельскохозяйственных угодий Владимирской области, составляют: ID39 дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые: зерновой эквивалент-28,8 ц/га; бонитет-21балл; кадастровая стоимость- 9699 руб/га; ID46 дерново-подзолистые поверхностно-глееватые преимущественно глубокие и сверхглубокие: соответственно-28,4 ц/га; -20баллов; -7395руб/га; ID50 дерново-подзолистые иллювиально-железистые: -20,6 ц/га; -1балл; -2128 руб/га; ID54 дерново-подзолисто-глеевые: -20,5 ц/га; -1балл; -1723 руб/га; ID84 дерново-глеевые и перегнойно-глеевые: -20,6 ц/га; -2 балл; -2327 руб/га; ID102 светло-серые лесные: -32,9 ц/га; -31 балл; -15239 руб/га; ID103 серые лесные: -40,2 ц/га; -48 баллов; -39480 руб/га; ID104 темно-серые лесные: -50,1 ц/га; -72 балла; -73658 руб/га; ID166 торфяные болотные низинные: -21,1 ц/га; -3 балла; -4106 руб/га; ID188 пойменные слабокислые и нейтральные: -22,5 ц/га; -6 баллов; -12964 руб/га. Для области в целом средние значения составляют: зерновой эквивалент-29,9 ц/га; бонитет-24 балла; кадастровая стоимость-16028 руб/га, площадь на 2013г. всего-992400 га. Для Суздальского района соответственно: -32 ц/га; -33,5 балла; -21915 руб/га; -102310 га.

В дальнейшем работа с БД может заключаться в периодической актуализации. При этом атрибуты, которые следует актуализировать (почвенные показатели, группа и класс классификации земель, бонитет) выносятся из алгоритма расчета зернового эквивалента и кадастровой стоимости с целью периодического обновления, те, которые являются квази-постоянными и не требуют постоянной актуализации (агроклиматические данные и др.) встраиваются в алгоритм расчета.

## Литература

1. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. - М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. 2014.- 768 с.

2. Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (практическое пособие). Коллективная монография. – М.: Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости. ФГУП «Госземкадастрсъемка»-Висхаги. 2007.- 131 с.
3. Почвенная карта РСФСР/ Под ред. В. М. Фридланда. Масштаб 1: 2 500 00. М.: ГУГК, 1978.

УДК 631.4

## РУССКИЙ ЧЕРНОЗЕМ В XXI ВЕКЕ: ПРОБЛЕМА АНТРОПОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ

А.В. Смагин

*Московский государственный университет им.М.В Ломоносова, Москва, Россия,*

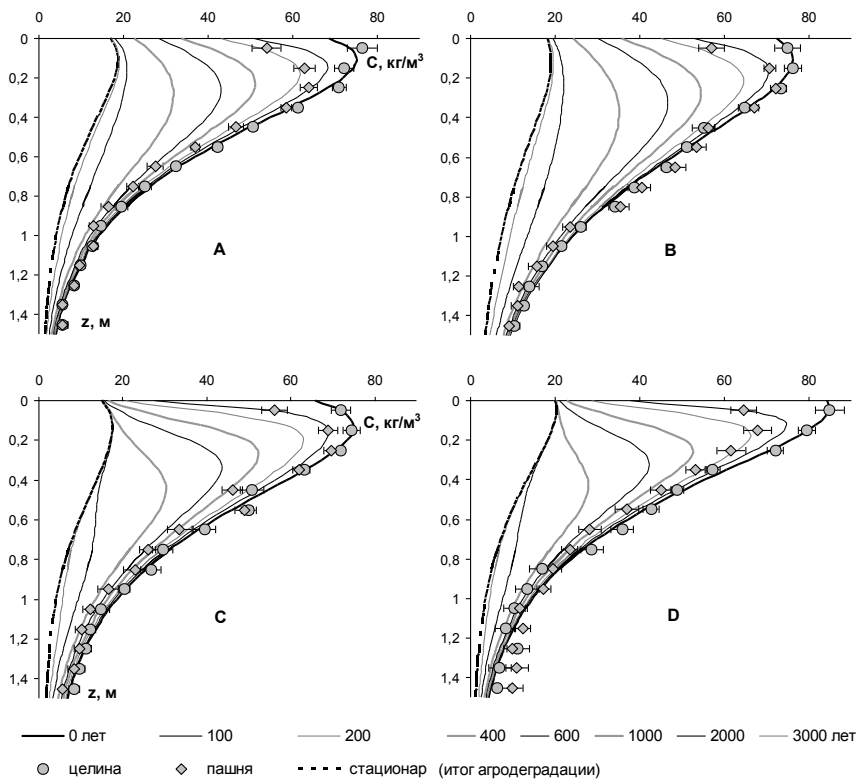
*smagin@list.ru*

## RUSSIAN CHERNOZEM IN THE XXI CENTURY: PROBLEM OF ANTHROPOGENIC DEGRADATION

A.V. Smagin

*M.V. Lomonosov Moscow State University*

Черноземные ресурсы составляют материальную основу сельскохозяйственного производства России, ее продовольственной безопасности и благополучия населения. Не случайно зарождение и становление почвоведения как фундаментальной естественнонаучной дисциплины в нашей стране неразрывно связано с исследованием состояния русских черноземов, как проблемы государственной важности. К сожалению, сегодня эта кардинальная проблема перестала быть осознанной обществом и властями в той мере значимости, в какой она присутствовала в дореволюционной России времен В.В. Докучаева – основателя русского генетического почвоведения. Хотя ее масштабы за этот минимальный по эволюционным меркам срок приобрели характер общенациональной катастрофы. Из-за антропогенной разбалансировки природного круговорота углерода повсеместно распаханые и вовлеченные в аграрное производство черноземы уже утратили до 30% и более от первоначального содержания органического вещества в поверхностном пахотном слое. Как показывает физически-обоснованная модель динамики черноземов [1], сочетающая процессы поступления, разложения и транспорта органического углерода в них, процесс антропогенной деградации растягивается на сотни лет и со временем охватывает все более глубокие слои почвы (*рис.*). Модельные кривые хорошо соответствуют реальным данным о среднестатистических потерях гумуса в пахотном слое за 100-150 лет в основных подтипах русских черноземов (ромбические символы). Однако в отличие от распространенного в агрономии мнения о прекращении этих потерь после сработки «лабильного» гумуса, модель показывает, что никакой стабилизации здесь не происходит, и со временем агродеградация охватывает все большую толщу чернозема [1]. С гумусом теряется не только поглотительная способность и агрохимическое плодородие (биофильные элементы), но и уникальная структура, а главное – водоудерживающая способность черноземов (потери порядка 150-200 мм продуктивной для растений влаги), что в зоне периодического дефицита осадков (300-400 мм/год) может быть решающим, лимитирующим фактором продуктивности. Неуклонными темпами теряются черноземные ресурсы страны, и остановить эту крайне опасную тенденцию можно лишь на государственном уровне. В тяжелые послевоенные годы страной был успешно реализован план преобразования природы черноземной зоны, многие положения которого должны быть взяты за основу сегодня. К ним необходимо присоединить новые почвосберегающие технологии органического земледелия с обязательной компенсации углеродных потерь, например, в виде сложных компостов. Как показывают модельные расчеты, процесс восстановления займет десятки лет, но он позволит сохранить для страны и передать потомкам одно из самых главных природных богатств России.



Моделирование агродеградации черноземных почв [1]. Подтипы черноземов: А – обыкновенные, В – типичные, С – выщелоченные, D – оподзоленные.

#### Литература

1. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2012. 544 с.

УДК 631.452 : 631.459

#### ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.В. Смирнова, Т.В. Нечаева, А.Г. Башук

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, nat-smirnova@yandex.ru*

#### ESTIMATION THE FERTILITY OF ERODED SOILS THE SOUTH PART OF WEST SIBERIA

N.V. Smirnova, T.V. Nechaeva, A.G. Bashuk

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk*

Эрозия – один из наиболее масштабных и опасных видов прогрессирующей деградации почвенного покрова во всем мире [3, 6]. Почвы, подверженные эрозии, характеризуются снижением плодородия и урожайности вследствие деградации почвенной структуры и истощения запасов питательных элементов для растений [2, 7]. Устойчивым признаком снижения плодородия эродированных (смытых) почв является уменьшение мощности гумусового горизонта, снижение содержания почвенно-органического вещества (ПОВ), продуктивности и качества выращиваемых культур [5, 8, 9].

В сельскохозяйственных зонах северных стран наибольшие потери причиняет эрозия в результате весеннего снеготаяния. В России ежегодно теряются около 1,5 млрд т плодородного слоя сельскохозяйственных угодий вследствие проявления эрозии, а годовой прирост площади эродированных почв составляет 0,4-1,5 млн га [1]. Суровые климатические условия Сибири, большие запасы снега зимой, образование льдистого экрана в почве и

кратковременный период таяния снега, являются причинами для интенсивного проявления эрозии в этом регионе России [10].

Отмечено, что основная доля исследований, проведенных в Западной Сибири, касается незеродированных почв, в то время как на эродированных почвах такие наблюдения единичны, либо отсутствуют. Однако значительная часть распаханых земель в регионе расположена на склоновых почвах с различной крутизной наклона. Доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий на юге Западной Сибири составляет 25-50 %, причем пахотные угодья располагаются на склонах крутизной 1-3<sup>0</sup>, а 8 % пашни – на более крутых склонах [4]. Целью представленной работы было оценить плодородие почв юга Западной Сибири расположенных на разных элементах склона. Для выполнения поставленной цели было проведено почвенное и агрохимическое обследование трех районов Новосибирской области (Болотнинский, Искитимский и Тогучинский), отобраны образцы на разных элементах склона. Для определения содержания в почве гумуса и элементов минерального питания применяли общепринятые методы. На экспериментальных пахотных площадках в условиях агроценоза удобрения не вносились.

В целом результаты исследования свидетельствуют о существенном снижении основных агрохимических показателей в эродированных почвах. Длительное интенсивное использование агроценозов на склонах, выращивание различных культур без внесения удобрений приводит к существенному истощению почвенного плодородия и нарушению баланса биогеохимических процессов в смытых почвах. К одному из основных параметров почвенного плодородия относится почвенный органический углерод (ПОУ), который является важным компонентом глобального цикла углерода в биосфере. Динамика ПОУ и почвенного органического вещества (ПОВ), а так же свойства и содержание не менее важных макроэлементов, таких как азот и калий, зависят от различных природных и антропогенные факторы, включая эрозию почв. Оценка основных параметров плодородия эродированных почв (расположенных на разных элементах склона) по сравнению с ненарушенными целинными почвами (в большей степени распространенных на плакоре), а также многолетней залежью (7-30 лет), встречающейся на разных элементах склона) показала существенные изменения динамики процессов минерализации ПОВ, отношения C:N, трансформации соединений азота, мобилизации легкообменного и обменного калия в почвах. Установлено, что содержание легкообменного и обменного калия, а также его подвижность, выражающаяся в трансформации труднодоступных форм калия в легкодоступные, в эродированных почвах увеличивается. Выявлены существенные различия дыхательной активности почв, расположенных на разных элементах склона.

Таким образом, многолетнее использование почв на склонах без внесения удобрений приводит к снижению их плодородия. Одним из известных способов сохранения нарушенных земель является их консервирование или формирование залежей с минимальной антропогенной нагрузкой. Мониторинг плодородия почв склоновых экосистем лесостепной зоны юго-востока Западной Сибири позволил сделать вывод, что перевод эродированных почв из пашни в сенокосные угодья служит единственным и своевременным способом их сохранения. В ситуации не использования удобрений и не регулярного применения специальных защитных технологий, залужение (искусственное и естественное) позволяет замедлить деградацию антропогенно-преобразованных почв. Таким образом, мониторинг состояния почв склонов и применение специальных защитных технологий позволит своевременно выявить негативные изменения свойств склоновых земель и предотвратить неблагоприятные эколого-экономические последствия эрозионных процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-05-31321-мол\_а).

Литература

1. Балакай Н.И. Оценка интенсивности проявления эрозии и почвозащитное действие сельскохозяйственных культур // Научный журнал КубГАУ. 2011. №65(01). С.1-11.
2. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. Агрохимические свойства серых лесных почв склонового ландшафта // Агрохимия. 2013. №11. С. 19-23.
3. Мальцева М.И., Путивская Л.Д., Суховеркова В.Е. Результаты мониторинга за состоянием агроландшафта юга Западной Сибири. Вестник АГАУ. 2011. №2 (88). С 29-32.
4. Орлов А.Д. Эрозия и эрозионноопасные земли Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – 208 с.
5. Якутина О.П., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В. Режимы основных элементов питания и продуктивность растений на эродированных почвах юга Западной Сибири // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. №1. С.16-22.
6. Lal, R. Enhancing eco-efficiency in agro-ecosystems through soil carbon sequestration // Crop Science. 2010. №50. P.120-131.
7. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. & Lair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science, 267, 1117-1123.
8. Polyakov V., Lal R. Soil erosion and carbon dynamics under simulated rainfall // Soil Science. 2004. №169. P.590-599.
9. Stavi, I. and R. Lal. 2011. Variability of soil physical quality and erodibility in a water-eroded cropland. Catena 84: 148-155
10. Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S. Effect of snow amount on runoff, soil loss and suspended sediment during periods of snowmelt in southern West Siberia // Catena. 2011. №87. P.45-51.

УДК 551.579

ОПЫТ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА  
МАЛОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КОМАРОВКА.

А.А. Терешкина<sup>1,3</sup>, А.Н. Бугаец<sup>1,2</sup>, Н.Ф. Пшеничникова<sup>2</sup>, О.М. Голодная<sup>4</sup>, В.И. Ознобихин<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный региональный научно-исследовательский  
гидрометеорологический институт, г. Владивосток

<sup>2</sup>Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

<sup>3</sup>Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

<sup>4</sup>Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

email: andreybugaets@yandex.ru

TOWARD OF CREATING SOIL DATABASE TO FACILITATE HYDROLOGICAL CYCLE  
MODELLING OF SMALL CHATCHMENT BY THE EXAMPLE OF THE KOMAROVKA  
RIVER BASIN

A.A. Tereshkina<sup>1,3</sup>, A.N. Bugaets<sup>1,2</sup>, N.F. Pshenichnikova<sup>2</sup>, O.M. Golodnaya<sup>4</sup>, V.I. Oznobikhin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute

<sup>2</sup>Pacific Institute of Geography, FEB RAS

<sup>3</sup>Far Eastern Federal University

<sup>4</sup>Institute of Biology and Soil Science FEB RAS

На современном этапе развития гидрология начинает все более тесно соединяться с другими науками, имея общую информационную базу и физическое понимание процессов переноса влаги в почве и почвенном покрове [8]. Постоянно увеличивается спрос на данные почвенных обследований, представляющих в количественной форме разнообразные характеристики почв, для решения широкого круга вопросов, касающихся, в том числе, задач, связанных с моделированием стока и его воздействием на экосистемы.

Опыт ФАО и геологической службы США в области создания пространственно-привязанных БД почвенных характеристик показал высокую эффективность применения подобных разработок для решения гидроэкологических задач. В основе составления почвенных карт для территории РФ положены методики качественного описания почвенного покрова, выделения почвенных контуров и присвоения им названий. Данные о гидрофизических характеристиках обычно публикуются в виде пояснительных записок, ведомственных отчетов, отдельных научных исследований или инженерных изысканий. Для открытого доступа (в том числе в виде электронных карт и БД) предоставляется слабо пригодная с практической точки зрения информация.

В работе изложен опыт составления и применения БД гидрофизических характеристик почвенного покрова для моделирования гидрологического цикла в масштабе речного бассейна. В качестве экспериментального водосбора выбран бассейн р. Комаровка, – территория бывшей Приморской воднобалансовой станции (ПВБС ~ 1500 км<sup>2</sup>), для которой существует уникальный архив гидрологических наблюдений и исследований.

Методической основой исследования является гидроэкологическая модель с открытым исходным кодом SWAT2012 [9] (<http://swat.tamu.edu>). Для создания структурной основы моделирования использована ЦМР разрешением 10x10м, почвенная карта М 1: 50 000 [2] и карта растительности М 1: 500 000 [1]. Сопровождающая карту БД данных почвенных характеристик бассейна создана по литературным источникам [4, 5, 6, 7] и пояснительным запискам к картам, включает следующие основные параметры (по генетическим горизонтам): глубина горизонта, объемный и удельный вес почвы, наименьшая влагоемкость и влажность завядания, содержание гумуса, гранулометрический состав почвы, коэффициенты фильтрации и др. почвенно-гидрологические характеристики. Для оценки влагоудерживающей способности почв SWAT использует педотрансфертные функции основанные на данных гранулометрического состава по международной классификации. Переход от классификации Качинского к WRB выполнен по кумулятивной кривой. Коэффициенты фильтрации по генетическим горизонтам, назначены на основе данных, полученных для территории ПВБС и Уссурийского заповедника [3, 5].

Тестовые расчеты выполнены за период 1966-1986 гг. с суточным шагом по времени. Исходными данными SWAT являются: атмосферные осадки; температура воздуха (максимальная и минимальная), относительная влажность, скорость ветра, солнечная радиация. Калибровка и оценка чувствительности параметров модели выполнены по данным измерений расходов воды 10 гидрометрических створов с площадями водосборов от 20 до 60 км<sup>2</sup>, расположенных на основном русле и притоках. Наиболее чувствительными параметрами модели относящимся к почвенному покрову оказались продуктивная влагоемкость, скорость фильтрации.

Анализ расчетных данных показал, что для горных территорий SWAT, сильно переоценивает влагоемкостные характеристики почв. Основной причиной этого является отсутствие учета каменистости в формулах расчета влагоемкости почвенных горизонтов. Корректировка формул в программном коде модуля физики почвы позволила достичь физически обоснованных значений влагоёмкостных характеристик и хорошей сходимости расчетных и наблюдаемых гидрографов стока ( $0.75 < R^2 < 0.85$ ).

Полученные в результате калибровки параметров модели SWAT данные и гидрологии почв были занесены в БД вместе со ссылкой на их исходные значения и указанием метода корректировки. Описанный выше подход при создании почвенных БД предполагает, что использование большего числа гидрологических моделей и обобщение их параметров позволит более объективно и достоверно оценить гидрологические почвенные характеристики, создать методическую основу их постоянной актуализации и перейти от параметров, привязанных к конкретным почвенным профилям, к их пространственной характеристике в масштабе водосбора.

1. Атлас лесов Приморского края. Под ред. Краснопеева С.М., Розенберга В.А. Владивосток, 2005, 76 с.
2. Бугаец А.Н. Пишеничникова Н.Ф., Терешкина А.А., Краснопеев С.М., Гарцман Б.И. Анализ пространственной дифференциации почвенного покрова юга Приморья на примере бассейна р. Комаровка // Почвоведение, 2015, № 3, с. 268–276.
3. Москаев А.П. Водно-физические свойства почв постоянных пробных площадей в Супутинском заповеднике // В сб. комплексные стационарные исследования Лесов Приморья, Наука: 1967.
4. Ознобихин В.И., Синельников Э.П. "Характеристика основных свойств почв Приморья и пути их рационального использования" Текст лекции. - Уссурийск, Приморский сельскохозяйственный институт, 1985. с. 72.
5. Ознобихин В.И., Синельников Э.П., Рыбачук Н.А. Классификация и агропроизводственные группировки почв Приморского края. Владивосток. АО ПИРОУ, 1994. 93 с.
6. Семаль В.А. Свойства почв южной части Сихотэ-Алиня (на примере Уссурийского заповедника) // Почвоведение, 2010. № 3. С. 303-312.
7. Таранков В.И. Режим хвойно-широколиственных лесов южного Приморья. Л.:Наука. 1970, 120 с.
8. Шеин Е. Гидрология почв: этапы развития, современные тенденции, ближайшие перспективы // Почвоведение. 2010. - № 2. - С. 175–185.
9. Arnold J.G., Allen P.M., Bernhardt G. A comprehensive surface- groundwater flow model // J. Hydrol. 1993. Vol. 142. PP. 47-69.

УДК 631.4

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ

Т.А.Трифонова\*, Н.В.Мищенко\*\*

\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [tatrifon@mail.ru](mailto:tatrifon@mail.ru)

\*\*Владимирский государственный университет, г. Владимир, [natmich3@mail.ru](mailto:natmich3@mail.ru)

ECOLOGIC MONITORING OF RIVER BASINS SOIL-VEGETATION COVER

T.A.Trifonova\*, N.V.Mishchenko\*\*

\*Soil Science Faculty of MSU

\*\*Vladimir State University

Постоянное наблюдение за состоянием растительного и почвенного покрова различных природно-территориальных комплексов является одной из задач экологического мониторинга объектов окружающей среды. При этом необходимо учитывать, что состояние объектов наблюдения изменяется постоянно, происходящие изменения носят комплексный характер и зависят от временных и пространственных параметров.

Один из важнейших параметров экологического мониторинга – это продуктивность растительного покрова, которая во многом определяет устойчивость экосистемы [2,3,5]. Данный показатель в большой степени зависит от состояния почвенного покрова, которому отводится в наземных биогеоценозах особая роль, поскольку он объединяет в единую функционирующую систему все остальные компоненты.

В работе использован бассейновый подход. Водосборный бассейн – один из фундаментальных геоморфологических элементов и свидетельствует об упорядоченности в ландшафте, которая выражается в виде систематической и повторяющейся зависимости между склонами, почвами, местоположением и интенсивностью деятельности как флювиальных, так и литогенных потоков. Структура миграционных потоков и структура

почвенного покрова определяются строением бассейна, а его различные морфологические элементы характеризуются и различным почвенным содержанием [1,4].

Для комплексной характеристики состояния почвенного и растительного покрова экосистем нами предлагается использовать показатель «почвенно-продукционный потенциал» (ППП), который характеризует способность природной или природно-антропогенной экосистемы в определенных почвенно-климатических условиях воспроизводить фитомассу.

Определение состояния растительности проводилось по анализу вегетационного индекса NDVI. Для поиска динамично изменяющихся объектов нами был предложен метод определения динамики NDVI.

Объектами исследования явились речные бассейны Европейской части России. Для детального анализа выбрано несколько ключевых речных бассейнов, наиболее полно отражающих разнообразие природных комплексов и ландшафтов изучаемой территории. Это водосборные бассейны рек Мезень, Онега, Клязьма, Ока, Самара, Воронеж и Сал.

Оценка почвенно-продукционного потенциала 12-ти крупных речных бассейнов 1-го порядка Европейской части России позволила установить, что наиболее высокие его значения характерны для экосистем бассейнов Днепра, Кубани, а также Волги, но в последнем этот показатель значителен, в основном, за счет территории бассейна Оки. Анализ отдельных параметров почвенно-продукционного потенциала показал, что наибольший запас фитомассы сосредоточен в бассейнах Невы и Оки.

На примере бассейна реки Оки выполнена оценка пространственно-временной изменчивости почвенно-продукционного потенциала по NDVI в зависимости от почвенно-экологических условий. Показано, что в пределах одной почвенно-экологической зоны, где нет существенных различий по климатическим показателям, вегетационный индекс и продуктивность растений зависят, в основном, от характеристик почвенного покрова, тогда как в разных почвенно-экологических зонах на продукционный потенциал начинают оказывать решающее влияние климатические факторы и, прежде всего, увлажнение территории.

Оценка почвенно-продукционного потенциала в бассейне Клязьмы выявила речные бассейны с высокими его значениями (Нерехта и Нерль) и низкими (Лух, Тара, Суворовш) и факторы определяющие данный параметр. Например, бассейн реки Нерль - более крупный и разнообразный в ландшафтном отношении. Сельскохозяйственные угодья здесь приурочены, в основном, к серым лесным почвам и имеют высокий ПЭИ и урожайность, но продуктивность естественных экосистем не высока, что компенсируется накоплением большого запаса фитомассы лесными массивами, формирующимися на дерново-подзолистых почвах.

Анализ динамики NDVI (MODIS) для всей площади малых речных бассейнов Клязьмы за период с 2000 по 2014 годы показал, что несмотря на колебания его значений в течение указанного периода, существенных изменений в состоянии почвенно-растительного покрова не произошло. В бассейне реки Клязьмы выделена группа речных бассейнов, характеризующаяся стабильностью данного показателя и высокими его значениями.

Таким образом, для мониторинга состояния почвенно-растительного покрова речных бассейнов нами предложено использовать показатель почвенно-продукционного потенциала в комплексе с вегетационным индексом (NDVI), определяемым по данным дистанционного зондирования. Почвенно-продукционный потенциал обобщает многолетние сведения о продуктивности растительного покрова, накоплении фитомассы и о факторах, влияющих на активность продукционных процессов.

## Литература

1. Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. -293 с.



- 2.Исаченко А.Г. Интенсивность функционирования и продуктивность геосистем// Известия РАН, серия географическая. 1990. № 5. С. 5-17.
- 3.Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Почвенно-продукционный потенциал экосистем речных бассейнов на основе наземных и дистанционных данных . - М.:Геос, 2013.- 272 с.
- 4.Трифонова Т.А. Речной водосборный бассейн как самоорганизующаяся природная геосистема // Изв. РАН, Сер. геогр. 2008. № 1. С. 28–36.
5. Osem Yagil, Perevolotsky Avi, Kigel Jaime. Site productivity and plant size explain the response of annual species to grazing exclusion in a Mediterranean semi-acid rangeland// J. Ecol.. 2004. 92, N 2, P. 297-309.

УДК 631.417.1:631.421.2:631.459.2

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

А.С. Тулина\*, В.М. Семенов\*, Н.Н. Цыбулько\*\*, С.С. Пунченко\*\*

\* *Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пуццино,  
atulina@yandex.ru*

\*\*Институт почвоведения и агрохимии НАН РБ, г. Минск, Беларусь

EVALUATION OF POTENTIAL MINERALIZATION OF SOIL ORGANIC MATTER IN  
AGRICULTURAL LANDSCAPES SUBJECTED A WATER EROSION

A.S. Tulina\*, V.M. Semenov\*, N.N. Tsybul'ko\*\*, S.S. Punchenko\*\*

\**Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino*

\*\**Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry NAS RB, Minsk, Belarus*

Считается, что водная эрозия может способствовать как стоку углерода в эрозионных ландшафтах, так и приводить к увеличению эмиссии диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосферу [6]. С одной стороны, эродированные почвы склона теряют верхний, наиболее богатый почвенным органическим веществом (ПОВ) слой, а поверхность богатых органическим веществом почв, расположенных у подножия склона, оказывается погребенной под смываемым материалом [3]. В результате снижения количества и качества углеродного субстрата снижается скорость микробного разложения ПОВ и интенсивность эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы. С другой стороны, под воздействием водной эрозии разрушаются почвенные агрегаты [5], что приводит ранее защищенные компоненты ПОВ в доступное для микроорганизмов состояние, в результате чего интенсивность эмиссии CO<sub>2</sub> возрастает. Важной задачей современных исследований баланса углерода в наземных экосистемах является количественная оценка минерализации органического вещества почв эрозионных ландшафтов в зависимости от условий окружающей среды [4].

Целью нашего исследования было изучить минерализуемый пул органического вещества почв склонового агроландшафта, в разной степени подверженных водной эрозии, и произвести прогнозную оценку минерализационных потерь ПОВ за теплый период года.

Исследования проводили на стационарных стоковых площадках Института почвоведения и агрохимии НАН Республики Беларусь, расположенных на выпуклом склоне южной экспозиции крутизной 5-7°, заложенных по геоморфологическому профилю от водораздельной равнины до подножия склона. Объект исследования – дерново-подзолистые почвы, сформированные на легких лессовидных суглинках. На водораздельной равнине расположены незэродированные почвы, на склоне – среднеэродированные и сильноэродированные, у подножия склона – глееватые намытые почвы. Содержание общего органического углерода (Сорг) в образцах незэродированной почвы, отобранных осенью 2013 года и весной 2014 года из слоя 0-20см, составило, соответственно, 1.55 и 1.44%, среднеэродированной – 1.29 и 1.27%, сильноэродированной – 1.24 и 1.17%, намытой – 1.13 и 1.43%.

Образцы почв инкубировали в течение 150 суток при температуре 8 и 22°C и влажности 5, 15, 25 и 35% вес. %. На основании кумулятивных кривых продуцирования С-СО<sub>2</sub> методом биокинетического фракционирования органического вещества определяли содержание потенциально-минерализуемого углерода (Спм), и фракций углерода, минерализуемых с различной скоростью (легко (С<sub>1</sub>,  $k_1 > 0.1 \text{ сут}^{-1}$ ) и трудно (С<sub>3</sub>,  $0.1 < k_3 < 0.001 \text{ сут}^{-1}$ ) минерализуемых) [1]. Для оценки воздействия температуры и влажности на изменение минерализуемого пула органического вещества использовали температурные ( $Q_{10}$ ) и влажностные ( $W_{10}$ ) коэффициенты, которые показывают кратность изменения размера минерализуемого пула ПОВ при увеличении температуры на 10°C и влажности на 10 весовых % [2]. Коэффициенты  $Q_{10}$  и  $W_{10}$  использовали для оценки потенциальной минерализации (минерализационных потерь С) за теплый период года, когда минерализация протекает наиболее интенсивно (с мая по сентябрь включительно). Прогноз составлен на основе среднесезонных погодных условий (<http://pogoda.turtella.ru/Belarus/Minsk/monthly/>).

Установлено, что в образцах незэродированной, среднеэродированной, сильноэродированной и намытой почв, отобранных осенью после уборки рапса и обработки почвы, содержалось примерно равное абсолютное количество потенциально-минерализуемого углерода – 718, 706, 768 и 720 мг С/кг, однако его относительное содержание заметно различалось: 4.6, 5.5, 6.2 и 6.4% от Сорг, соответственно. Большая минерализуемость органического вещества эродированных (смытых) почв по сравнению с ОВ незэродированной почвы может объясняться разрушением почвенных агрегатов в результате водной эрозии, что приводит к уменьшению защищенности ПОВ. Наибольшая минерализуемость органического вещества намытой почвы, по всей вероятности, обусловлена накоплением на ее поверхности материала, смытого с поверхности эродированных почв.

Показано, что образцы незэродированной почвы, отобранные осенью и весной после возобновления вегетации озимой пшеницы, содержали примерно равное количество Спм, тогда как образцы среднеэродированной и сильноэродированной почв, отобранные весной, содержали на 12 и 21% меньше Спм по сравнению с отобранными осенью образцами, соответственно. Намытая почва, напротив, весной содержала на 34% больше Спм, чем осенью, а также в 1.6 раза больше легко минерализуемой фракции (С<sub>1</sub>) и в 1.3 раза больше трудно минерализуемой фракции (С<sub>3</sub>).

Ускорение минерализации ПОВ при увеличении увлажнения определялось увеличением содержания фракции С<sub>1</sub>, которая включает растворимые, а, значит, доступные микроорганизмам соединения углерода. Защищенность этих соединений контролируется прочностью почвенных агрегатов. Наибольшую чувствительность фракции С<sub>1</sub> к увеличению влажности осенью и наименьшую – весной продемонстрировала сильноэродированная почва, что может быть связано с деградацией агрегатов. Осенью растворимые незащищенные соединения углерода подвергаются минерализации, а весной при снеготаянии вымываются из нижней части склона.

За период с мая по сентябрь потенциальная минерализация органического вещества незэродированной, среднеэродированной, сильноэродированной и намытой почв при влажности 25 вес. %, прогнозируется, в среднем, около 1.2, 1.2, 1.3 и 1.8 т С/га, соответственно. При полученной в полевом опыте урожайности озимой пшеницы 40-95 ц зерна /га углерод корней и пожнивных остатков компенсирует минерализационные потери ПОВ.

Из наших результатов следует, что минерализуемость органического вещества (Спм, % от Сорг) почв, подверженных водной эрозии, выше, чем у незэродированных почв. Минерализуемый пул углерода изученных почв весной различался более существенно, чем осенью, что мы связываем с разрушением почвенных агрегатов и массопереносом при снеготаянии. В течение теплого периода года почвенное органическое вещество активно минерализуется и различия сглаживаются.

## Литература

1. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В., Семенова Н.А., Тулина А.С. Минерализуемость органического вещества и секвестрирующая емкость почв зонального ряда // Почвоведение. 2008. № 7. С. 819–832.
  2. Тулина А.С., Семенов В.М. Оценка чувствительности минерализуемого пула почвенного органического вещества к изменению температуры и влажности // Почвоведение. 2015. №8.
  3. Doetterl S., Six J., van Wesemael B., and van Oost K. Carbon cycling in eroding landscapes: geomorphic controls on soil organic C pool composition and C stabilization // Global Change Biology. 2012. V. 18. P. 2218–2232.
  4. Kuhn N.J., Hoffmann T., Schwanghart W., Dotterweich M. Agricultural soil erosion and global carbon cycle: controversy over? Earth Surf. Process. Landforms. 2009. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/esp.1796.
  5. Lal R. Soil erosion and the global carbon budget. Environment International. 2003. V.29. P.437–450.
  6. Lal R., Pimentel D. Soil erosion, a carbon sink or source? Science. 2008. V.319. 1040–1042.
- Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №14-04-90025-Бел\_a).

УДК 631.4

### ВЛИЯНИЕ ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ СЛОЖНОГО КОМПоста НА РЕСУРСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

В.В. Федоров, А.Э. Белецкая

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар,  
*bioeco@inbox.ru*

### INFLUENCE OF TECHNOLOGIES OF SOIL CONSERVATION OF COMPLEX COMPOSTS ON RESOURCE INDICATORS OF CHERNOZEM ORDINARY

V.V. Fedorov, A.E. Beletskaya

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, bioeco@inbox.ru*

Среди наиболее значимых ресурсных показателей экологического состояния почв выделяется их дисперсность (гранулометрический состав), структурное состояние и запасы органического вещества и биофильных элементов, обеспечивающие плодородие и иные почвенно-экологические функции (сервисы) [5]. Черноземные почвы степной зоны исходно обладают наиболее высоким ресурсным потенциалом и являются эталоном при сравнительной бонитировке почв. Однако при вовлечении в интенсивное сельскохозяйственное использование они подвергаются агродеградации и неизбежно теряют свои высокие показатели. Поэтому современные технологии почвосберегающего земледелия должны в первую очередь быть направлены на восстановление ресурсного потенциала почв, а вместе с ним и их многочисленных биосферных функций [3]. В докладе рассматриваются возможности восстановления основных ресурсных показателей чернозема обыкновенного при использовании технологии сложного компоста на примере агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Установлено статистически значимое повышение содержания ила с 24-25 до 26-29%. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы опытного участка в посевах кукурузы в 2009 году составило  $4,03 \pm 0,07$ , тогда как на контроле –  $3,46 \pm 0,05\%$ , а в посевах озимой пшеницы в 2010 году соответственно  $4,26 \pm 0,09$  и  $3,52 \pm 0,07\%$ . Увеличение в содержании органического вещества в первый год составило 0,5% при существенном снижении его минерализации, благодаря коагуляции органоминеральных коллоидов компоста. Для 20 см пахотного слоя это эквивалентно пополнению запаса на 15 т/га, что более чем в 40 раз компенсирует ежегодные потери гумуса в черноземах в 20-22 гС/(м<sup>2</sup>год) по оценкам [4]. Повышение дисперсности и концентрации органического вещества отразилось на оптимизации структурного (агрегатного) состояния исследуемой почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов в первый год исследований в опытном варианте был в среднем на  $5,20 \pm 0,23\%$  выше по сравнению с контролем. Коэффициент структурности, также статистически значимо увеличивался и

составлял  $1,52 \pm 0,03$  на контроле и  $1,89 \pm 0,04$  в варианте с внесением сложного компоста соответственно. Усиление агрегации почвы в свою очередь является важным процессом для сокращения потерь её органического вещества, поскольку образующиеся агрегаты выполняют роль основного хранителя органического углерода [1,2]. Восстановление структуры и почвенно-поглощающего комплекса также благоприятно отразилось на повышении содержания общего азота (с 0,28 до 0,35%), фосфора (с 31,9 до 39,8 мг/кг почвы) и иных биофильных элементов.

#### Литература

1. *Белюченко И.С.* Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.
2. *Белюченко И.С.* Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.
3. *Добровольский Г.В., Никитин Е.В.* Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. – 185 с.
4. *Ковда В.А., Смагин А.В., Быстрицкая Т.Л.* Роль сезонной динамики органического вещества в самоорганизации степных биогеоценозов // Докл. АН СССР, 1989, т. 308, с. 461-463.
5. *Смагин А.В., Шоба С.А., Макаров О.А.* Экологическая оценка почвенных ресурсов и технологии их воспроизводства (на примере г. Москвы). М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2008, 360 с.

УДК:631.434

#### РЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ДЕГРАДАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОЧВ<sup>2</sup>

Д.Д. Хайдапова, В.В.Честнова, В.В. Ключева

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [dkhaydapova@yandex.ru](mailto:dkhaydapova@yandex.ru)*

#### RHEOLOGICAL APPROACH TO ASSESSMENT OF STRUCTURAL DEGRADATION IN SOILS

D.D. Khaydapova, V.V. Chestnova, V.V. Klueva

*Soil science department MSU, Moscow*

Оценка структуры почвы является актуальной задачей в связи с деградацией и необходимостью восстановления и сохранения структуры почв как основы их плодородия с одной стороны, а с другой стороны, в связи с необходимостью закрепления и сохранения органического вещества (ОВ) в почвах, для снижения вклада ОВ почв в «парниковый эффект».

В почвоведении распространено представление о структуре почвы как ее способности образовывать агрегаты из элементарных почвенных частиц взаимодействующих в силу коагуляции коллоидов, склеивания, слипания их в результате действия сил Ван-дер-Ваальса, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбированных и капиллярных явлений в жидкой фазе, а также с помощью корневых тяжей и гифов грибов. При выделении форм структуры в почвоведении сформировались два подхода - морфометрический и энергетический. Наибольшее распространение получил первый, при котором в основу понятия «структура» положены морфометрические особенности агрегатов и их соотношение в почве – размеры, формы[2]. При энергетическом подходе понятие структуры основывается на таких признаках, как характер взаимодействия структурных элементов, оценка сил сцепления между частицами, что выражается в физико-механических свойствах почвы: плотность, твердость, водопрочность, липкость, пластичность, сопротивление сдвигу.

<sup>2</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект №14-16-00065

Обобщающим свойством почвенной структуры, связанное со всеми ее элементами, такими как состав, размер, форма и характер поверхности почвенных частиц слагающих агрегаты, является механическая прочность [1].

Реологические исследования почв в отличие от других широко применяемых методов позволяют вскрыть внутреннюю природу прочностных свойств почв, получить представление о преобладающих типах структурных связей, деформационном поведении почв. Первыми начали применять реологические подходы для исследований структурных свойств почв в 70-80-х годах прошлого столетия Л.П.Абрукова, А.С.Манучаров, В.В.Абрукова [3]. Исследования реологических характеристик почв на «Реотесте-2» методом коаксиальных цилиндров показали ряд интересных полуколичественных характеристик поведения почвенных образцов, относящиеся больше к области вязкого поведения. По форме петель гистерезиса, образующихся при увеличении скорости сдвига и обратном ходе, снижении скорости сдвига можно описать характер восстановления разрушенных связей и тип структурных связей.

В настоящее время появились приборы нового поколения, которые позволяют значительно расширить количество и точность физически обоснованных реологических параметров, с помощью которых становится возможным определение межчастичного взаимодействия и прогнозирование поведения микроструктуры почвы подвергающейся нагрузкам.

Модульные компактные реометры (MCR, Anton Paar, Austria) используют моторы с воздушными подшипниками, обеспечивающие высокую точность измерений и предназначены для широкого спектра измерительных задач [5]. Колебательные методы, проводимые параллельными плато реометра MCR-302, применены и рекомендованы для изучения реологических свойств почв рядом исследователей [5, 6], как подходящие методы для определения реологического поведения почв, особенно в вязкоупругой области до перехода в область вязкого течения. Данные методы относятся к неразрушающим методам исследования структурного состояния вещества. Реологические исследования можно проводить как на почвенных пастах, так и на образцах ненарушенного строения – монолитах.

Колебательный метод амплитудной развертки был применен для исследования реологических свойств гумусированных горизонтов черноземов типичных различного землепользования и дерново-подзолистых почв. Реологическое поведение почвенных паст характеризовали следующие показатели – модуль упругости  $G'$  в начале испытаний при нагрузках близких к 0, как показатель меры межчастичного взаимодействия; диапазон линейной вязкоупругости, как диапазон устойчивости структуры к применяемым нагрузкам; интегральную зону  $Z$  (суммарную зону вязкоупругого поведения до перехода в область вязкого течения). Модуль упругости в гор. А чернозема типичного составляет в среднем 1700 кПа, в дерново-подзолистой почве – 570 кПа. Диапазон линейной вязкоупругости для чернозема типичного 0.005% деформации, для дерново-подзолистой почвы – 0.001%. Интегральная зона вязкоупругости  $Z$  в черноземе типичном соответствует 3 единицам, а в дерново-подзолистой почве -1.7. Из данных количественных характеристик следует, что в черноземе типичном структурные связи приблизительно в 3 раза прочнее, чем в дерново-подзолистой почве, устойчивость к нагрузкам чернозема распространяется до 0.005% деформации, в дерново-подзолистой почве такового диапазона не наблюдается, понижение модуля упругости начинается у него сразу с первой ступени прилагаемой нагрузки. Интегральная величина области вязкоупругого поведения в черноземах больше, чем в дерново-подзолистой почве приблизительно в 2 раза. Структура чернозема типичного значительно устойчивее в механическим нагрузкам, чем структура дерново-подзолистых почв. Варианты чернозема типичного различного землепользования (участки целинные и находящиеся в сельскохозяйственном обороте) отличались реологическим поведением. Участки целинные обладали большей устойчивостью к нагрузкам, чем пахотные. При прочих равных условиях эти варианты различались по содержанию органического вещества.

Чтобы предотвратить деградацию почвенной структуры, необходимо поддерживать содержание ОВ на уровне, превышающем скорость его минерализации.

Таким образом, реологический подход к оценке устойчивости структуры почв является диагностическим методом протекающих процессов и позволяет получить количественные характеристики межчастичного взаимодействия, оценить реологическое поведение и устойчивость к механическим нагрузкам.

#### Литература

1. *Воронин А.Д.* Структурно-функциональная гидрофизика почв. М.:Изд-во Моск.ун-та, 1984. с. 204
2. *Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О.* Матричная организация почв. 2001. М.; Изд-во «Русаки», с.296
3. *Манучаров А.С., Аbruкова В.В.* Применение в почвенно-реологических исследованиях автоматического прибора Реотест-2. Почвоведение, 1982. №11, с.92-101
4. *WibkeMarkgraf, Rainer Horn, Stephan Peth* An approach to rheometry in soil mechanics — Structural changes in bentonite, clayey and silty soils/ Soil & Tillage Research 91 (2006) 1–14
5. *Mezger T.G.* The Rheology handbook. 2011. 3-rd Revised Edition, Hanover, Germany. P. 436.
6. *Хайдапова Д.Д., Милановский Е.Ю., Честнова В.В.* Оценка реологическими методами восстановления структуры почв под влиянием выращивания лесополос на антропогенно-нарушенных почвах Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2014, № 6, с.53-57

УДК.631.4

#### ЭКОЛОГО-АГРОФИЗИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАУРАЛЬЯ БАШКОРТОСТАНА

Р.Ф.Хасанова, Я.Т.Суюндуков

*Институт региональных исследований Республики Башкортостан, Сибай, [rezeda78@mail.ru](mailto:rezeda78@mail.ru)*

ENVIRONMENTAL ANALYSIS AGROPHYSICAL AGGREGATE STATE CHERNOZEMS  
TRANS-URALS BASHKORTOSTAN

R.F.Khasanova, Ya.T. Suyundukov

*Institute of Regional Researches of the Republic of Bashkortostan, Sibay, [rezeda78@mail.ru](mailto:rezeda78@mail.ru)*

Эксплуатационный характер использования сельскохозяйственных земель Зауралья Республики Башкортостан, повышенная их распаханность, применение севооборотов с высокой долей зерновых и пропашных культур, низкая эффективность систем минеральных и органических удобрений в связи с засушливостью климата, использование тяжелой техники, развитие эрозионных процессов привели к ухудшению свойств, прежде всего структурного состояния, к формированию отрицательных балансов по основным составляющим почвенного плодородия. В настоящее время разработаны приемы восстановления почв с использованием фитомелиоративного потенциала многолетних трав, которые позволяют оптимизировать условия для активации процессов структурообразования в почве и повышения ее плодородия.

Целью исследований было изучение состава и свойств структурных агрегатов почвы под разными видами трав-фитомелиорантов.

Объектами исследований являлись почвы под сеянными травами, травами естественных сообществ. В качестве контроля рассматривались почвы под озимой рожью и яровой пшеницей.

Исследования структурно-агрегатного состава почвы проводили методом качания сит по Н.И.Саввинову. В градиенте север-юг на зональных подтипах чернозема - от

выщелоченного к обыкновенному и, далее, к южному выявлено, что в пахотном слое (0-30 см) содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25мм) наиболее высокое под травами естественных сообществ, несколько ниже под сеянными травами, самое низкое под яровой пшеницей. Во всех подтипах чернозема глыбистой фракции (более 10мм) больше под яровой пшеницей, что связано с формированием относительно небольшой корневой массы и технологией ее возделывания, связанной с периодической обработкой почвы.

С точки зрения устойчивости агрегатов важной характеристикой является их водопрочность. Мокрое просеивание по методу Н.И.Саввинова и определение водопрочности отдельных фракций структуры по А.П.Андрианову показало, что содержание водопрочных агрегатов под травами естественных сообществ выше, чем под сеянными травами. Под озимой рожью во всех подтипах чернозема уровень водопрочности ближе к почвам под сеянными травами, под яровой пшеницей она значительно ниже. Следует отметить закономерное снижение водопрочности агрегатов в градиенте север-юг от чернозема выщелоченного к обыкновенному и южному. Кроме того, с уменьшением величины агрегатов увеличивается содержание в них общего гумуса, что сопровождается повышением водопрочности структуры.

Механический анализ отдельных фракций структуры чернозема обыкновенного показал, что содержание камней (>3 мм) под многолетними травами естественных сообществ во фракциях структуры крупнее 3 мм имеет тенденцию к снижению по мере уменьшения размера агрегатов. В агрегатах размером более 7 мм содержание каменистой фракции в пахотной почве достоверно выше, чем в почве под степными травами. Содержание гравия (3-1 мм) имеет нелинейный характер: по мере уменьшения размера агрегатов от глыбистых до 5-3 мм оно снижается, затем в агрегатах размерами 3-2 и 2-1 - возрастает.

Содержание крупного и среднего песка (1-0,25 мм) механического состава в структурных агрегатах под травами естественных сообществ достоверно меньше, чем в почве под сеянными травами, а мелкого песка (0,25-0,05 мм) - одинаково. С уменьшением размеров агрегатов содержание в них крупной пыли (0,05-0,01 мм) имеет общую тенденцию увеличения. Содержание крупной и средней (0,01-0,005 мм) и мелкой (0,005-0,001 мм) пыли под травами естественных сообществ ниже, чем под сеянными травами. Содержание ила (<0,001) достоверно меньше в агрегатах под сеянными травами, что обуславливает развитие процессов дефляции, приводящих к выдуванию почвенных частиц.

Агрофизические и агрохимические свойства почв формируют условия обитания почвенной биоты. Выявленные изменения показателей биологической активности почв под фитомелиорантами характеризуют степень мобилизации биогенных элементов из состава органических растительных остатков. Методом посева на питательные среды выявлено, что структура микробного сообщества почв под травами естественных сообществ препятствует выносу азота за пределы экосистемы и способствует закреплению его в микробном звене трофической цепи. Отмечено увеличение разнообразия микрофлоры в почве под многолетними сеянными травами, озимой рожью, выявленное методом мультисубстратного тестирования, что свидетельствует об их эффективности в воспроизводстве плодородия почв агроэкосистем.

Исследования по выявлению численности и состава цианобактериально-водорослевых ценозов (ЦВЦ) в почвенных агрегатах разной величины позволили выявить наличие водорослей во всех изученных фракциях структуры. Наибольшее число таксонов цианопрокариот и водорослей (15 видов) выявлено в агрегатах размером 0,5-1 мм, наименьшее (7 видов) – в агрегатах размером более 10 мм. Максимальное число таксонов в почве под злаковыми травами естественных сообществ (8 видов) обнаружено в агрегатах размером 1-2 мм, под сеянными бобовыми (10 видов) - в агрегатах 0,5-1 мм. Наиболее многочислен отдел Chlorophyta, включающий 22 видовых и внутривидовых таксона, далее следует Cyanoprokaryota – 10 таксонов. Отметим, что виды, относящиеся к желтозеленым и диатомеям, обнаружены во фракциях 1-2 и 2-3 мм. При изучении ЦВЦ в почвенных агрегатах выявлено, что сквозные виды, обнаруженные во всех агрегатах, представлены

нитчатые цианобактерии: *Leptolyngbya boryana*, *Nostoc linckia* и *Anabaena constricta*, которые играют важную роль в оструктурировании почвы и противодействуют микроэрозионным процессам. Выявлена положительная корреляционная зависимость общего гумуса и ЦВЦ с содержанием водопрочных агрегатов ( $r=0,48$  и  $0,71$  соответственно), а также достоверная тесная корреляция между числом видов цианобактерий и содержанием агрегатов размером 5-1 мм ( $r = 0,89$ ). Эти агрегаты способствуют оптимальному сложению почв, благоприятному для растений (Ковда, 1983), и, по-видимому, являются лучшими и для развития цианобактерий.

Корреляционный анализ содержания фракций механического состава с перечисленными свойствами показал, что крупные фракции механического состава - камни (>3мм) и гравий (3-1мм), отрицательно коррелируют с водопрочностью агрегатов ( $r=-0,9$  и  $-0,4$  соответственно), содержанием общего гумуса ( $r=-0,5$  и  $-0,8$ ), с числом таксонов ЦВЦ ( $r=-0,6$ ) в агрегатах. Содержание песка, пыли и ила, наоборот, положительно коррелируют с водопрочностью, числом таксонов ЦВЦ и содержанием гумуса.

### Литература

1. Ковда В.А. Сохранить и рационально использовать черноземы СССР / В.А. Ковда. – Пушино, 1983. – 27 с.

УДК 631.111:631.82

#### ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Д.М. Хомяков

*Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,*

*г. Москва, [khom@soil.msu.ru](mailto:khom@soil.msu.ru)*

SOIL RESOURCE, SAFETY AND IMPORT SUBSTITUTION OF FOOD

D.M. Khomiakov

*Lomonosov Moscow State University Faculty of Soil Science*

В России продолжают развиваться следующие негативные процессы: сокращение сельскохозяйственных угодий; уменьшение площади орошаемых и осушенных земель, ухудшение их мелиоративного состояния и хозяйственного использования; нарастание отрицательного баланса гумуса на пашне (сейчас, по расчетам, свыше 1 т в год на га); полиэлементное загрязнение почв. Объективную оценку современного состояния ресурсов в агропроизводстве в масштабе страны невозможно провести в силу отсутствия информации и прекращения комплексных исследований по данному вопросу [1-5].

С 1992 г. в земледелии страны складывается устойчивый отрицательный баланс элементов минерального питания растений. Последние 15 лет некомпенсированная внесением минеральных и органических удобрений, а также оставшимся в почве азотом после выращивания бобовых, его расходная часть в среднем превышает 100-120 кг га д.в. питательных элементов ежегодно. Рациональное природопользование в сельском хозяйстве всегда начинается с рациональной организации территории. Федеральный закон «О землеустройстве» от 18.06.2001 г. №78-ФЗ (действующая редакция) устанавливает правовые основы проведения землеустройства в целях обеспечения рационального использования земель и их охраны, создания благоприятной окружающей среды и улучшения ландшафтов, но он практически не реализуется на практике. Постановление Правительства РФ от 02.01.2015 г. № 1 «Об утверждении Положения о государственном земельном надзоре» открыло Международный год почв в РФ.

С 1955 г. площадь пашни в России оставалась практически постоянной с момента



завершения программы введения в сельскохозяйственный оборот целинных и залежных земель. Структура посевов отражает тот факт, что для большинства территории России стали характерны короткие парозерновые и паропропашные севообороты. Они отличаются насыщенностью зерновыми 55-65% и более, введением чистых паров, как обязательного предшественника озимых и последующими повторными посевами яровых зерновых (иногда зернобобовых). В зерновом клину нарушено соотношение между колосовыми, зернобобовыми и крупяными культурами. Оптимальное для многопрофильных хозяйств соотношение примерно составляет: 44%; 6-7%, 4-5% из 56-57% площади пашни, занятой зерновыми.

**Развитие животноводства молочного и молочно-мясного направлений, овощеводства, кормопроизводства, семеноводства, почвозащитного и специального земледелия (производство льна, подсолнечника, сахарной свеклы) действующая схема не предусматривает и не может обеспечить.** Экспорт зерновых, отсутствие роста их производства ведет к ограничению их собственного потребления в стране, а в результате – постоянный рост внутренних цен на зерно, хлебобулочные и макаронные изделия, на свинину, говядину, мясо птицы, яйцо и молоко. Вывозя не переработанное зерно, завозим продукты животноводства. В баланс нужно добавить ежегодный совокупный экспорт 200-350 тыс. т муки и крупы, импорт до 150 тыс. т масла сливочного и других молочных жиров и т.д. (табл. 1).

Мировым стандартом самодостаточности страны по производству зерна на душу населения считается такое в размере не менее 800-1000 кг, в РФ - пока всего 580-620 кг на человека. Необходимы срочные меры по увеличению его валовых сборов. Следует предусмотреть наличие неснижаемого резерва зерна в размере 10-12 млн. т, в свою очередь, регионы должны сформировать свои запасы.

В ближайшие 3-5 лет, как минимум, необходимо нарастить среднегодовое производство зерна на 5-6 млн. т. (Задачи МСХ РФ о валовом сборе 110-120 млн. т кажутся мало реалистичными). Поставки его на экспорт должны стать одной из статей расходов в зерновом балансе, равно как и расходы на другие нужды. Долю мирового рынка также не следует терять.

Увеличение производства – это расширение посевов, внедрение агротехнологий и обеспечение материально-технических и социально-экономических условий их реализации. В результате сокращения обрабатываемых земель и посевов зерновых культур страна недополучает более 40,0 млн. т зерна. Восстановить (существенно расширить) площади посевов в ближайшие годы будет затруднено по ряду причин. Получить урожай, не обеспечив его формирование должным количеством элементов минерального питания растений, – в среднесрочной перспективе невозможно.

В предстоящую пятилетку (2016-2020 гг.) наиболее вероятное значение пахотной площади в РФ, реально вовлеченной в сельскохозяйственное производство, можно оценить в 85-87 млн. га. Площадь посевов должна в среднем по стране примерно соответствовать уровню 90 % от площади пашни. Площадь чистых паров не может превышать 8-9 млн. га. Она должна сократиться, как минимум на 5-6 млн. га по отношению к сегодняшнему декларируемому и статистически зафиксированному уровню.

В настоящее время в полной мере не определено агроэкологическое и юридическое состояние бывших пахотных земель площадью порядка 45 млн. га.

В ближайшие 3-5 лет, как минимум, необходимо нарастить среднегодовой сбор зерна на 5-6 млн. т, что должно сопровождаться увеличением поставки и потребления минеральных удобрений отечественными сельхозтоваропроизводителями на 1 млн. т д.в., до 3,0-3,5 млн. т ежегодно.

**Таблица 1. Элементы продовольственного баланса в РФ (данные Росстата и МСХ РФ)**

Годы	Производство зерна, млн. т	Экспорт зерна, млн. т	Импорт			
			Зерна, млн. т	Мяса и мяса птицы, свежего и мороженого, млн. т	Молока и сливок, тыс. т	
					Несгущенного	Сгущенного и сухого
2000	65,4	1,4	4,7	1,2	65,5	76,6
2005	77,8	12,3	1,4	2,7	168,0	146,0
2010	60,9	13,9	0,44	2,3	190,0	238,0
2011	94,2	18,3	0,75	1,9	204,0	179,0
2012	70,9	22,5	1,1	1,9	230,0	163,0
2013	92,4	19,0	1,5	1,8	267,0	220,0
2014*	105,3	30,4 (оценка)	0,75 (оценка)	1,5	250,0 (оценка)	230,0 (оценка)

*Примечание: \*Показатели за 2014 г. приведены с учетом данных по Крымскому федеральному округу.*

### Литература

1. *Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2011 году.* М.: Росреестр, 2012. 247 с.
2. *Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения.* М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 100 с.
3. *Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в 2013 году.* - М.: Минсельхоз РФ, 2014. 218 с.
4. ([http://www.mcx.ru/documents/document/v7\\_show/31175.133.htm](http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/31175.133.htm))
5. *Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./ Росстат.* М.: Росстат, 2014. 693 с.
6. *Россия. 2015: Стат. справочник / Росстат.* М.: Росстат, 2015.– 62 с.

УДК 631.4

#### ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПИРОГЕННЫХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВАХ МЕЩЕРСКОЙ РАВНИНЫ

А.С. Цибарт, Т.С. Кошовский, А.Н. Геннадиев

*Географический факультет МГУ, г. Москва, tsibann@gmail.com*

#### POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN POST-FIRE BOGGED SOILS OF MESHCHERA PLAIN

A.S. Tsibart, T.S. Koshovsky, A.N. Gennadiev

*Faculty of Geography, MSU, Moscow*

Поведению полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в окружающей среде посвящено большое количество работ, так как эти соединения являются канцерогенными и представляют опасность для здоровья человека. Однако особенности их состава и поведения в почвах как депонирующей среде ландшафта в настоящее время освещены не в полной мере. В литературе имеется некоторое количество сведений о содержании и распределении ПАУ в почвах различных фоновых территорий [1, 2]. При этом особый интерес представляют заболоченные территории как участки, способные аккумулировать разнообразные соединения. В связи с этим весьма актуальным является изучение геохимии ПАУ в заболоченных почвах.

Настоящее исследование проводилось в пределах национального парка «Мещерский». Парк расположен на севере Рязанской области, его территория представляет собой низменную плоскую равнину с песчаными дюнными повышениями и заболоченными низинами. Фоновые почвы территории отнесены к торфяно-олиготрофным и торфяным олиготрофно-эутрофным. Кроме того, территория парка подвергалась крупным пожарам

2007 и 2010 гг., что могло служить дополнительным источником углеводов. После пожаров часть торфяных горизонтов выгорела, произошло образование золы (Сріг), а также углистого торфяного горизонта Тріг. На горизонтах золы в ряде случаев началось образование нового гумусового горизонта.

Объектами изучения стали почвы трансект, заложенных от центральных частей болот через краевые части болот к лесным участкам. На ключевом участке «Голованово» изучены трансекты, включающие фоновые почвы, а также почвы, пройденные слабыми и сильными пожарами 2010 г. На ключевом участке «Тюково» изучены верховые и переходные болота, пройденные пожарами 2007 и 2010 гг. В пределах этого участка исследовались пары почвенных профилей, характеризующих центральную и краевую часть болот. Такие пары исследованы в пределах верховых болот, пострадавших от пожаров 2007 года, а также в пределах болот, пройденных пожарами дважды – в 2007 и 2010 гг.

В болотных почвах участка «Голованово» максимальные количества ПАУ зафиксированы в фоновых почвах (до 800 нг/г), в ассоциацию ПАУ входят, главным образом, наиболее легкие соединения - дифенил, нафталин, а также 6-ядерный бенз(ghi)перилен. После пожара суммарное содержание ПАУ снижается до 200-400 нг/г, состав ПАУ при этом представлен дифенилом, нафталином и фенантреном. Максимальные количества ПАУ отмечаются в верхней части почвенного профиля – в торфяных эутрофных горизонтах, постепенно снижаясь в перегнойных горизонтах. В почвах краевых частей болот этого участка отмечается обратная тенденция. Фоновые почвы краевой части болот содержат менее 200 нг/г ПАУ в верхней части профиля, в то время, как обугленные горизонты торфа Тріг характеризовались высокими содержаниями углеводов. Так, после слабого пожара 2010 г их содержание возросло до 450 нг/г, а после сильного пожара сумма ПАУ достигала 1100 нг/г. В составе ПАУ при этом и в случае фоновых, и в случае пост-пирогенных почв преобладают наиболее легкие компоненты – нафталин и фенантрен.

При сопоставлении пар фоновых и пирогенных почв участка «Тюково» выявлена значительная аккумуляция ПАУ поле пожаров, в том числе после пожара 2007 года в горизонте Тріг содержание углеводов составило более 30000 нг/г. При этом возросли концентрации тетрафена и фенантрена. В почвах краевых частей болот существенных изменений содержания ПАУ не выявлено. При этом накопление ПАУ происходило не в самом верхнем горизонте, а в горизонте Тріг, залегающим под горизонтом золы Сріг. В этой части профиля органическое вещество почв сгорало не полностью, что способствовало интенсивному образованию ПАУ.

Повторное прогорание участка не повлияло на сумму ПАУ, но несколько увеличилось разнообразие ПАУ, особенно в подповерхностных горизонтах почв. К основной ассоциации ПАУ, присутствующей в болотных почвах, в состав ПАУ добавились более тяжелые соединения – пирен и бенз(ghi)перилен.

Таким образом, заболоченные почвы национального парка «Мещерский» весьма контрастны по содержанию ПАУ. Чаще всего почвы центральные частей болот характеризуются более высокими концентрациями ПАУ. Кроме того после прохождения пожаров в горизонтах Тріг торфяных почв происходит накопление ПАУ. Ассоциация ПАУ после прохождения пожаров изменяется только в случае повторного прогорания участка.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-27-00083).

## Литература

1. Геохимия полициклических ароматических углеводов в горных породах и почвах / Под ред. А.Н. Геннадиева и Ю.И. Пиковского. М.: Изд-во Моск ун-та, 1996. 188 с.
2. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Полициклические ароматические углеводороды в почвах: источники, поведение, индикационное значение (обзор) // Почвоведение. 2013. № 7. С. 788–802.

ФОРМЫ МИГРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ С ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТЬЮ  
В ВОДАХ ПРИМОРСКИХ ПОЧВ

Т.А.Черепанова\*, С.И.Мазухина\*, Т.Т.Горбачева\*

\* *Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,**г. Апатиты Мурманской обл., gorbacheva@inep.ksc.ru*FORMS OF MIGRATION OF ELEMENTS WITH A VARIABLE VALENCY  
IN WATERS OF SEASIDE SOILS

T.A.Cherepanova\*, S.I. Mazukhina\*, T.T.Gorbacheva\*

\* *Institute of the North Industrial Ecology Problems KSC RAS*

Грунтовое питание малых рек водосбора Белого моря осуществляется преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков [9]. О направлении процессов инфильтрации можно судить по химическому составу родниковых вод на побережье [1]. Ранее контроль этих вод по программе мониторинга ОАО «КГИЛЦ» проводился не чаще 1-3 раз в год, а в последние годы вообще прекращен. Однако даже по отдельным (разовым) пробам отмечено, что в некоторых родниках имеют место превышение ПДК по содержанию Fe, Cr, Si и бактериальное загрязнение. Известно, что компонентами выбросов основных загрязнителей атмосферы Мурманской области - медно-никелевых производств являются тяжелые металлы и As - элементы с переменной валентностью (степенью окисления). В качестве одной из возможных причин повышения концентрации потенциальных загрязнителей в грунтовых водах можно предположить изменение  $Eh$  (окислительно-восстановительного потенциала) при инфильтрации вод сквозь почвенный профиль.

Основные типы почв Кольского п-ова формируются на песчаных и супесчаных отложениях. Такие почвы характеризуются свободным внутренним дренажем, промывным водным режимом, а также господством окислительных процессов. Однако в определенные периоды теплой части года, а именно ранней весной в почвах Кольского п-ова создаются условия застойного характера [4]. В течение двух - трех недель в конце апреля - начале мая в оттаявшей части почвенного профиля возможно наличие надмерзлотной верховодки, которая создает условия для развития восстановительных процессов [7]. Известно, что переувлажнение почвы, ухудшение аэрации и поступление органических соединений, в т.ч. обладающих восстановительной функцией, приводит к существенному снижению  $Eh$ , а это наиболее вероятно в периоды активного снеготаяния. Для исследования форм миграции элементов с переменной валентностью нами использованы результаты мониторинга лизиметрических вод, прошедших почвенный профиль приморских почв после периода снеготаяния. Координаты точки отбора 66°33'00"N; 34°33'76"E (п-ов Турий мыс, южное побережье Кольского п-ова, территория водосбора Белого моря). Приемниками почвенных вод являлись гравитационные лизиметры конструкции Д. Дерома [12], глубина залегания лизиметров 40 см (горизонт С).

Из-за незначительной общей концентрации растворенных компонентов почвенные растворы подзолистых почв обладают в целом невысокой окислительной емкостью и буферностью, а величина их  $Eh$  не может быть устойчивой величиной [3]. Кроме того, при отборе проб, производимом при разряжении, однозначно меняются условия аэрации проб. По этим двум причинам при проведении мониторинга аналитическое определение такого весьма важного параметра, как  $Eh$  нами не практикуется ни в полевых условиях, ни после доставки проб в лабораторию. Большими возможностями для изучения почвенных процессов, в том числе реконструкции истинных значений  $Eh$  почвенных вод и влияния на формы миграции элементов обладает программный комплекс Селектор [10, 11]. *Целью данной работы* являлось определение форм нахождения элементов с переменной валентностью после прохождения основной части почвенного профиля приморских почв и реконструкция окислительно-восстановительных условий в лизиметрических водах. Для моделирования использовали ПК Селектор, на исследуемой территории метод физико-

химического моделирования состава лизиметрических вод применен впервые, и, кроме того, с учетом парцеллярной структуры биогеоценоза.

Выбор приморских почв как объектов исследования основан на том положении, что четвертичные отложения Кандалакшского и Терского побережий Белого моря представлены морскими отложениями, в той или иной степени обогащенными отсортированным морем элювием песчаников красноцветно-гематитовой формации [5]. Суммарное содержание пылеватых и илистой фракций в таких почвах составляет, как правило, не более 3-5%, и этим обусловлен их резко выраженный промывной водный режим, а это должно сказаться на переувлажнении почв в период снеготаяния. Кроме того, для приморских почв характерно существенно более высокое содержание Сорг (25-40 мг/л) в водах, прошедших почвенный профиль, по сравнению с почвами континентальной части Кольского п-ова. Оба этих обстоятельства позволили нам сделать предположение о более высокой концентрации восстановителей органической природы (неспецифических органических соединений) в инфильтрационных водах приморских почв и, как следствие, более ярко выраженном отрицательном  $Eh$  в них в периоды снеготаяния.

Перед моделированием проводился расчет ионного баланса проб. Выбор результатов анализа для моделирования осуществлялся в пользу проб с эквивалентным соотношением суммы катионов и суммы анионов минеральных кислот, выраженных в нормальных концентрациях. Эквивалентное соотношение этих двух сумм предполагало отсутствие анионов органических кислот, в частности, фульвовых. Как известно, фульвокислоты являются соединениями переменного состава, и расчеты изобарно-изотермических потенциалов их ионных форм при моделировании сопряжено с допущением возможности достаточно большой ошибки [11].

При моделировании состава вод с использованием ПК Селектор нами фиксировалось (задавалось) содержание элементов катионной части раствора (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Ni, Cr, Co, Pb) и некоторых элементов анионной части (P, Cl, N, S, Si), концентрации которых соответствовали аналитическим. Содержание других элементов в составе анионной части раствора, а именно C, H и O, определялось в процессе расчета термодинамической модели. Максимально возможное соответствие аналитически определенных и расчетных равновесных значений рН достигалось варьированием содержанием  $CO_2$  и  $O_2$  как входных параметров модели.

Результаты моделирования подтвердили наше предположение о формировании восстановительных условий в период снеготаяния и миграции восстановленных форм элементов с переменной валентностью с инфильтрационными водами. Смоделированные отрицательные значения  $Eh$  (-80 и -100 мВ) соответствовали нижним значениям данного показателя, отмечаемого в почвах (+100 ÷ -100 мВ), но были выше значений, характерных для болотных почв (-200 мВ) [6].

Доминирующими формами элементов с переменной валентностью являлись свободные катионные формы элементов в низшей степени окисления, а также продукты их гидролиза или взаимодействия с сульфат- и хлорид-ионами (возможно, как почвенного, так и морского происхождения): **Fe** -  $Fe^{2+}$ ,  $FeSO_4^0$ ,  $FeOH^+$ ; **Cu** -  $Cu^+$ ,  $CuCl^0$ ,  $CuCl_2^-$ ; **Ni** -  $Ni^{2+}$ ; **Pb** -  $Pb^{2+}$  и  $PbOH^+$ ; **Cr** -  $CrOH^{2+}$  и  $CrO^+$ , **Co** -  $Co^{2+}$ , **Mn** -  $Mn^{2+}$ . Полученные нами результаты моделирования хорошо согласуются с литературными данными относительно доминирующих форм указанных элементов и в поверхностных водах [2], и в почвенных растворах [8].

## Литература

1. *Ананьев В.Н.* Родники земли Кольской. - Мурманск: Кн. изд-во. 2009, 144 с.
2. *Линник П.Н., Набиванец Б.И.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах.- Л.: Гидрометеиздат. 1986, 271 с.
3. *Орлов Д.С.* Химия почв.- М: Изд-во Моск. ун-та. 1985, 376с.

4. *Переверзев В.Н.* Почвообразование в лесной зоне Кольского полуострова // Вестник Кольского научного центра РАН. 2011, № 2, с. 74-82.
5. *Переверзев В.Н., Казаков Л.А., Чамин В.А.* Генетические особенности почв на естественных и переветренных морских песках побережья Белого моря (Кольский полуостров)// Почвоведение. 2011, № 1, с. 16-25.
6. *Почвоведение*, в 2 ч. Ч. 1. Почва и почвообразование (ред. Ковда В.А., Розанов Б.Г.). - Издательство: Высшая школа, 1988. 400 с.
7. *Семко А.П.* Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова.- Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1982. 142 с.
8. *Трофимов С.Я., Караванова Е.И.* Жидкая фаза почв: учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. - Москва: МГУ, 2009. 73 с.
9. *Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю.* Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов.- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2007, 349 с.
10. *Чудненко К.В.* Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 2010, 287с.
11. *Шоба В.Н., Карнов И.К.* Физико-химическое моделирование в почвоведении. - Новосибирск, 2004, 180с.
12. *Derome J., Niska K., Lindroos A.-J. and Välikangas P.,* Ion-balance monitoring plots and bulk deposition in Lapland during July 1989 - June 1990. - The Finnish Forest Research Institute, Research Papers.1991, 373, pp. 49-76.

#### ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ КАК ФАКТОРА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМ

О. В. Черницова, П. П. Кречетов

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, [olchernitsova@mail.ru](mailto:olchernitsova@mail.ru), [krechetov@mail.ru](mailto:krechetov@mail.ru)*

#### CHARACTERISTICS OF THE TEMPERATURE REGIME OF SOILS OF THE EAST EUROPEAN PLAIN AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECOSYSTEMS

O.V. Chernitsova, P.P.Krechetov

*Faculty of Geography, MSU*

Почвенный климат оказывает существенное влияние на большинство процессов, обуславливающих устойчивое развитие экосистем, в том числе, на процессы почвообразования, на биологические и биохимические процессы в почве, на рост и развитие растений. Одна из составляющих почвенного климата – тепловой режим почв, который характеризуется динамикой температуры на поверхности и в различных слоях почвы, то есть определенным температурным режимом [Шеин, 2005]. Цель данного исследования – изучение особенностей температурного режима почв Восточно-Европейской равнины (в границах Российской Федерации) в аспекте экологической роли климата почв в функционировании экосистем.

Особое внимание в исследовании уделено выявлению связей между температурными режимами почв и границами распространения растительности на Восточно-Европейской равнине. Применение методов ГИС-анализа и геостатистики позволило установить особенности пространственного распределения различных характеристик почвенного климата и выделить районы со сходными условиями вегетации с учетом атмосферного увлажнения. Проанализировано сезонное распределение температур почвенного покрова Восточно-Европейской равнины на различных глубинах (от 20 до 320 см), а также особенности внутривертикальных температурных режимов почв в различных типах травянистых и лесных экосистем в соответствии с картой [Зоны и типы..., 1999].

Результаты проведенного анализа, а также обобщение литературных данных по влиянию температуры почвы на корневые системы растений, биологические и биохимические процессы в почвах сформировали основу для выработки критериев оценки эколого-термических условий обитания растительности, которые легли в основу предлагаемой авторами классификации термических режимов почв Восточно-Европейской равнины. При разработке новой классификации проанализированы и учтены особенности предложенных ранее классификаций температурных режимов почв [Димо, 1972; Сапожникова, 1958; Шашко, 1967; Шульгин, 1972]

Предлагаемая классификация учитывает соотношение экологически достаточных ( $5-10^{\circ}\text{C}$ ) и экологически активных температур ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) почвы на различных глубинах в вегетационный период, глубины проникновения активных температур, а также ряд усредненных показателей, характеризующих эколого-термические условия существования биоценозов. Набор предложенных критериев по сравнению с другими классификациями существенно расширен. С учетом выработанной системы показателей проведено районирование Восточно-Европейской равнины (в границах РФ) по эколого-педотермическим условиям. Выделено четыре термогруппы почв, две из которых разделены на подгруппы.

Установлено, что температура почвы является одним из факторов, контролирующих глубину проникновения корневых систем растений, которая напрямую связана с проникновением активных температур. Для большей части почв Восточно-Европейской равнины (в границах Российской Федерации) активные температуры проникают вглубь на всю толщину основного корнеобитаемого слоя (до глубины 160 см) (за исключением почв тундры, лесотундры и северной тайги), при этом глубина проникновения активных температур постепенно увеличивается в направлении с севера на юг и юго-запад. Суммы активных температур на всех глубинах постепенно увеличиваются с севера на юг, юго-восток и не превышают  $4000^{\circ}\text{C}$ .

Соотношение сумм экологически достаточных и активных температур почвы отличается в различных биоценозах и меняется с глубиной. В верхних слоях почв (на глубине 20 см) практически на всей территории Восточно-Европейской равнины в вегетационный период преобладают активные температуры; доля экологически достаточных температур относительно велика только в тундровых и глееподзолистых почвах тундры, лесотундры и северной тайги.

В лесной зоне соотношение сумм экологически достаточных и активных температур почвы существенно меняется с глубиной: доля активных температур постепенно уменьшается, а на глубине 3,2 м (в подтайге, широколиственных лесах и лесостепи) в вегетационный период преобладают экологически достаточные температуры. На всех глубинах в лесной зоне характерна несколько пониженная доля сумм активных температур в суммах температур почвы выше  $5^{\circ}\text{C}$  в восточных (приуральских) вариантах растительных подзон по сравнению с западными (восточноевропейскими) вариантами. В степной зоне активные температуры преобладают на всех глубинах почвенного профиля.

Выделенные термогруппы почв существенно различаются по продолжительности вегетационного периода (не надземных органов, а корневых систем) на различных глубинах почвенного профиля. Наименее продуктивные биоценозы, тундры и пустыни, характеризуются очень коротким вегетационным периодом (около двух месяцев). В тундрах развитие растительности, помимо низких температур, как воздуха, так и почвы сдерживается избыточным увлажнением. В северных пустынях период вегетации на фоне длительного периода с высокими температурами почвы ограничен недостатком влаги.

Наиболее длительный вегетационный период характерен для высокопродуктивных лесных биоценозов. Так, в подзоне широколиственных лесов, в условиях достаточного увлажнения вегетационный период длится в течение шести месяцев в верхних горизонтах почвенного профиля (до глубины 80 см) и девяти месяцев – на глубине 320 см.

Проведенное исследование позволяет оценить эколого-педотермические факторы существования и развития биоценозов, которые могут быть учтены при прогнозировании устойчивого развития экосистем в условиях перспектив глобального потепления климата. Для получения обоснованных результатов необходимо провести изучение связей термических режимов почв различных растительных подзон с продуктивностью биоценозов и биогеохимическим круговоротом элементов-органогенов. Кроме того, предполагается, что дальнейшие исследования дадут возможность учесть в классификации такой важный экологический фактор, как влажность почвы, и провести детализацию полученных результатов с учетом гидротермических показателей, а не только температурных характеристик.

#### Литература

1. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. – М.: Колос, 1972. – 360 с.
2. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Карта, масштаб 1:8 000 000, 1999. – Отв. редактор Огуреева Г.Н.; авторы: Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Огуреева Г.Н.
3. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования СССР. – В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства, 1958. с. 14-37.
4. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. – М.: Колос, 1967. – 336 с.
5. Шейн Е.В. Курс физики почв: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
6. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 341 с.
7. Справочник по климату СССР, различные выпуски. – Л.: Гидрометеиздат.
8. Научно-прикладной справочник «Климат России», <http://aisori.meteo.ru/>

УДК 631.4:574; 631.6.02

#### ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ВЫСОКОГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА И ИХ ОХРАНА

Дж.А.Шабанов, Т.А.Холина

*Бакинский Государственный университет, Азербайджан, г.Баку, [jasarat@mail.ru](mailto:jasarat@mail.ru),  
[tatyana\\_xolina@mail.ru](mailto:tatyana_xolina@mail.ru)*

#### SOIL DEGRADATION HIGHLAND ECOSYSTEMS NORTHEAST SLOPE OF THE BIG CAUCASUS AND THEIR PROTECTION

J.A.Shabanov, T.A.Kholina

*Baku State University, Azerbaijan, Baku*

В настоящее время деградация почв различных видов достигла огромных масштабов. Миллиарды тонн земли ежегодно исключаются из сельскохозяйственного пользования. Существуют природные причины деградации почв (климатические, гидрогеологические и т.д.), однако в современном мире деградация почв в основном связана с антропогенной деятельностью. Современное состояние почвенного покрова определяется в первую очередь деятельностью человеческого общества [2].

Высокогорные системы требуют особенного бережного к себе отношения. Вследствие сложного рельефа, малой мощности мелкоземистого слоя, большого количества россыпей, сильного уклона и водных потоков при ливнях и таянии снега происходит интенсивное развитие эрозионных процессов при малейшем нарушении травянистого покрова, которые могут привести к полной потере почвенного покрова и образованию бедлендов.

В Азербайджане высокогорные экосистемы распространены на Большом и Малом Кавказе. Мы проводили исследования на северо-восточном склоне Большого Кавказа, где альпийские и субальпийские луга занимают обширную территорию (301924,04 га), которая широко используется под летние пастбища. Здесь в основном распространены горно-луговые



дерново-торфянистые, горно-луговые дерновые, горно-луговые черноземовидные и горно-луговые степные почвы [1, 5]. Эти почвы подвержены различным видам деградации, основной причиной которых является развитие эрозионных процессов. Надо отметить, что 52,8% почв летних пастбищ данной территории подвержены эрозии в различной степени, из них 22,7% сильно эродированы [3].

Прежде всего, развитие эрозии высокогорных экосистем связано с выпасом скота. Нерегулируемый выпас приводит сначала к смене растительных формаций (злаковые и злаково-бобовые растения заменяются сорными), изреженности, а затем к уничтожению растительного покрова, что, в свою очередь, приводит к деградации почв, так называемой пастбищной дигрессии. Развитие дигрессии зависит от видовых особенностей выпасаемых животных, интенсивности и длительности использования пастбищ, выносливости пастбищной растительности к вытаптыванию.

Под влиянием выпаса существенно изменяются свойства почв, прежде всего их физические свойства. Под влиянием копыт животных происходит уплотнение почвы, иногда оно сопровождается сдвигом почвенной массы, особенно весной в период переувлажнения почвы. Значительная величина давления копыт передается на глубину до 8-12 см, глубже она ослабевает и на глубине 20 см составляет уже только 10-20% от исходной [4]. Уплотнение почвы связано с уменьшением пористости, прежде всего межагрегатной, и ухудшением водно-воздушного режима. Ухудшается структура почвы, уменьшается водопрочность агрегатов. Например, в горно-луговых дерновых почвах исследуемой территории, где были соблюдены нормы выпаса содержание водопрочных агрегатов составляет 71,8%, плотность почвы 1,04 г/см<sup>3</sup>, общая пористость 55,3% и водопроницаемость 5,3 мм/мин. При выпадении дождей в этих почвах происходит постепенное впитывание влаги и эрозионные процессы не наблюдаются. При нерегулируемом и превышающем норму выпасе в этих же почвах содержание водопрочных агрегатов составляет 53,4%, плотность почвы 1,51 г/см<sup>3</sup>, общая пористость 39,2% и водопроницаемость 0,5 мм/мин.

Ухудшаются также химические и физико-химические свойства почв, прежде всего происходит дегумификация. Так, в горно-луговых степных почвах при регулируемом выпасе содержание гумуса составляет 4,5-8,7%, валового азота 0,29-0,51%, сумма поглощенных оснований 31-43 мг-экв/100 г почвы. Избыток скота на этих же почвах приводит к уменьшению содержания гумуса до 2,5-5,1%, валового азота до 0,15-0,27%, сумма поглощенных оснований до 21-32 мг-экв/100 г почвы.

Связано это с тем, что значительная доля надземной биомассы поедается животными, и соответственно количество органических и минеральных веществ, поступающих в почву с опадом, намного уменьшается. И хотя часть органического вещества возвращается в почву с экскрементами животных, полной компенсации не происходит. К тому же экскременты распределяются по территории пастбища неравномерно. Выпас приводит также к обеднению почвы питательными элементами. Другой причиной дегумификации является эрозия почв, связанная с разрушением верхнего дернового горизонта, в результате чего происходит смыв почв. Все это приводит к деградации почвенного покрова летних пастбищ.

Деградация влияет на продуктивность летних пастбищ. Так, если на эродированных почвах летних пастбищ продуктивность составляет 31,5 ц/га, то на среднеэродированных почвах 10,1 ц/га, а на сильноэродированных всего 0,8 ц/га.

Почвы высокогорных экосистем являются основным массивом высокопродуктивных летних пастбищ и сенокосов. Экологическое значение этих почв не ограничивается только сельскохозяйственным аспектом, они играют большую роль в гидрологическом режиме горных территорий. На этих почвах широко развиты эрозионные процессы, связанные как с природными, так и антропогенными факторами (в основном перевыпасом). Поэтому для их сохранения нужно строго соблюдать нормы выпаса скота (не более 5-8 голов мелкого рогатого скота на гектар), а там, где растительный и почвенный покров значительно нарушен, полностью запретить выпас на определенное время (на 2-3 года) и высевать на

данных площадях дернообразующие растения до полного восстановления растительного и почвенного покровов.

#### Литература

1. Алиев Г.А. Почвы Большого Кавказа. Ч.1., Баку: Элм, 1978. -156 с.
2. Мамедов Г.Ш. Экоэтические проблемы Азербайджана: научные, правовые и нравственные аспекты. Баку: Элм, 2004. – 378 с.
3. Мамедов Г.Ш., Мамедова С.З., Шабанов Дж.А. Эрозия и охрана почв. Баку: Элм, 2009. – 340 с.
4. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический Проект, 2007. – 237 с.
5. Салаев М.Э. Диагностика и классификация почв Азербайджана. Баку: Элм, 1991. – 240 с.

УДК 632.122.1

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПОЧВ ПРИ РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова, Е.В. Цветнов

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [shchegl@mail.ru](mailto:shchegl@mail.ru); [tsvetnova@mail.tu](mailto:tsvetnova@mail.tu)

#### ECOLOGICAL ROLE OF SOIL IN THE RADIOACTIVE CONTAMINATION

A.I.Shcheglov, O.B. Tsvetnova, E.V. Tsvetnov

*Soil Science Faculty of MSU*

Как известно, основным компонентом природных сред, задерживающим и регулирующим потоки экотоксикантов, в том числе радионуклидов, являются почвы. Они выступают в качестве барьера и долговременного депозитария загрязняющих веществ в наземных экосистемах. Отсюда очевидна экологическая роль почв при радиоактивном загрязнении. В целом она заключается: в аккумуляции и длительном удерживании радиоактивных выпадений после их поступления из атмосферы; сдерживании вертикальных и горизонтальных потоков радионуклидов за пределы почвенной толщи, препятствии их поступления в грунтовые воды и регулировании их миграционных потоков в системе “почва – растение”; а также экранирующей способности по отношению к внешнему ионизирующему излучению, что выражается в снижении дозовых нагрузок на компоненты биоты. Степень проявления барьерных функций почв неоднозначна и зависит от особенностей строения профиля, состава и свойств, ландшафтных условий их формирования. При этом на этапе аэральных радиоактивных выпадений наибольшую роль играют поверхностные горизонты почв. Так, в почвах лесных экосистем основным горизонтом, где радионуклиды первоначально аккумулируются и длительное время удерживаются, является лесная подстилка. Удерживающая способность подстилки по отношению к радионуклидам определяется ее морфологическим строением, мощностью и составом. В лиственных лесах с неполнопрофильной и маломощной подстилкой ее удерживающая способность минимальна, здесь наблюдается наибольшая интенсивность перераспределения радионуклидов в минеральную подподстилочную толщу. В хвойных лесах (в особенности в мертвопокровных ельниках) с полнопрофильными мощными подстилками удерживающая способность подстилки максимальна. Значимое влияние на этот показатель оказывает моховой покров, чем он больше развит, тем выше аккумуляция радионуклидов в подстилке. В долгосрочной динамике основным слоем, регулирующим потоки радиоактивных веществ в лесной подстилке, является ее гумифицированный подгоризонт ОЗ [3,4]. В почвах луговых экосистем горизонтом, выполняющим аналогичные функции, является дернина, а в почвах болотного ряда – очес. При этом задерживающая способность очеса по отношению к радионуклидам значительно ниже, чем у лесной подстилки и дернины. В минеральной толще почв аккумуляция радионуклидов в основном зависит от их минералогического и

гранулометрического состава, гумусного состояния, кислотно-основных свойств, наличие и состав коллоидных пленок на почвенных структурных отдельностях, концентрации и свойств изотопных и неизотопных аналогов радионуклидов и некоторых других показателей.

Высокая удерживающая способность почв по отношению к радионуклидам определяет такую экологическую функцию, как сдерживание поступления радиоактивных элементов в грунтовые воды. Вследствие этого миграция радионуклидов в составе инфильтрационного стока составляет десятые – сотые доли процента в год от суммарной плотности загрязнения почв. Причем в многолетней динамике отмечается снижение этого потока, что, как уже отмечалось, обусловлено закреплением радионуклидов в почвенной толще [3,4].

Аналогичную роль почва играет и в регулировании потоков радиоактивных элементов в системе «почва – растение». Так, в зависимости от типа почв (то есть их состава и свойств), коэффициенты перехода (КП) радионуклидов в растения варьируют в пределах 2 – 3 порядков. В большинстве случаев в динамике также отмечается снижение потоков радионуклидов (особенно  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ) в системе «почва – растение».

Важно подчеркнуть, что барьерные функции почв по отношению к различным радионуклидам проявляются неодинаково. Наиболее интенсивно почвой сорбируется  $^{137}\text{Cs}$ , причем практически во всех типах почв, за исключением торфянистых.  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{106}\text{Ru}$  сорбируются почвой в значительно меньшей степени. На сорбционную способность этих радионуклидов большое влияние оказывает тип БГЦ. Так, в хвойных лесах  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{106}\text{Ru}$ , а также Pu практически не сорбируются или сорбируются слабо. Последнее представляет особую экологическую опасность, так как у некоторых изотопов плутония период полураспада составляет десятки – сотни тысяч лет, поэтому вероятность значимого загрязнения данными элементами грунтовых вод весьма высока (Щеглов, Цветнова).

Экологическая функция почв при радиоактивном загрязнении проявляется также в ее экранирующей способности по отношению к ионизирующему излучению. Так, вследствие этого интенсивность излучения от гамма - источников, находящихся в почве, снижается примерно в 2 раза. В наибольшей степени эта экологическая функция проявляется при утяжелении гранулометрического состава почв - от песчаного до среднесуглинистого [1] - и в пахотных почвах вследствие интенсивного агропедотурбирования. При этом дозовая нагрузка на человека от ионизирующего излучения снижается в среднем в 2 раза [2].

Осознание важности экологических функций почв при радиоактивном загрязнении привело к тому, что в настоящее время в оценке земель, в частности ее общественной ценности, наряду с традиционными экономическими показателями, предлагается учитывать природный потенциал и экосистемную значимость почв (услуги «защиты») [5].

#### Литература

1. *Ваел Махмуд Бадави Гад.* Дозовые нагрузки на человека и компоненты биоты в наземных экосистемах. Автореферат дисс. кандидата наук. М., 2010. 24 с.
2. *Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П.* Сельскохозяйственная радиология. М.: Дрофа, 2005. 367 с.
3. *Щеглов А.И.* Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: по материалам 10 – летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. М.: Наука, 1999. 268 с.
4. *Shcheglov A.I., Tsvetnova O.B., Kliashtorin A.L.* Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems. М.: Nauka. 2001. 235 p.
5. *Tsvetnov E.B., Shcheglov A.I., Tsvetnova O.B.* Contemporary Ecological –Economic Assessment of contaminated Agricultural Lands: Problems and Prospect // *Agricultural Economics: New Researches.* New York: Nova Science Publishers, 2010. P. 113-133

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ПОД ВИНОГРАДНИКАМИ СЕВЕРНОЙ  
ЛЕНКОРАНИ АЗЕРБАЙДЖАНА

М.М.Юсифова

*Факультет «Экология и почвоведение», Бакинский Государственный Университет, г. Баку,  
Азербайджан, mehluqe\_yusifli@mail.ru*AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF THE SOILS UNDER GRAPE  
IN THE NORTHERN LENKORAN REGION OF AZERBAIJAN

M.M.Yusifova

*Faculty of Ecology and Soil Sciences, Baku State University*

Экологическая оценка почв земледельческих территорий является комплексной агрономической характеристикой (с учетом требований сельхозкультур) почвенного покрова. В этом аспекте экологическая оценка почв северной части Ленкоранской области с учетом требований культуры винограда, является очень актуальной для сельского хозяйства республики, где виноградарство и виноделие являются одним из самых значимых и перспективных направлений сельскохозяйственного производства.

Северная часть Ленкоранской области занимает в основном предгорья низких гор и восточную часть Ленкоранской аккумулятивной равнины. Общая площадь исследуемой территории равна 216600 га. По результатам исследований Р.В.Ковалева [3], М.А.Аллахвердиева [1] и др. [2] основными почвенными типами, распространенными в виноградарческой зоне Ленкоранской области являются горно-коричневые, горно-серо-коричневые, коричневые, серо-коричневые почвы.

Горно-коричневые почвы распространены в западной части низкогорной и предгорной зоны территории до высоты 200-600 м над уровнем моря. Развиваются на делювиальных карбонатных глинах. Эти почвы богаты гумусом, содержание его в верхнем слое почвы колеблется в пределах 2,74-5,08%. Содержание азота (в 0-50 см слое) составляет 0,2-0,3%, фосфора 0,16-0,24%, калия 3,1-3,7%. Горно-серо-коричневые почвы распространены в северной низкогорной части области. Содержание гумуса -2,34-3,72% и общего азота -0,18-0,26% по сравнению с коричневыми почвами пониженное, иллювиально-карбонатный горизонт залегает значительно ниже гумусового. Коричневые почвы развиваются в различных геоморфологических районах: предгорьях, подгорной и равнинной части исследуемой территории. Содержание гумуса в коричневых почвах довольно высокое -3,05-4,18%, проникновение гумуса вниз по профилю очень глубокое, а снижение его качества - постепенное. Количество общего азота и фосфора хорошо коррелирует со степенью гумусности почв -0,0,28% и 0,18-0,24%. Серо-коричневые почвы располагаются в крайней северной части Ленкоранской области, развиваются в субтропической кустарниково-сухостепной зоне с климатом, переходным от полувлажного к сухому. Содержание гумуса и общего азота в описываемых почвах небольшое. В верхней части гумусового профиля содержится 2,23-2,78% гумуса и 0,19-0,28% азота. Распределение углекислоты карбонатов по профилю носит явно иллювиальный характер, в нижней части гумусового горизонта или же в подгумусовом горизонте обособляется иллювиально-карбонатный горизонт (содержание  $\text{CaCO}_3$ -10,0-14,6%). В составе обменных катионов серо-коричневых почв 50-80% емкости обмена, колеблющейся от 27,63 до 35,44 мг-экв на 100г. почвы занимает поглощенный кальций, 10-30% магний.

Для проведения экологической оценки исследуемой территории использована методика, разработанная Г.Ш.Мамедовым [4] в начале 90-х годов и усовершенствованная С.З.Мамедовой [5] в 2005-м году. Для экологической оценки виноградопригодных почв северной части Ленкоранской области изначально собраны материалы последних лет по рельефу, климату, почвенному покрову и проведен математическо-статистический анализ, после чего были вычислены баллы бонитета почв, где эталонными почвами взяты горно-коричневые типичные почвы (100 баллов) [6]. Остальные почвы получили следующие баллы

бонитета: горно-коричневые выщелоченные - 91 балл, горно-серо-коричневые - 81 балл, коричневые типичные - 89 баллов, коричневые выщелоченные - 77 баллов, серо-коричневые - 75 баллов.

На следующем этапе по вышеуказанной методике, проведена экологическая оценка почв изучаемой территории с применением системы частных шкал оценки почв по степени проявления отдельных их признаков для виноградников.. Горно-коричневые почвы по высотным показателям получили 90 баллов, что объясняется крутизной склонов, эрозией почв, встречающейся на верхней границе этих почв, из-за которых создаются трудности при возделывании виноградников. Кроме этого, из-за тяжелого механического состава (70 баллов) и неудовлетворительных агрегатных свойств (60 баллов) экологический балл этих почв понизился и составил 92 балла. Климатические факторы и некоторые почвенные факторы (показатель рН, содержание карбонатов) для этих почв оптимальные - 100 баллов.

Факторы среды для горно-серо-коричневых почв оптимальные (100 баллов), здесь применяется богарное виноградарство, на нижней границе сухостепей (горно-серо-коричневые светлые) виноградники орошаются. Из-за тяжелого механического состава обыкновенные и светлые подтипы горно-серо-коричневых почв получили пониженный экологический балл (80 баллов). Эти почвы незасоленные, по этому критерию получили 100 баллов. У горно-серо-коричневых почв экологический балл повысился и составил 93 балла в то время как бонитетный - 81 балл. Это объясняется тем, что факторы среды и другие почвенные показатели ( $\text{CaCO}_3$ , рН, плотный остаток) этих почв оптимальные для возделывания виноградников. Единственными лимитирующими факторами выступают механический и агрегатный состав этих почв.

Почвы равнинной зоны, куда входят серо-коричневые почвы и лугово-серо-коричневые почвы по баллам бонитета среднеплодородны (69-75 баллов). Высотные отметки этой зоны оптимальны для возделывания винограда (100 баллов). Равнинная полоса имеет большой термический потенциал и обеспечивает потребность всех сортов созревания винограда ( $\Sigma T > 10^0\text{C}$ -100 баллов). Из почвенных показателей рН и карбонатность серо-коричневых почв оптимальные (100 баллов). Тяжелый уплотненный механический состав (80 баллов) и признаки засоления нижних горизонтов этих почв (кроме темного подтипа) являются лимитирующими почвенными факторами (70-80 баллов). Из климатических факторов засушливость зоны (70 баллов) и дефицит осадков (80 баллов) являются лимитирующими, и поэтому почвы этой зоны орошаются. Следует учесть, что под влиянием экологических и почвенных факторов итоговый экологический балл серо-коричневых почв по сравнению с бонитетными баллами (75 баллов) повысился и составил 85 баллов.

На основе вышеизложенного, можно утверждать, что применение метода экологической оценки почв дает нам возможность определить территорию, полностью отвечающую экологическим требованиям той или иной сельхозкультуры, в частности, винограда.

#### Литература

1. *Аллахвердиев М.А.* Почвы земельного фонда Джалилабадского района и их агропроизводственные особенности. Автореф.канд.диссертации. Баку, 1975, 35 с.
2. *Велиев А.Г.* Агроэкологические особенности и бонитировка почв агроценозов Ленкоранской области и их рациональное использование. Автореф.канд.дисс., Б., 1981, 178 с.
3. *Ковалев Р.В.* Почвы Ленкоранской области. Б. 1966, 372 с.
4. *Мамедов Г.Ш.* Экологическая оценка почв Азербайджана. Баку: Элм. 1988. 281 с.
5. *Мамедова С.З.* Экологическая оценка и мониторинг почв Ленкоранской области Азербайджана. Баку: Элм. 2006. 370 с.
6. *Юсифова М.М.* Агроэкологическая характеристика виноградопригодных почв Ленкоранской области Азербайджана. «Экология и биология почв», Материалы международной научной конференции, Ростов на Дону, 2005, с.547-549

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФУНКЦИОНИРОВАНИЮ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

А.С. Яковлев

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, yakovlev\_a\_s@mail.ru*

## ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS FOR THE FUNCTIONING OF SOILS AND LANDS IN CONDITIONS OF MODERN LAND USE

A.S. Yakovlev

*Soil science faculty of MSU*

В работах Г.В.Добровольского неоднократно подчеркивалась необходимость соблюдения разумного синтеза природы и деятельности человека на основе сохранения экологических функций почв и соблюдения экологических требований в процессе землепользования [1, 2]. Решению вопросов формирования набора основных экологических требований посвящен один из самых обширных разделов (ст. 20, 34-56) Федерального закона РФ "Об охране окружающей среды" [3]. Основанная на приведенных в законе требованиях, система управления земельными ресурсами, включающая в себя вопросы экологической экспертизы, мониторинга и контроля, опирается на современные принципы оценки и нормирования экологических функций всего известного комплекса компонентов окружающей среды, в том числе почв и земель, как связующего их звена. В свою очередь, практически весь перечень требований, равно как и объектов экологической экспертизы, можно условно разделить на две большие группы:

- **требования к разработке нормативов экологического функционирования компонентов окружающей среды;**

- **требования к разработке проектной документации с учетом разных категорий землепользования и осуществлению хозяйственной деятельности.**

Если говорить о почвах и землях, как самостоятельных компонентах окружающей среды и природных комплексах земель, под которыми понимаются комплексы функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками (ст.1) [3], то первая группа требований связана с разработкой вопросов оценки, нормирования и реализации экологических функций почв и других компонентов окружающей среды, а вторая - с разработкой различных программ, проектов, с учетом вариантов их разнородного хозяйственного использования на конкретных территориях и функционированием заключенных в них природных комплексов.

**Почвы.** В России экологические требования к почвам основаны преимущественно на твердых и достаточно жестких экологических и санитарных нормах, соблюдение которых предполагает поддержание состояния природы близком к фоновым показателям. В принятой в настоящее время практике санитарно-гигиенического и экологического нормирования, в той или иной мере учитывается обобщенная оценка внутренних (биогеоценотических) и внешних (биосферно-транслокационных) показателей экологических функций почв, что позволяет представлять их в виде единых норм качества почв (предельно допустимые концентрации (ПДК), допустимое остаточное содержание нефти в почве (ДОСНП), класса опасности отходов для окружающей среды и т.д.).

**Земли.** Установление экологических требований к проектам землепользования способствует поддержанию допустимого уровня суммарной антропогенной нагрузки на природный комплекс земель, представленный в границах территориальных образований и земельных участков. Таким образом, например, при территориальном планировании или внутрихозяйственном землеустройстве в рамках одного хозяйства устанавливается оптимальное сочетание площадей земель разных категорий хозяйственного использования, может быть так же определена квота запечатанных и озелененных территорий на землях поселений и т.д.

Как показывает анализ соответствующей зарубежной литературы, в развитых странах Запада в целом решены вопросы относительно реализации первого направления экологических требований, т.е. разработаны, узаконены и применяются на практике соответствующие критерии и нормы, основанные преимущественно на теории экологических рисков. Зарубежных специалистов в большей степени беспокоят возможные потери экологического благополучия или утрата экологических услуг на конкретных землях при возможных ошибках в процессе различного вида планирования и землеустройства [4]. В рамках нашей страны, остается пока нерешенным ряд вопросов, относящийся как к первому, условно говоря "почвенному", так и ко второму "земельному" направлениям экологических требований.

Подводя итог сказанному, необходимо отметить, что разумный синтез природы и деятельности человека в целом возможен только при соблюдении требований, основанных на комплексной экологической оценке и нормировании экологических функций почв и земель как ключевого и связующего все природные среды звена. Исторический опыт показывает, что землепользование без учета экологических требований приводит к деградации почв и природных ландшафтов, аналогично той, которая имела место во второй половине прошлого века при освоении целинных земель, интенсивной добыче нефтепродуктов, подтоплении и вторичном засолении почв при орошении или строительстве гидроэлектростанций.

#### Литература

1. Добровольский Г.В. Природа России в ее истории, культуре и современной жизни // Сборник материалов конференции "Проблемы культурно-природного синтеза". М., 2009. с. 19-23;
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почв. М.: Изд. Моск. ун-та, 1986. 137 с;
3. Федеральный закон от 10.01.02. № 7 "Об охране окружающей среды";
4. Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. Changes in the global value of ecosystem services // *Global Environmental Change*, 26 (2014). P. 152-158.

## СИМПОЗИУМ 2

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ В БИОСФЕРЕ

УДК 631.482.1

ТИПОЛОГИЯ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕЧНЫХ ДОЛИН  
Н.А. Аветов, П.Н. Балабко, Т.А. Трифонова  
*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, awetowna@mail.ru*  
SYSTEMATIZATION OF FLOODPLAINS IN RIVER VALLEYS  
N.A. Avetov, P.N. Balabko, T.A. Trifonova  
*Soil science faculty of MSU*

Разнообразие и сложность пойменных ландшафтов обуславливают необходимость их типизации с целью обоснования дифференцированного подхода к их сельскохозяйственному использованию и почвенно-мелиоративному проектированию.

Главным регулятором распределения влаги, а также фактором, определяющим интенсивность поемного и аллювиального процесса, на пойме является рельеф. Пойменный аллювий, служащий почвообразующей породой для пойменных почв, в свою очередь, определяет в значительной мере направленность почвообразовательных процессов, дифференцируя наряду с рельефом почвенный покров пойм. В основу большинства типологий пойм положены указанные два фактора – рельеф и литология.

У развитой поймы, в отличие от неразвитой, вся пойменная терраса и ложе реки сложены мощной толщей аллювиальных отложений, принадлежащих к русловой фации. По своему плано-высотному строению поймы равнинных рек разделяются на обваловано-равнинные, сегментно-гривистые и островные.

Почвенно-геоботанические исследования, проводившиеся в 1968-1988 гг. в пойме Оби и ее притоков коллективом сотрудников кафедры географии почв МГУ под руководством Г.В. Добровольского, ознаменовали собой важный этап в развитии учения о типах пойменных земель. Было установлено, что общепринятое до тех пор деление поймы на три части – прирусловую, центральную и притеррасную – малоприменимо по отношению к поймам крупных сибирских рек в связи с расчлененностью ее поверхности многочисленными рукавами, протоками и старицами. В качестве главного критерия был выбран пойменный рельеф. Типизация поймы с использованием данных дистанционного зондирования земли осуществляется в несколько этапов, каждому из которых соответствует определенный иерархический уровень системы [4, 5]. По форме и рисунку изображения выделяются группы типов пойм, затем по морфометрическим характеристикам рельефа – типы, подтипы, виды, подвиды пойм. Типы пойм выделены по признаку преобладающих превышений местности относительно меженного уровня реки. В основу подтипов положен характер рельефа внутри типа, который определяется средними скоростями его изменения и величинами отклонения от них (коэффициентом вариации). Характер рельефа (пойменный подтип) оказывает существенное влияние на формирование почвенного покрова. В равномерном подтипе, например, формируется почвенный покров относительно невысокой контрастности. Виды пойм предлагается выделять по характеру преобладающих склонов, поскольку крутизна склонов является существенным фактором: а) в отложении и перераспределении пойменного аллювия по элементам рельефа; б) в увлажнении почвенного профиля; в) миграции подвижных элементов, в том числе питательных. Подвиды поймы предложено выделять на основании степени изрезанности участка. Каждый типологический таксон несет информацию о свойствах почвенных комбинаций и их компонентов, что позволяет использовать разработанную систему при сельскохозяйственном планировании и мелиоративном проектировании.

Новый импульс в развитии типологии пойменных земель был получен вследствие разработки концепции пойменного массива в 90-х годах прошлого века [1, 2, 3]. Пойменный



массив – это одновременно и территориальная, и типологическая единица, которая выделяется в пределах типа поймы и характеризуется одинаковым для соответствующих гипсометрических уровней режимом поёмности и аллювиальности, специфической скульптурой флювиального рельефа, определенной структурой почвенного и растительного покровов, однотипным землепользованием. Как территориальные единицы пойменные массивы ограничиваются водоемами гидросети (протоки, старицы) или тыловыми швами причленения. Так, например, в сегментно-гривистом типе поймы по специфическим формам рельефа выделяются сегментные, петлеобразные, гребневидные массивы, а по составу почвенного покрова и степени гидроморфизма выделяются слабогидроморфные (преобладают аллювиальные дерновые и дерново-луговые почвы), среднегидроморфные (преобладает аллювиальный луговой тип почв), сильногидроморфные (преобладают аллювиальные луговые профильно-глеевые, лугово-болотные и болотные почвы).

Концепция пойменного массива может быть использована при создании типологических карт-матриц для картографирования пойм, при обосновании водно-мелиоративного освоения, а также дифференциального использования пойменных земель под пашни, сенокосы и пастбища. При почвенно-географическом микрорайонировании пойм почвенный микрорайон может выделяться как совокупность закономерно чередующихся в пространстве пойменных массивов определенных типов.

#### Литература

1. *Аветов Н.А., Балабко П.Н.* Типология и районирование сегментно-гривистой поймы р. Чулым // Биологические науки. 1992, № 5, с.109-114.
2. *Аветов Н.А., Балабко П.Н.* Типология пойм. Развитие взглядов и современное состояние проблемы // Почвоведение. 1994, № 9, с.22-27.
3. *Балабко П.Н., Аветов Н.А., Севостьянова Н.А.* Почвенный покров пойменных массивов долины р. Оби в пределах Рязанской Мещеры // Вестник Моск. ун-та, сер. почв. 1997, № 1, с.32-35.
4. *Трифорова Т.А.* Некоторые особенности структуры почвенного покрова Среднеобской поймы. Научн. докл. высш. школы, сер. биол. 1974, № 10, с.135-140.
5. *Трифорова Т.А.* Типология пойменных земель на основе комплексного дешифрирования аэрофотоснимков. Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1975, 24 с.

УДК 631.412;546.47

#### ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ДОСТУПНОСТЬ ПРИРОДНОГО И РАДИОАКТИВНОГО ЦИНКА

В.С. Анисимов, И.В. Кочетков, Д.В. Дикарев, Л.Н. Анисимова, Ю.Н. Корнеев

*ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии, г. Обнинск -mail: [vsanisimov@list.ru](mailto:vsanisimov@list.ru)*

EFFECTS OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ON <sup>65</sup>Zn BIOAVAILABILITY

V.S. Anisimov • I.V. Kochetkov • D.V. Dikarev • L.N. Anisimova • Y.N. Korneev

Целью работы являлась оценка инактивирующей способности почв по отношению к «природному» Zn и <sup>65</sup>Zn и разработка методических подходов для оценки влияния эдафических факторов на подвижность <sup>65</sup>Zn в системе почва – растение.

В различные почвы (выборка из 16 типов, видов, разновидностей почв, относящихся к разным климатическим зонам европейской части РФ), было внесено одинаковое количество радионуклида <sup>65</sup>Zn (в пересчете на дату внесения - 260 кБк/кг). Далее в каждую почву было посеяно по 15 предварительно пророщенных в течение двух дней семян ячменя (*Hordeum vulgare* L.). Ячмень выращивали в течение 14 дней в одинаковых условиях. На 15-е сутки растения срезали, регистрировали их сырую и сухую массу. Далее определяли удельную активность <sup>65</sup>Zn и концентрацию стабильного Zn в надземной биомассе. Удельную

активность  $^{65}\text{Zn}$  определяли гамма-спектрометрическим методом (спектрометр ГАММА–1П с полупроводниковым детектором из особо чистого германия с относительной эффективностью регистрации 35%). Биологическую доступность стабильного «природного» Zn и радионуклида  $^{65}\text{Zn}$  определяли с помощью коэффициентов накопления – КН [2]. Физико-химические показатели состояния почв, содержание подвижных форм элементов определялись общепринятыми методами [1-4, 6,7]. Концентрацию Fe, Zn определяли оптическим эмиссионным методом (ИСП-ОЭ спектрометр Liberty II фирмы Varian) [5, 8].

Была предпринята попытка количественно оценить связи между показателями, отражающими физико-химические свойства почв и, показателями, характеризующими биологическую доступность «природного» цинка и радионуклида  $^{65}\text{Zn}$ . Применен методологический подход, заключающийся в использовании природного разнообразия физико-химических свойств разных типов и видов некарбонатных и карбонатных почв Европейской части России для получения соответствующих зависимостей.

Для этого была проведена многоэтапная процедура.

Сначала экспертным путем был отобран большой набор показателей, характеризующих состояние почв, которые, теоретически, могут оказывать влияние на корневое поглощение цинка растениями. Поскольку все определенные физико-химические показатели состояния почв (наблюдаемые, или входные переменные) измерялись в разных единицах, они были подвергнуты процедуре стандартизации. Это означает, что из значений каждой переменной по совокупности наблюдений были вычтены соответствующие средние, а полученная разность нормирована на среднеквадратичное отклонение [9]. Далее с помощью факторного анализа (метода главных компонент) количество входных переменных (физико-химических показателей состояния почв) было редуцировано: взаимозависимые переменные были представлены в виде ортогональных факторов, представляющих собой их линейные комбинации. В итоге было отобрано пять независимых (ортогональных) переменных, две из которых являлись сложными и были обозначены как фактор 1 =  $f(C_{\text{орг}}, C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}, \text{фракция } <0.01\text{мм})$  и фактор 2 =  $f(\text{pH}_{\text{КС1}}, E_4/E_6)$ . Это позволило использовать модель множественной линейной регрессии между физико-химическими показателями состояния почв и КН  $^{65}\text{Zn}$  (стабильного Zn). После параметризации и проверки адекватности регрессионных моделей, полученные с их помощью результаты, были использованы для ранжирования выбранных физико-химических показателей состояния почв по степени влияния на величину коэффициента накопления ячменем:

- ( $^{65}\text{Zn}$ ): свободные карбонаты (кальция и магния) > подвижное железо > подвижный кислоторастворимый Zn > кислотность > подвижный фосфор > качественный и количественный состав гумусовых веществ. Если принять наибольший вклад (свободных карбонатов) в варьирование результативного признака за 1, то вклады остальных показателей составляют (в долях от его величины): подвижное железо – 0.47, подвижный кислоторастворимый Zn – 0.38, кислотность – 0.26, подвижный фосфор – 0.23, качественный и количественный состав гумусовых веществ – 0.21. Общий же вклад вышеуказанных переменных в варьирование результативного признака (КН  $^{65}\text{Zn}$ ) составляет 80%, вклад неучтенных факторов (переменных) – 20%.

- (Zn): свободные карбонаты (кальция и магния) > качественный и количественный состав гумусовых веществ > подвижное железо > подвижный фосфор > кислотность. Вклады отдельных показателей (в долях от величины максимального вклада свободных карбонатов) составляют: качественный и количественный состав гумусовых веществ – 0.21, подвижное железо – 0.21, подвижный фосфор – 0.11, кислотность – 0.08. Вклад вышеуказанных переменных в варьирование результативного признака (КН Zn) составляет 55%.

Кроме того анализ КН ( $\text{Zn}/^{65}\text{Zn}$ ) позволил заключить, что доля доступного растениям Zn от количества металла в подвижной кислоторастворимой форме (1 М HCl - вытяжка) для исследованных почв составляет, в среднем, 55%, а от валового количества Zn в почвах – всего 12%.

Несмотря на полученные результаты, следует отметить, что использованная выборка из 16-ти разных почв не охватывает природные диапазоны варьирования физико-химических свойств почв даже европейской части РФ. Так, недостаточно представлены почвы легкого гранулометрического состава, кислые, очень кислые почвы северо-таежной зоны, горных областей, буроземы и гидроморфные (в том числе органогенные) почвы. Таким образом, расширение набора почв и диапазона варьирования их физико-химических характеристик позволит уточнить (с помощью предложенного методологического подхода) вклады отдельных эдафических характеристик в биологическую доступность ТМ и РН (в том числе и  $^{65}\text{Zn}$  со стабильным Zn).

Итак, предлагается альтернативный подход (по сравнению с прямыми экспериментами) по изучению роли физико-химических характеристик почв в миграционную способность в почвах радионуклидов и ТМ. Использование радиоактивных изотопов присутствующих в почвах элементов позволяет абстрагироваться от влияния «природной» составляющей и спрогнозировать поведение в системе почва – растение техногенной компоненты.

#### Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв*. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Анисимов В.С., Санжарова Н.И., Анисимова Л.Н., Гераськин С.А., Дикарев Д.В., Фригидова Л.М., Фригидов Р.А., Белова Н.В. Оценка миграционной способности и фитотоксичности Zn в системе почва-растение // *Агрохимия*. 2013. № 1. С.64-74
3. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // *Агрохимия*. 1995. № 10. С. 109-113.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. *Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства* (изд. 2-е, перераб. и дополненное). М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.
6. *Практикум по агрохимии*. / Под ред. В.Г. Минеева; МГУ им. Ломоносова, факультет почвоведения. М.: МГУ, 2001. 689 с.
7. *Практикум по почвоведению* (под ред. И.С. Кауричева). – М.: Колос, 1980. – 272 с.
8. *ISO 22036-2008. Soil quality — Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry (ICP-AES)*
9. *Теория вероятностей и математическая статистика*. Математические модели /В.Д. Мятлев, Л.А. Панченко, Г.Ю. Ризниченко, А.Т. Терехин. – М.: Изд. Центр «Академия», 2009. – 320 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТБО: НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭТАПА

Бакина Л.Г.\* , Малюхин Д.М.\*\* , Теплякова Т.Е.\*

\**Санкт-Петербургский Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru*

\*\* *ООО «Чистая земля», 6405292@3Rgroup.ru*

PECULIARITIES OF THE PHYTOCENOSIS GENERATING PROCESSES DURING THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL REMEDIATION: THE PRIMARY STAGE OF THE BIOLOGICAL PHASE

L.G.Bakina,\* D.M.Maluchin,\*\* T.E.Teplakova\*.

\**St.-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety RAS*

\*\**LLC "Chistaya zemlya"*

Развитие современного общества тесно связано с образованием техногенных ландшафтов, которые включают в себя и территории полигонов твердых бытовых отходов (ТБО). В результате низкого уровня переработки ТБО продолжается их накопление в природной среде, причем объемы накопления неиспользуемых отходов уже достигли 80-90 млрд. тонн [1]. В этой связи происходит значительное увеличение площади нарушенных территорий, которые не могут в дальнейшем быть использованы без специальных работ по их восстановлению (рекультивации). Типичными представителями нарушенных городских территорий и одним из неблагоприятных факторов, воздействующих на окружающую среду, являются полигоны ТБО.

Формирование экологически безопасных экосистем на месте полигонов ТБО в результате рекультивации является важнейшей задачей, решение которой должно способствовать устранению экологической опасности для населения и окружающей среды в целях обеспечения «естественного режима природных процессов, определяющих существование ландшафтов, экосистем, биологических видов и популяций» [2]. При санитарно-гигиеническом направлении рекультивации предусмотрено, наряду с другими мероприятиями, нанесение на поверхность отвалов, сложенных непригодным для биологической рекультивации субстратом, экранирующего слоя почвы [3]. Известно, что наряду с гумусовыми горизонтами естественных почв, обычно используемых в качестве плодородного слоя, используют различные органогенные субстраты, в частности, отходы пищевой промышленности и коммунально-бытового хозяйства, обладающие определенной потенциальной биологической продуктивностью, сопоставимой, а иногда и превосходящей таковую у почв.

Особенности зарастания этих органогенных субстратов практически не изучены, в то время как именно скорость самозарастания и формирования устойчивых биоценозов является основным критерием пригодности их в качестве плодородного слоя при рекультивации нарушенных земель и основной предпосылкой для формирования экологически безопасной полуприродной экосистемы. В этой связи были изучены токсикологические характеристики различных видов органогенных субстратов, использованных при рекультивации полигонов ТБО, их агрохимические показатели (кислотно-основные свойства, содержание основных питательных элементов), особенности формирования растительного покрова, дана оценка трофического богатства субстратов, проведенная на основании анализа растительной надземной биомассы, а также сделан прогноз дальнейшего развития формирующихся биоценозов.

Литература

1. Венцюлис Л.С., Скорик Ю.И., Флоринская Т.М. Система обращения с отходами: принципы организации и оценочные критерии. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН. 2007. –207 с.
2. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Экологический каркас как природоохранная система региона // Вестн. Томского ун-та. - 2010. - № 340. - С. 216-221.
3. ГОСТ 17.5.3.04-83. Общие требования к рекультивации земель, п.6.4

УДК 631.427

ОПЫТ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ  
ЗАПОВЕДНОГО УЧАСТКА «ЯМСКАЯ СТЕПЬ»)<sup>3</sup>

Бакунович Н.О.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино  
[pondoxva@mail.ru](mailto:pondoxva@mail.ru)*

EXPERIENCE IN ASSESSING OF SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS USING  
MICROBIOLOGICAL INDICATORS ON THE CASE-STUDY OF THE "YAMSKAYA  
STEPPE" CONSERVATION AREA<sup>1</sup>

Bakunovich N.O.

*Institute of Physical-Chemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino  
[pondoxva@mail.ru](mailto:pondoxva@mail.ru)*

Участок «Ямская степь» ГПЗ «Белогорье» расположен на северо-востоке Белгородской области, где на относительно небольшой площади сосредоточен целый ряд предприятий горно-добывающей промышленности, прежде всего Лебединский ГОК – источник поступления поллютантов аэральным путем на окружающие ландшафты, включая территорию Ямской степи. Целью работы является оценка загрязнения почв и Ямской степи тяжелыми металлами (ТМ) и другими микроэлементами на основе изучения мониторинговых площадок (МП). При этом комплексные почвенные исследования проведены с использованием традиционных методов исследования общих свойств почв и чувствительных к загрязнению микробиологических тестов.

В 2013-14 гг. было изучено 27 МП. На 21 МП отбирались пробы на исследование микробиологической активности, из них в 17-ти – микробиологические исследования проведены дважды: в 2013-14 гг. На всех МП в пробах, отобранных с глубин 0–5 и 5–10 см, определялись содержание  $C_{орг.}$ ,  $pH_{вод.}$ , гранулометрический состав и содержание ТМ (валовые формы). Микробиологическую (дыхательную) активность почв ( $V_{basal}$ ) и скорость субстрат-индуцированного дыхания ( $V_{sir}$ ) измеряли в лабораторных условиях. На основе измеренных величин  $V_{basal}$  и  $V_{sir}$  рассчитали содержание микробного углерода ( $C_{mic}$ ) и метаболический коэффициент ( $qCO_2$ ).

Установлено, что содержание  $C_{орг.}$  в слое 0–5 см в изученных МП варьирует от 2,06 до 3,69%, а реакция среды ( $pH_{вод.}$ ) слабокислая, близкая к нейтральной, т.е., соблюдено необходимое условие для проведения микробиологического тестирования. По гранулометрическому составу почвы МП довольно сходны и характеризуются средне- и тяжелосуглинистым составом, содержание фракции <0,01мм варьирует от 42 до 54%.

Получен довольно широкий диапазон величин  $V_{basal}$ : от 0,6 до 2,2 мкгС/г\*час, связь между величинами  $V_{basal}$  и типом почвы не прослеживается. Выявлена некоторая зависимость от режима землепользования: на плакоре косимого участка Ямской степи (чернозем миграционно-мицелярный) уровень  $V_{basal}$  выше, чем на плакоре некосимого участка. Самые высокие значения  $C_{mic}$  обнаружены в тех же МП, что и в случае с  $V_{basal}$ .

В почвах МП Резников Яр и Воробьево наблюдаются самые высокие показатели метаболического коэффициента  $qCO_2$ : 0,369 и 0,375, соответственно. Все остальные почвы

---

<sup>3</sup> Работа рекомендована в.н.с., д.г.н. О.С. Хохловой и проф., д.г.н. А.В. Русаковым.

МП укладываются в диапазон от 0,052 до 0,143 для  $qCO_2$ . С точки зрения антропогенного загрязнения, величины  $qCO_2$ , превышающие величины 0,1-0,2, отражают угнетение и нарушение почвенного микробного сообщества, [1]. Следует отметить, что МП Резников Яр и Воробьево приурочены к р. Ольшанка, притоку реки Оскол, и располагаются в пределах 13 км друг от друга. Между ними имеется еще одна МП – Косино, коэффициент  $qCO_2$  в почвах которой достигает также довольно высоких значений – 0,143 мкгС/г\*час. Река Оскол протекает через сосредоточение различных промышленных предприятий, вопрос о связи ее правого притока, р. Ольшанки, с ингибированием микробных сообществ в почвах МП, располагающихся на территории ее водосбора, требует дополнительного изучения.

Анализ удельной скорости базального дыхания ( $V_{\text{basal}}/C_{\text{org}}$ , мкгС/г\*час) показал, что наименьшие значения зафиксированы в МП Воробьево и Садки 0,266–0,270 мкгС/г\*час. Чем ниже значения  $V_{\text{basal}}/C_{\text{org}}$ , тем менее органическое вещество этих почв подвержено минерализации и, соответственно, более стабильно. Самые же высокие значения обнаружены в МП Барское – 0,727 мкгС/г\*час, и на МП косимой и некосимой Ямской степи – 0,684 и 0,651 мкгС/г\*час, соответственно.

Изучение содержания ТМ было выполнено только для валовых форм и не в точках отбора проб, а в других местах в пределах МП. Лишь для одной из опробованных МП получена связь превышения ПДК с ингибированием микробного сообщества – это МП Резников Яр, где выявлено самое большое превышение концентраций Zn, Zr, Sn и Pb, а коэффициент  $qCO_2$  составляет здесь 0,369. В дальнейшем планируется выполнить определение подвижных и валовых форм ТМ в точках отбора проб, что позволит, на наш взгляд, получить более тесные корреляции между микробиологическими показателями и величинами ТМ.

#### Литература

1. *Благodatская Е.В., Ананьева Н.Д., Мякшина Т.Н.* Характеристика состояния микробного сообщества по величине метаболического коэффициента // Почвоведение, 1995. № 2. С. 205–210.

УДК 631.4; 574.24

#### ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО БИОТЕСТА В БИОДИАГНОСТИКЕ ПОЧВОГРУНТОВ ОБЪЕКТОВ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

В.И.Бардина

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
РАН, г. Санкт-Петербург, [vicula128@rambler.ru](mailto:vicula128@rambler.ru)*

USE OF ENZYMIC BIOTEST IN BIODIAGNOSTICS OF THE PAST  
ENVIRONMENTAL DAMAGE OBJECTS' SOILS

V.I.Bardina

*Saint-Petersburg scientific research center for ecological safety RAS*

В настоящее время реализуются практические мероприятия по ликвидации объектов прошлого экологического ущерба, к которым относятся площадки со складированием отходов промышленности (отвалы) без инженерных средств защиты окружающей среды. Отвалы, образованные в результате прошлой хозяйственной деятельности, негативно влияют на окружающую среду, так как в результате длительного хранения отходов в их теле накапливаются разнообразные токсичные вещества, в том числе и новые неучтенные.

Изучение экологического состояния таких почвогрунтов только химико-аналитическими методами затруднительно в связи с трудоемкостью методов, а также с невозможностью выявить новые токсичные вещества. В этом случае методы биологической

диагностики, к которой относится биотестирование, помогут оценить реальную токсичность таких сложных объектов, как почвогрунты закрытых объектов.

Выявлено, что при использовании методов биотестирования для повышения надежности оценки экологического состояния необходимо применять несколько биотест-систем с использованием тест - организмов из разных систематических групп. [1,4].

Поскольку микроорганизмы являются важнейшей составной частью биоценозов, при проведении комплексной экотоксикологической оценки загрязненных объектов они должны быть включены в список обязательных тест - культур. Исследования показывают, что большая токсичность почв проявляется по отношению к редуцентам [3].

Фермент протеазу выделяют микроорганизмы, которые обеспечивают в почве появление азота в доступных для растений формах. Этот процесс нитрификации осуществляется специфическими микроорганизмами, деятельность которых во многом зависит от температуры, влажности, аэрации, наличия питательных веществ, реакции среды, а также от присутствия токсичных веществ. В результате антропогенного загрязнения среды наблюдается падение интенсивности основных микробиологических процессов и активности почвенных ферментов.

Целью работы являлось апробирование модернизированного аппликационного метода в рамках субстратного биотестирования для установления интенсивности протекания протеолитических процессов в загрязненных почвогрунтах.

Исследования проводились на двух овалах, расположенных в Ленинградской области. Здесь в течение 57 лет складировались отходы производства серной кислоты: огарки серного колчедана с включением железа, цинка, меди, свинца, мышьяка, марганца. Общий объем отходов составляет 120 тыс. тонн. Пробы почвогрунтов были отобраны с двух участков по склону с глубины 0-20см: №1 - верх отвала, сложенного техногенным грунтом, №2 - низ отвала, где находятся смытые незадернованные отходы с примесью песка. Отбор пробы (№3) осуществлялся с отвала, состоящего из золошлака сложного состава, эксплуатация которого прекращена в 2008 году.

Аппликационный метод, предложенный Е.Н.Мишустиним с соавторами [2], по определению активности протеолитических ферментов в почве в полевых условиях, был модернизирован для проведения в лабораторных условиях. В качестве индикатора протеазной активности в этом методе используется негативная фотопленка, эмульсия которой разрушается микроорганизмами. Степень разжижения желатинового слоя соответствует уровню протеазной активности в субстрате. А по протеолитической активности образцов почвогрунтов можно судить о влиянии антропогенного воздействия на экологию почвенных микроорганизмов. Статистическая обработка результатов была произведена с использованием коэффициента Стьюдента.

Результаты исследований выявили хорошую чувствительность предложенного биотеста к загрязнению почвогрунтов. Степень выраженности протеолитических процессов в почвогрунтах отвала (образец №1) была равна 0%, что указывает на отсутствие микробиологического расщепления желатина, или она была чрезвычайно низка (образец №2) и составляла всего 3,2% от контрольного варианта. По химическим показателям эти почвогрунты имели чрезвычайно опасную категорию загрязнения. Это свидетельствует о том, что в результате антропогенного загрязнения почвогрунтов происходит подавление и резкое снижение степени выраженности протеолитических процессов в них. В почвогрунтах золоотвала (образец №3), которые были определены по химическим показателям как слабозагрязненные субстраты, напротив, интенсификация протеолитических процессов была снижена незначительно по сравнению с контролем -76,7%.

#### **Выводы**

1. Подавление и значительное снижение протеолитической активности почвогрунтов объектов прошлого экологического ущерба свидетельствует о низкой активности микробиоценоза и о накоплении токсических веществ в них.

2. Предложенный модернизированный аппликационный метод показал высокую чувствительность при определении токсичности загрязненных субстратов и может быть использован для целей экологического контроля почвогрунтов объектов прошлого экологического ущерба. Он отличается нетрудоемкостью и прост в исполнении.

#### Литература

1. Капелькина Л.П., Бардина Т.В., Чугунова М.В., Бакина Л.Г., Герасимов А.О., Бардина В.И., Малышкина Л.А. Экотоксикологическая оценка буровых шламов нефтяных месторождений биологическими методами //Приборы, №3 (165) 2014. С. 50-54.
2. Мишустин Е.Н., Востров И.С. Аппликационные методы в почвенной микробиологии//Микробиологические и биохимические исследования почв. Киев. 1971. - 110с
3. Пукальчик М.А., Терехова В.А. Экотоксикологическая оценка городских почв и детоксицирующего эффекта нанокпозиционного препарата //Вестник Моск. Ун-та, серия 17, почвоведение, 2012. №4. С.26-31.
4. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы //Почвоведение, 2011, №2. С. 190-198.

УДК 631.4; 574.24

#### ОЦЕНКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ И ПОЧВОГРУНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН МЕТОДАМИ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ

Т.В. Бардина, В.В. Кулибаба

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
РАН, г. Санкт-Петербург, [bardinatv@mail.ru](mailto:bardinatv@mail.ru)*

#### ECOTOXICITY ASSESSMENT OF INDUSTRIAL AREA SOILS BY PHYTOTESTING METHODS

T.V.Bardina, V.V.Kulibaba

*St.Peterburg Research Center for Environmental Safety RAN*

Объекты с накопленным экологическим ущербом, на которых деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на которых остались различные отходы, представляют экологическую опасность для окружающей среды в связи с накоплением в них различных токсических веществ. Оценить реальную опасность почвогрунтов и загрязненных почв таких объектов только химическими методами сложно. В этом случае в систему экологического контроля целесообразно включать методы биотестирования.

Одним их наиболее информативных показателей оценки суммарного техногенного загрязнения почвы является фитотоксичность. Поэтому фитотестирование является важной составляющей всего комплекса биотестирования.

Исследования проводились в Ленинградской области на 2-х выведенных из эксплуатации объектах хранения промышленных отходов (отвалы), где в течение многих лет складировались отходы серной кислоты (почвогрунты №1 и №2), и мелкозернистый золошлак сложного состава (почвогрунт №5), а также на 2-х площадках бывших земель промышленности и обороны с несанкционированным размещением строительного мусора вместе с отходами 4 класса опасности (почва №3) и с размещением ТБО (почва №6). Фоновая проба (почва №4) была отобрана в лесном массиве, вне зоны влияния загрязнения.

Пробоотбор смешанных образцов почвогрунтов с отвалов и почв с площадок для экотоксикологической оценки был проведен с глубины 0-20см. В образцах было определено содержание валовых форм тяжелых металлов масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой, а также наличие органических загрязнителей



(полихлорбифенилы, хлорорганические пестициды, нефтепродукты, бенз(а)пирен) с использованием газовой хроматографии.

Для оценки острой экотоксичности проб были применены метод элюатного фитотестирования на семенах овса (*Avena sativa*) [1] и авторский субстратный метод фитотестирования на семенах пшеницы (*Triticum aestivum*) [2]. Также была определена хроническая фитотоксичность почвогрунтов [3]. Статистическая обработка полученных результатов была проведена согласно указанным методикам.

По результатам химического анализа было установлено, что основными загрязняющими веществами почв и почвогрунтов являются тяжелые металлы. По суммарному показателю загрязнения  $Z_c$  почвогрунты отвала №1 относились к категории «чрезвычайно опасной», отвала №5 - к «допустимой», почвы площадки №3 - к «опасной», а площадки №6 - к «допустимой» категории. Органические загрязнители были обнаружены на площадке №3 (ПХБ 0,160 мг/кг) и на площадке №6 (ПХБ 0,072 мг/кг, НП 158 мг/кг).

Результаты фитотестирования водных вытяжек на овсе показали, что эффект торможения (Et) наблюдался только в почвогрунте отвала №1 (44,9%). В остальных водных вытяжках фитотоксичность не была выявлена.

В ходе проведенного субстратного фитотестирования на пшенице была установлена опасная степень токсичности почвогрунта №1, умеренная степень токсичности почвогрунта №2 и почв площадки №3, малотоксичная степень почв площадки №5, у почв площадки №6 токсичность не была выявлена. В результате корреляционного анализа установлена достаточно тесная прямая связь между откликом тест - организма пшеницы (показатель всхожести  $N_1$ ) и показателем  $Z_c$  (+0.97). Таким образом, результаты субстратного фитотестирования хорошо увязываются с результатами содержания тяжелых металлов в субстрате.

Кроме установления острой фитотоксичности в почвогрунтах было проведено определение хронической фитотоксичности на семенах овса. Выявление этой токсичности важно для корректировки проекта рекультивации отвалов. Была зафиксирована хроническая фитотоксичность в исследуемых почвогрунтах при их разбавлении даже на 50%. Токсический эффект исчезал в смесях, содержащих 25% почвогрунтов. Таким образом, хроническая фитотоксичность была установлена также у почвогрунта №5, где была выявлена только наличие небольшой острой токсичности.

Проведенные исследования показали, что при установлении острой фитотоксичности почвогрунтов и загрязненных почв лучшей чувствительностью обладал метод субстратного биотестирования на пшенице.

Для объективной оценки качества почвогрунтов, содержащих неизвестные загрязнения, необходимо определять также хроническую фитотоксичность.

#### Литература

1. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М., Стандартиформ, 2010.-20с.
2. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв. ФР. 1.39.2006.02264. СПб, 2009.-19с.
3. МР. 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. 2007.-30с.

КОМПЛЕКС МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
УГОДИЙ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Ю.В. Батаева, Л.В. Яковлева, Л.Н. Григорян

*Биологический факультет ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный  
университет», г. Астрахань, [aveatab@mail.ru](mailto:aveatab@mail.ru), [yakovleva\\_lyudmi@mail.ru](mailto:yakovleva_lyudmi@mail.ru), [lilichka145@mail.ru](mailto:lilichka145@mail.ru)*

COMPLEX OF MICROORGANISMS IN AGRICULTURAL SOILS IN DELTA VOLGA

Y.V. Bataeva, L.V. Yakovleva, L.N. Grigoryan

*Faculty of Biology «Astrakhan State University»*

Почвы Астраханской области представляют собой своеобразные природные экосистемы, в которых высокие концентрации солей и недостаток влаги создают экстремальные условия для существования живых организмов, здесь формируются специфические микробные сообщества.

Развитие агропромышленного комплекса ведет к деградации почвенных экосистем, изменению свойств и дефициту баланса органического вещества пахотных почв, вследствие возделывания сельскохозяйственных культур, попадания в почву пестицидов, гербицидов и т.д.

Почвенные микроорганизмы выполняют ряд функций, важнейшие из которых – минерализация органического вещества и фиксация атмосферного азота. Главным путем пополнения запасов почвенного азота является микробиологическая азотфиксация, по значимости этот процесс приравнивается к фотосинтезу. Благодаря деятельности микроорганизмов в почве накапливается не только азот, но и доступные растениям формы калия и фосфора. Эволюция закрепила за микроорганизмами важнейшие звенья круговорота веществ в биосфере. Микроорганизмы почв Дельты Волги изучены крайне недостаточно [1,2].

Исследования проводили на территории дельты Волги, на высоте 22-27 м ниже уровня мирового океана, в южной части центральной дельты с координатами 46°09' с.ш. и 48°97' в.д. Почвенные разрезы были заложены под двумя растительными ассоциациями на территории сельскохозяйственных угодий Камызякского района Астраханской области, в южной части дельты Волги.

Почва под пырейно-ситняговой ассоциацией представлена аллювиально – дельтовой луговой оглеенной, окарбоначенной, легкосуглинистой (образец №1).

Почва под вейниково-ситняговой ассоциацией аллювиально – дельтовая луговая оглеенная, суглинистая (образец №2).

Реакция среды аллювиально – дельтовой луговой оглеенной, окарбоначенной, легкосуглинистой почвы нейтральная или близка к нейтральной на протяжении всего профиля, а аллювиально – дельтовая луговая оглеенная, суглинистая почва изменяет реакцию среды от средне кислой в поверхностных горизонтах до слабощелочной в нижней части профиля, что очевидно объясняется особенностями разложения растительного опада и его биохимическим составом.

В аллювиально – дельтовой луговой оглеенной, окарбоначенной, легкосуглинистой почве наибольшее значение общего азота свойственно поверхностному горизонту Ad мощностью 3 см и составило 2,33 %. Содержание подвижного фосфора по профилю равномерное с увеличением на глубинах 30-40 см до 2,95 мг/100 г почвы, что связано с более тяжелым гранулометрическим составом данного горизонта. Максимально содержание обменного калия приурочено к верхней части почвенного профиля 4,19-11,78 мг/100 г на глубинах 3-20 см. Это объясняется тем, что в поверхностных горизонтах более развиты корневые системы растений и более интенсивно идет поглощение обменного калия из корнеобитаемого слоя.

Аллювиально – дельтовая луговая оглеенная, суглинистая почва характеризуется более мощным корне обитаемым слоем, высоким содержанием общего азота в

поверхностном горизонте. Содержание подвижного фосфора дифференцировано по почвенному профилю, что очевидно связано с чередованием горизонтов различного гранулометрического состава, наибольшее содержание 6,54 мг/100 г на глубине 10-20 см. Наименьшие значения калия приурочены к гумусово-аккумулятивному горизонту и переходным горизонтам от 30 до 50 см.

Изучение бактериального населения в почвах показало большое его разнообразие. Из физиологических групп были обнаружены фототрофы, способные усваивать неорганический углерод; гетеротрофы, усваивающие высокие (сапротрофы) и низкие (олиготрофы) концентрации органических веществ; хемотрофы, разрушающие минеральные компоненты; амило- и сахаролитические, липолитические микроорганизмы. Среди них выделены микроскопические грибы, водоросли, бактерии, в том числе, актиномицеты и цианобактерии.

Анализ полученных данных показал, что численность физиологических групп микроорганизмов в образцах почв №1 преобладает над численностью в образцах №2.

Анализ общей численности физиологических групп показывает, что в обеих почвах преобладают олиготрофы, выделенные на «Голодном» агаре, которые являются автохтонной микрофлорой и развиваются на этой среде исключительно за счет веществ, содержащихся в почве. В почве №1 наряду с олиготрофами («Голодный» агар), преобладают также олиготрофы на среде ПА/10 ( $1,5 \times 10^7$  КОЕ/гр почвы) и олигонитрофильные (азотфиксирующие) микроорганизмы на среде Эшби ( $1,2 \times 10^7$  КОЕ/гр почвы), выполняющие важнейшую роль поставщиков азота в почву.

Примерно в равном количестве (порядок  $10^6$  кл/гр почвы) в двух исследуемых почвенных образцах находятся сапротрофные микроорганизмы, участвующие в разрушении органических веществ в почве, также липолитические бактерии, разлагающие жиры. Численность микроорганизмов образца №2 на среде Чапека и Гаузе находится в наименьшем количестве -  $10^5$  КОЕ/гр почвы.

Микроскопическое исследование полученных колоний показало присутствие различных морфотипов клеток: палочки, кокки, а также склонные к полиморфизму клетки.

Микроскопическое исследование почвенных проб, культивируемых при естественном освещении по методу стекол обрастаний показало присутствие цианобактерий. В почвенных образцах №1 обнаружены цианобактерии родов *Microcystis* и *Phormidium*. В почвенных образцах №2 доминируют нитчатые цианобактерии родов *Oscillatoria*, *Phormidium* в присутствии *Microcystis* и *Scytonema*.

#### Литература

1. Батаева Ю.В. Биоразнообразие цианобактерий в почвах Астраханской области / Ю.В. Батаева, И.С. Держинская, Мвале Камукамба // Юг России: экология, развитие. 2010. - № 4. - с. 76-78.
2. Зенова Г.М. Галофильные и алкалофильные стрептомицеты засоленных почв / Г.М. Зенова, Г.В. Оборотов, Ж. Норовсурэн, А.В. Федотова, Л.В. Яковлева // Почвоведение. 2007. - № 11. - с. 1347-1351.

## ОСОБЕННОСТИ УРБОПЕДОГЕНЕЗА В ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

О.С. Безуглова, С.Н. Горбов

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, [lola314@mail.ru](mailto:lola314@mail.ru)*

## THE FEATURES OF PEDOGENIC PROCESSES IN URBAN SOILS OF THE CHERNOZEM ZONE

O.S. Bezuglova, S.N. Gorbov

*Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology, Rostov-on-Don, Russia*

Ростовская агломерация является одним из крупных центров урбанизации, расположенных в черноземной зоне. Она входит в состав Юго-Восточного района Ростовской области, занимая около 40% его территории. Первый уровень Ростовской агломерации, или так называемый «Большой Ростов», включает в себя собственно Ростов-на-Дону, а также близлежащие города и сельские поселения. К настоящему времени современная площадь ядра агломерации – «Большого Ростова» – составляет более 500 кв. км, растянувшись почти на тридцать километров с запада на восток вдоль р. Дон, она занимает высокий правый берег коренной террасы реки, охватывая водоразделы головной водной артерии и прилегающих балок. Доминирующие на этой территории процессы урбанизации и антропогенной трансформации территории, привели к формированию своеобразного почвенного покрова, основу которого составляют уже не черноземы, а городские почвы, в той или иной степени подвергшиеся изменению под влиянием комплекса факторов.

По определению ряда авторов [1,2] к «почвам города» могут быть отнесены любые почвы его территории: природные или почти природные (с естественным профилем и аналитической диагностикой загрязнения) или биогеохимическими особенностями, явно отличающимися от природных, «полу-городские» урбо-почвы и собственно «городские почвы» – урбостратоземы и их варианты. Принято считать, что они выполняют экологические функции почв, и вследствие этого могут рассматриваться как почвы [3].

В условиях интенсивной эксплуатации территории промышленных и селитебных районов городов в степной зоне наиболее характерный для урботехнопедогенеза процесс – погребение почвенных горизонтов под толщей разнородных образований, представляющих собой смесь почвенного материала с включениями строительного и бытового мусора, слоев, полученных в результате отсыпки песка, глины или тырсы, остатков мостовых прошлых лет. В таком случае мы имеем дело с урбостратоземами, сформированными на черноземах, нередко полностью сохранивших свои генетические слои, но зачастую утратившими, как минимум, часть горизонта А. Основным отличительным элементом таких почвенных образований является наличие одного, а чаще нескольких, горизонтов «урбик». Характерно, что в этом случае наблюдается рост почвы вверх, фактически почвообразование протекает одновременно с аккумуляцией свежего минерального материала, в котором почвообразовательные процессы идут с той или иной интенсивностью, скорость преобразования зависит от характера землепользования и степени антропогенного вмешательства. Таким образом, хотя аккумуляция свежего материала и носит антропогенный характер, урбостратоземы являются типичными представителями отдела стратоземы синлитогенных почв [4].

Экологическая роль этих городских почв определяется их размещением в рельефе, присутствием или отсутствием сорбирующих слоев, например, наличием перемещенных гумусовых горизонтов (что характерно для городских почвенных образований), или глинистого материала с восстановительными свойствами, водопроницаемых песчаных прослоек, а также характером и степенью загрязнения материалов, привносимых в ходе технопедогенеза. В конечном счете, горизонт урбик постепенно принимает на себя основные протекторные функции, ранее выполняемые погребенным под ним черноземом.

В самой же погребенной толще черноземной почвы происходит замирание почвообразующих процессов, которую мы обозначаем как стагнация, так как непромывной тип водного режима, и высокие буферные качества почвенного материала, не способствуют трансформации этой части почвенного профиля. Изучение свойств этих погребенных горизонтов показало, что они сохраняют все свои основные качества: содержание гумуса фиксируется на определенном уровне, более низком, чем в нативном черноземе. Наблюдаются изменения и в его составе, в частности, уменьшается доля гумина, однако тип гумуса остается фульватно-гуматным (Апогр) или гуматно-фульватным (Впогр), и даже активность ферментов характеризуется хотя и низкими значениями, но не нулевыми. Незначительные изменения происходят и в физических свойствах погребенных черноземов.

Своеобразный ход трансформации наблюдается в черноземах лесопарковой зоны городов. Здесь древесная растительность обеспечивает ежегодное поступление листвы преимущественно на поверхность почвы, но при этом, эти территории характеризуются обычно и развитым травянистым покровом, обусловленным высоким природным плодородием и защитой пологом леса от выгорания в летние месяцы. Изменяется и характер водного режима: затенение поверхности почвы кроной деревьев способствует в жаркое время года сохранению влаги, и в целом за год, преобладанию нисходящих токов влаги, над восходящими. Прежде всего это сказывается на распределении карбонатов, которые оказываются вымытыми, как минимум в горизонт В1 или В2, а иногда и ВС и, как следствие, отсутствии такого характерного признака черноземов Предкавказья, как карбонатный мицелий. Иными словами, древесные насаждения в степи являются очагами более интенсивного круговорота веществ, чем степные сообщества, а тем более, агроценозы, обеспечивая интенсификацию почвообразовательного процесса, заключающуюся в более выраженном процессе гумусонакопления, более ярком проявлении выщелачивания почвенного профиля от карбонатов. Поэтому под лесной растительностью формируется своеобразный вид чернозема, который мы называем вторично выщелоченным, так как процесс выщелачивания обусловлен деятельностью человека по формированию искусственных древесных насаждений. А само почвообразование распространяется вглубь почвенного профиля, почва «растет вниз», проявляя тенденцию к увеличению его мощности. Следует отметить, что, несмотря на существенную разницу между черноземами лесопарковых зон и их природными аналогами, эти отличия значительно более слабые, чем наблюдающиеся в почвах парков и лесопарков городов дерново-подзолистой зоны, так как низкий уровень плодородия последних вынуждает соответствующие службы города проводить мелиоративные работы (удобрение, известкование), что нередко полностью меняет облик почвы и ее классификационное положение.

*Исследование выполнено в рамках проекта №5.885.20114/К Министерства образования и науки Российской Федерации.*

#### Литература

1. *Строганова М.Н.* Городские почвы: генезис, классификация, экологическое значение (на примере г. Москвы). Автореф. Дис. доктора биол. наук. М., 1998. 71 с.
2. *Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В.* Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
3. О городских почвах. Закон города Москвы от 4 июня 2007 года № 31. <http://www.garant.ru/hotlaw/moscow/158912/>.
4. *Шишов Л.Л., Тонконово В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОТОКОВ CO<sub>2</sub>  
ПОЧВАМИ БУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКОВ (CALM R1, НАДЫМ, РОССИЯ)

А.А. Бобрик, О.Ю. Гончарова, Г.В. Матышак

*Факультет почвоведения, Московский Государственный Университет  
имени М.В. Ломоносова, г. Москва, ann-bobrik@yandex.ru*SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF CO<sub>2</sub> EFFLUX OF FROZEN  
PEATLAND SOILS (CALM SITE R1, NADYM, RUSSIA).

А.А. Bobrik, O. Yu. Goncharova, G.V. Matyshak

*Soil Science Department, Lomonosov Moscow State University*

Многолетнемерзлые породы и связанные с ними мерзлотные почвы считаются наиболее значимыми наземными пулами углерода на планете. Органическое вещество, законсервированное в многолетнемерзлых породах, играет важную роль в глобальной динамике углерода, так как их деградация при потеплении (изменении) климата может привести к освобождению существенных объемов парниковых газов.

Наблюдение за реакцией активного слоя (сезонно-талый слой – СТС) и многолетнемерзлых пород (ММП) на изменение климата в течение длительного временного периода (несколько десятилетий) является основной целью международной программы циркумполярного мониторинга активного слоя (CALM). Созданная в 1990 г. система мониторинга CALM включает в себя участников из 15 стран мира и состоит из более 200 площадок в обоих полушариях. На территории РФ находятся 64 мониторинговые площадки, 13 из них – в Западной Сибири. Мониторинговая площадка CALM R1 (N65°20', E72°55') представляет собой уникальный объект исследования, так как является самой южной в Западной Сибири (ЯНАО, Надым) и расположена в зоне островного залегания ММП.

Целью работы являлась оценка пространственного и временного варьирования потоков углекислого газа и их взаимосвязи с геокриологическими параметрами на мониторинговой площадке CALM R1. На мониторинговой площадке через каждые 10 м заложены пикеты по сетке 100x100 м (всего 121 точка опробования) для длительных наблюдений. Площадка расположена на плоскобугристом торфянике, представляющем плоские и слабо наклонные крупнокочковатые основные поверхности торфяников, и прилегающем заболоченном участке. Наибольшее распространение на плоскобугристом торфянике имеют торфяно-криозем и торфяно-глеезем (37% и 21% соответственно). К заболоченным участкам приурочена торфяная олиготрофная типичная почва.

За 2-летний период наблюдений установлено, что эмиссия CO<sub>2</sub> площадки CALM характеризуется высокой пространственной и временной вариабельностью. Эмиссия CO<sub>2</sub> варьировала от 10 до 500 мгCO<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup>\*ч) и составила в среднем 160 ±20 (Август, 2013) и 120 ±17 мгCO<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup>\*ч) (Август, 2014) (коэффициент вариации 56,0% и 70,0% соответственно). При этом заболоченные участки характеризуются постоянным средним значением эмиссии CO<sub>2</sub> (151±32 мгCO<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup>\*ч)), следовательно, вклад в вариабельность потоков углекислого газа вносят только почвы торфяника. При анализе взаимосвязи потоков углекислого газа с типом растительности установлено, что наибольшим средним значением эмиссии CO<sub>2</sub> (174±30 мгCO<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup>\*ч)) характеризуется заболоченный участок с осоково-сфагновым покровом, а наименьшим средним значением (105 ±25 мгCO<sub>2</sub>/(м<sup>2</sup>\*ч)) – заболоченный участок со сфагновым покровом.

При регрессионном анализе установлено, что показатель эмиссии CO<sub>2</sub> почвы торфяника мониторинговой площадки CALM (август, 2013) имеет статистически значимую связь только с мощностью СТС ( $r=0,25$ ,  $p\text{-level}<0,05$ ; эмиссия [мгCO<sub>2</sub>\*м<sup>-2</sup>\*час<sup>-1</sup>]=112 [мгCO<sub>2</sub>\*м<sup>-2</sup>\*час<sup>-1</sup>] +0,131[мгCO<sub>2</sub>\*м<sup>-2</sup>\*час<sup>-1</sup>/м]\*мощность СТС[м]). По данным 2014 г. такая зависимость не выявлена. Для почвы заболоченного участка не установлена статистически значимая связь эмиссии CO<sub>2</sub> с мощностью СТС в 2013, 2014 гг.

Наблюдается увеличение мощность сезонноталого слоя с  $136\pm 8$  (Август, 2013) до  $166\pm 8$  см (Август, 2014) на площадке CALM. Не выявлено сильной связи эмиссии углекислого газа с мощностью СТС, что объясняется сложным характером их взаимодействия. Геокриологические параметры косвенно влияют на потоки парниковых газов через формирования гидротермического режима почв, типа растительных сообществ, особенностей микрорельефа.

Недоучет пространственной неоднородности почвенного и растительного покровов, обусловленной различной мощностью сезонно-талого слоя, на территориях распространения островной мерзлоты может привести к существенным искажениям оценок суммарной эмиссии парниковых газов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 15-34-50316 мол\_нр; проект 13-04-01577-а).

УДК 634.0.11(470.44)

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В СОХРАНЕНИИ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ  
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.А. Болдырев

*Биологический факультет СГУ, г. Саратов, [boldyrev52@bk.ru](mailto:boldyrev52@bk.ru)*

ROLE OF FOREST SOIL IN PHYTODIVERSITY CONSERVATION  
OF THE SOUTHERN PART OF THE PRIVOLZHSKAYA UPLAND

V. A. Boldyrev

*Biological faculty of SSU, Saratov*

Территория южной части Приволжской возвышенности в административных границах Саратовской области отличается континентальным засушливым климатом, сложным рельефом, пестротой почвообразующих пород, сочетанием лесного и степного типов почвообразования. Здесь сформировался широкий спектр как правило, маломощных лесных почв, параметры которых во многом определяются особенностями почвообразующих пород и положением в рельефе. По свойствам и направленности почвообразовательного процесса автоморфные лесные почвы района исследования объединяются в четыре группы типов: почвы на песках, почвы на супесчаных и суглинистых бескарбонатных породах, почвы на плотных силикатных породах, почвы на плотных карбонатных породах. В свою очередь, в каждой из названных групп типов выделяются почвенные типы (протопочвы, дерновые и полнопрофильные), находящиеся на разных временных стадиях своего формирования [1]. Как известно, в условиях одного климата свойства растительности определяются в основном свойствами почв и положением в рельефе [4–6 и др.]. Для изученного региона ранее отмечались зависимость структуры и продуктивности естественных лесов от свойств почв и почвообразующих пород и индикационные возможности компонентов растительного покрова в выявлении особенностей почвенно-грунтовых условий [2, 3].

Почвы на песках включают ареносоли и дерновые лесные песчаные, сформированные на моно- или полимиктовых песках, иногда подстилаемых песчаниками. Они крайне слаборазвиты и маломощны, бедны гумусом, сильно промыты и аэрированы. Коренными сообществами на таких почвах являются сосновые боры и дубравы. Положение сообществ в рельефе в малой степени отражается на их видовом составе. Травяной покров относительно беден видами, с преобладанием обитателей песчаных степей. Из типичных лесных видов встречаются лишь *Convallaria majalis*, *Poa nemoralis*, *Epipactis atrorubens*, *Lathyrus sylvestris* и некоторые другие. В фитоценозах плакоров и теневых склонов доминируют виды сухо- и свежелугового типов увлажнения (*Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigeios*, *Poa nemoralis*), а в фитоценозах световых склонов – среднестепного типа – *Bromus squarrosus*, *Galatella angustissima* и некоторые другие со значительной примесью видов пустынно-

степного (*Artemisia marschalliana*, *Polygonum arenarium*) и лугово-степного (*Asparagus officinalis*, *Hieracium echinoides*) увлажнения.

Почвы на супесчаных и суглинистых бескарбонатных породах объединяют регосоли, дерновые лесные, серые лесные и серые ксеролесные почвы. Формирование почв на породах более тяжелого гранулометрического состава предопределило их более высокое плодородие и лучшие водно-физические свойства по сравнению с песчаными. Коренными лесами здесь являются дубравы и липо-дубравы. В составе древостоев, кроме доминантов, в разной степени участвуют липа, береза, клены остролистный и татарский, осина, рябина обыкновенная и др. На плакорах наиболее распространены дубравы и липо-дубравы волосистоосоковые и ландышевые, на теневых склонах – дубравы и липняки ландышевые и снытевые, на световых – дубравы приземистоосоковая, вейниковая и коротконожковая. Травяной покров относительно беден видами, подавляющее большинство которых – мезофитное дубравное широколиственное, лишь на световых склонах (дубравы вейниковая и коротконожковая) значительная доля принадлежит более сухолюбивым видам.

Почвы на плотных силикатных породах (опоки и глинистые алевролиты) включают литосоли силикатные, дерновые лесные и черноземовидные лесные каменистые. Каменистость поверхностных горизонтов дерновых почв может достигать 50–70, а литосолей – 90%. Гранулометрический состав мелкозема колеблется от тяжелосуглинистого до глинистого. Леса этой группы представлены в основном дубравами (на плакорах – дубравы ландышевая, коротконожковая и вейниковая, на световых склонах – дубрава остепненная, на теневых склонах и днищах суходольных балок – дубравы снытевая и подмаренниковая), а также кленовниками, липо-кленовниками, осинниками и березняками. Для фитоценозов плакоров, теневых склонов и днищ суходольных балок характерно абсолютное господство видов влажнолугового (*Convallaria majalis*, *Aegopodium podagraria*, *Viola mirabilis* и др.) с примесью сухо- и свежелугового (*Laser trilobum*, *Lathyrus vernus* и др.) увлажнения. В фитоценозах световых склонов преобладают виды влажностепного и свежелугового увлажнения (*Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *P. nemoralis*, *Polygonatum odoratum* и др.).

Почвы на карбонатных породах (известняках) объединяют литосоли карбонатные и дерново-карбонатные почвы, часто сильно каменистые. Для литосолей характерна маломощная, часто фрагментарная подстилка и укороченный (до 10 см), слегка прокрашенный гумусом гор. А, непосредственно располагающийся на сплошном многометровом меловом фундаменте или отделяющийся от него тонким слоем рыхляка породы. Чаще всего здесь формируются чистые сосновые или дубовые древостои. На плакорах наиболее распространены дубравы и сосняки вейниковые и коротконожковые, на световых склонах – дубравы и сосняки остепненные, коротконожковые и орляковые, на теневых склонах и днищах суходольных балок – дубравы и сосняки коротконожковые. В травяном покрове доминируют, как правило, степные и лугово-степные виды (*Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex supina*) и редко – лесные (*Poa nemoralis*). На световых склонах (боры порезниковый и вейниковый) преобладают виды лугово-степного (*Carex supina*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Phleum phleoides* и др.) или даже пустынно-степного (*Ajuga genevensis*, *Allium globosum*, *Ephedra distachya*) увлажнения.

Таким образом, свойства почв, сформировавшихся на сходных почвообразующих породах, в значительной степени определяют состав флоры и растительности естественных лесов изученной территории. Трансформация лесных экосистем под воздействием человека в условиях глобального изменения климата в известной степени нарушает эту зависимость, однако свойства почвы, как наиболее устойчивого компонента экосистемы, позволяют выявлять бывшие типы леса и планировать лесовосстановительные мероприятия с учетом почвенно-грунтовых условий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по заданию № 2014/203, код проекта: 1287.



## Литература

1. *Болдырев В.А.* Лесные автоморфные почвы южной части Приволжской возвышенности // Почвоведение, 1994, № 5. С. 71–79.
2. *Болдырев В.А.* Структура и продуктивность лесов южной части Приволжской возвышенности // Лесоведение, 2006, №6. С. 27–33.
3. *Болдырев В.А.* Фитоиндикация почв и почвообразующих пород в лесах южной части Приволжской возвышенности // Вестник Тамбовского Университета. Серия: Естественные и технические науки. Т. 19, вып. 5, 2014. С. 1254–1258.
4. *Джержард А. Дж.* Почвы и формы рельефа. Л.: АН СССР, 1984. 208 с.
5. *Иенни Г.* Факторы почвообразования. М.: Мир, 1948. 348 с.
6. *Самойлова Е.М.* Почвообразующие породы. М.: МГУ, 1983. 174 с.

УДК 631.4:910

### ПАРАМЕТРЫ СКОЛЬЗЯЩЕЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

З.У. Гасанова

*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, г.Махачкала, [zgasanova@list.ru](mailto:zgasanova@list.ru)*

MOVING CELL PARAMETERS FOR SOIL COVER SALINIZATION STUDYING

Z.U. Gasanova

*Precaspian Institute of Biological Resources of  
Dagestan Scientific Center RAS*

Наилучшим откликом почв, содержащих легкорастворимые соли, на сезонные, антропогенные и прочие факторы является характер миграции солей. Преобразование картограмм засоления почвенного покрова (ПП) с помощью скользящей ячейки позволяет получить статистические поверхности, предоставляющие дополнительную информацию [6], при этом обладающие свойствами полей [8], определяемых для засоленных почв как области непрерывного распределения солевых признаков, имеющих количественное выражение [2] и визуально представляющих собой статистический рельеф с экстремумами и градиентами значений. Наличие постоянной сети контрольных точек дает возможность мониторинга динамики засоления ПП через пределы колебаний, идентификации переходных по засолению областей, определения характера переходности границ [3]. Дискуссионными на сегодняшний день остаются определение размера ячейки [9] и опорной нулевой точки. Определение площади ячейки, как правило, проводится эмпирически, или исходя из площади наименьшего элементарного почвенного ареала (ЭПА). Последовательное увеличение площади ячейки автоматически генерализует карту с получением фоновых (трендовых) поверхностей различных порядков [1]. Опорная нулевая точка (ОНТ), выбираемая «на глазок», тоже не может быть гарантией достоверности статистического рельефа, т.к. при смещении ОНТ смещаются и все изолинии.

Для расчета площади скользящей ячейки в качестве основы послужила почвенная карта масштаба 1:1000 с картограммами средневзвешенного значения суммы солей в полуметровой толще тестового полигона в центральной части Терско-Кумской низменности. В состав почвенного покрова полигона входят светло-каштановые почвы на речных переувлажненных отложениях мезоповышений со слабым, средним засолением и незасоленными разностями на транзитных склонах; на аллювиально-морских отложениях луговыми засоленными почвами средней и сильной степеней засоления, солонцами-солончаками с преимущественно очень сильным и сильным засолением и солончаками луговыми очень сильной степени засоления.

Форма ячейки была выбрана круглая, т.к. при изменении угла значение ячейки остается неизменным [8]. Сеть контрольных точек сориентирована с юга на север.

Площадь ячейки была определена центральной позицией в разрешающем диапазоне варьирования (ДВ) между площадью наименьшего ЭПА и средней площадью ЭП ареалов участка. Чтобы определить среднюю площадь ЭП ареалов были учтены ЭП ареалы округлой и вытянутой формы и не выходящие за рамки карты с последующей выбраковкой сомнительных значений по критерию  $\tau$  [5]. ДВ составил от 3.79 кв.см, соответствующий площади минимального ЭПА до 13.97 кв.см - средней площади всех ареалов,  $\sigma = 9.39$  кв.см. С учетом  $\sigma$  ДВ сузился до 4.58-13.18 кв.см. Оптимальная площадь ячейки составила 8.88 кв.см. Расстояние между контрольными точками соответствует радиусу кружка – 1.68 см, что обеспечивает при каждом новом наложении центра круговой палетки на контрольную точку результат с перекрытием - скользящий оператор [1]. Средневзвешенное содержание солей рассчитывалось по Е.А. Дмитриеву [4]. На итоговой и исходной картах появились переходные области с набором изолиний различной степени изреженности. Постоянная сеть точек позволила выделить в ПП динамические области путем вычитания разновременных полей засоления с получением остаточной поверхности. Наиболее динамичными в ПП проявили себя солонцы-солончаки, занимающие подчиненное положение по отношению к мезоповышениям и луговые засоленные почвы.

Для определения опорной нулевой точки было использовано понятие узлов в ПП, введенное В.М. Фридландом [7], образуемых тремя и более почвенными телами. Наличие подобных узлов и близких с ними по значению пучков границ определяют области с наименьшим влиянием на основной фактор дифференциации ПП других факторов и характеризуются высокими градиентами последних. На почвенной карте тестового полигона было выявлено четыре таких узла: три узла, сочетающих по три типа почв и один узел, сочетающий три типа почв, из которых один тип имел два вида засоления: солончак луговой, солонец-солончак, оба очень сильно засоленные, светло-каштановые незасоленные и светло-каштановые средnezасоленные почвы. Последний четвертый узел, как наиболее стабильная область в отношении внешних факторов, был выбран для опорной точки.

## Литература

1. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. - М.: Мысль. - 1986. - 240 с.
2. Богачев В.П., Ишанкулов М.Ш. Методы пространственного анализа засоленных почв (на примере ландшафтов конусов выноса и дельт). - Алма-Ата: Изд-во «Наука» Казахской ССР. - 1986. - 168 с.
3. Гасанова З.У. Влияние режимов пастбищного использования на почвенный покров Терско-Кумской низменности. - М.:1996. - Автореф.канд.дис. 23 с.
4. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. - М.:Изд. МГУ. - 1995. - 319 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос. - 1973. - 336 с.
6. Михайлов И.С. Геохимические поля в применении к изучению почвенных закономерностей // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. - М.: «Наука», 1970. - С. 194-199. - 220 с.
7. Фридланд В.М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. - М.: Наука. - 1986. - 243 с.
8. Червяков В.А. Концепция поля в современной картографии.- Новосибирск: Наука. - 1978. - 149 с.
9. Hengl T. Finding the right pixel size // Computers and Geosciences. - 32. - 2006. - 1283-1298 pp.

Вопрос о том, являются ли почвами чисто органогенные образования на болотах, неоднократно обсуждался в научной литературе, и предлагались различные его решения: торфяники – почвы, или самостоятельные природные тела, или полупочвы, или органическая горная порода. В классификации почв 1886 г. среди нормальных почв В.В. Докучаевым был выделен III класс – типичных болотных почв. Вместе с Докучаевым многие выдающиеся отечественные почвоведы считали болотные образования почвами.

Подход к торфяникам как почвам требует пересмотра принципов их изучения. Если торфяник – почва, то его нужно изучать как профильное тело. Раньше вся торфяная залежь отождествлялась с почвой; и это было правильно, но с подачи Герасимова [1], а вслед за ним и Скрынниковой [2] толщу торфяной залежи разделили на торфяную почву (деятельный слой, акротелм) и торфорганическую породу (инертный слой, катотелм). К торфяной почве отнесли верхний (35-50 см, максимум 70 см) слой торфяника, нижняя граница которого совпадает с максимальным опусканием грунтовых вод во время летнего высыхания и нижней границей корнеобитаемого слоя. Почвоведы и микробиологи стали изучать преимущественно деятельный слой и исключили из сферы своего внимания нижние горизонты торфяника. Необходимость включения в понятие “торфяная почва” всей органогенной толщи диктуется почвенно-генетическими особенностями болотного почвообразования [3, 4]. Верхние горизонты торфяника соответствуют современным условиям почвообразования, нижние – предшествующим, т.е. история развития торфяной почвы фиксируется в профиле всей залежи. Во всей толще торфяника идут многообразные процессы окисления и восстановления, распада и синтеза, а процесс торфообразования не ограничивается только деятельным слоем, а в замедленном темпе продолжается и в более глубоких слоях. [5].

На кафедре биологии почв уже более 20 лет проводятся исследования по изучению структурно-функциональной организации микробных сообществ торфяников. Исходя из вышесказанного, анализируются все слои торфяников, как это принято при изучении почвы, как профильного тела.

Данные прямых микроскопических методов свидетельствуют, что торфяники являются природными кладовыми микроорганизмов. Абсолютные величины, характеризующие запасы микробной биомассы в торфяниках, составляют в метровой толще несколько тонн/га, в расчёте на весь профиль – десятки тонн/га. Они сопоставимы или превышают таковые в литоземных почвах.

Бактерии и споры грибов обнаруживали по всему профилю торфяников, вплоть до подстилающей породы, грибной и актиномицетный мицелий – на выборочных глубинах торфяной толщи. Для бактерий была выявлена тенденция равномерного распределения или плавного уменьшения численности вниз по профилю. Плотность грибных спор и дрожжеподобных клеток мало менялась по профилю, но иногда была выше в более глубоких слоях торфяника, чем в верхней толще. Грибной мицелий был приурочен преимущественно к верхним горизонтам торфяника. Распределение по профилю актиномицетного мицелия носило скачкообразный характер, с достаточно резкими колебаниями длины в пределах почвенного профиля.

Сезонная динамика показателей обилия микроорганизмов была выявлена по всему профилю торфяников. В верхних горизонтах показатели обилия могли различаться по сезонам на порядок, в нижних – не более, чем в 2-3 раза. Варьирование показателей обилия в

нижних слоях торфяников свидетельствует о реальном размножении хотя бы части микробного комплекса на глубине.

Изучение процессов азотфиксации и денитрификации показало, что потенциально активны все слои анализируемых торфяников.

Бактерии и микровицеты могут находиться в жизнеспособном состоянии по всему профилю торфяников, о чём свидетельствует их рост на питательных средах, высеваемых с разных глубин, вплоть до подстилающей породы.

Бактерии гидролитического комплекса, потенциально способные к деструкции полимеров, были обнаружены во все сезоны и на всех глубинах исследуемых торфяников.

Приведённые факты можно рассматривать как дополнительный аргумент для включения в объём понятия “торфяная почва” всей толщи торфяной залежи независимо от ее мощности.

#### Литература

1. Герасимов Д.А. О принципах классификации, разведки и картирования торфяных месторождений // Почвоведение. 1937. № 10. С. 643–646.
2. Скрынникова И.Н. К вопросу об истории исследования, принципы классификации и систематики болотных почв СССР // Почвоведение. 1954. № 4. С. 37–50.
3. Бахнов В.К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. 193 с.
4. Бахнов В.К. Почвообразование: взгляд в прошлое и настоящее (биосферные аспекты). Новосибирск: СО РАН, 2002. 114 с.
5. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. Л.: Агропромиздат, 1986. 264 с.

УДК 630.43: 631.46+631.467+631.468

#### РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)

К.В. Гонгальский\*, А.С. Зайцев\*, Д.И. Коробушкин\*, Р.А. Сайфутдинов\*\*\*\*, Т.Е. Язрикова\*\*\*\*, А.И. Бенедиктова\*\*\*, А.Ю. Горбунова\*, И.А. Горшкова\*, К.О. Бутенко\*\*\*\*, Н.В. Костина\*\*\*, Е.В. Лапыгина\*\*\*, Д.М. Кузнецова\*, А.А. Рахлеева\*\*\*, С.В. Шахаб\*

\*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва,  
[gongalsky@gmail.com](mailto:gongalsky@gmail.com),

\*\*Казанский федеральный университет, г. Казань,

\*\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва,

\*\*\*\*Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений им. К.И. Скрябина, г. Москва

#### DIVERSITY OF SOIL BIOTA AND ECOSYSTEM FUNCTIONS IN SOUTHERN TAIGA AFTER FOREST FIRES (ON AN EXAMPLE OF TVER OBLAST, RUSSIA)

К.В. Gongalsky\*, А.С. Zaitsev\*, Д.И. Korobushkin\*, Р.А. Saifutdinov\*\*\*\*, Т.Е. Yazrikova\*\*\*\*, А.И. Бенедиктова\*\*\*, А.Ю. Горбунова\*, И.А. Gorshkova\*, К.О. Butenko\*\*\*\*, Н.В. Костина\*\*\*, Е.В. Лапыгина\*\*\*, Д.М. Кузнецова\*, А.А. Rakhleeva\*\*\*, S.V. Shakhab\*

\*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow,  
[gongalsky@gmail.com](mailto:gongalsky@gmail.com),

\*\*Kazan Federal University, Kazan,

\*\*\*Faculty of Soil Science, MSU, Moscow,

\*\*\*\*K.I. Skryabin All-Russian Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants, Moscow

В ненарушенных и в пройденных пожаром еловых лесах в окрестностях Центрально-Лесного заповедника (Тверская область) проведена оценка связи разнообразия почвенной

биоты и их вклада в выполнение отдельных экосистемных функций. На двух гаях четырехлетнего возраста в августе 2014 г. оценены абиотические параметры почв, показатели состояния микробного сообщества, а также численность, таксономическое разнообразие и соотношение обилия основных групп почвенных беспозвоночных (раковинных амеб, нематод, энхитреид, клещей, коллембол и мезофауны в целом). В почвах сгоревших участков наблюдалась несколько более сильная эмиссия CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, практически одинаковое число бактериальных клеток и недостоверно большая суммарная длина активного мицелия, что в совокупности предполагает некоторую активизацию биогенных процессов мобилизации углерода и азота после пожара. На гари численность большинства групп почвенных животных была относительно, но не всегда достоверно ниже, а изменение таксономического разнообразия было специфичным для каждого исследованного таксона. В целом разнообразие беспозвоночных соответствовало мощности подстилки в каждой индивидуальной пробе. Однако высокое таксономическое разнообразие почвенной фауны не всегда соответствует активному функционированию экосистемы, несмотря на то, что для некоторых таксонов выявлена достаточно тесная коррелятивная связь (например, число видов и численность раковинных амеб – с продуктивностью ягод, а численность почвенной мезофауны – с запасом отмершей древесины). Общее таксономическое разнообразие исследованных таксонов, входящих в детритную пищевую сеть, оказалось самым надежным индикатором запаса углерода на гаях. Работа проведена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 14-14-00894).

УДК 631.465

#### ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ГОРОДСКИХ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

С.Н. Горбов\*, М.А. Анисимова\*\*, О.С. Безуглова\*, Б. Маршнер\*\*,  
Н.А. Гиро\*, К.В. Чурсинова\*

\* Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, [gorbow@mail.ru](mailto:gorbow@mail.ru)

\*\* Рурский университет, Институт географии, отделение почвоведения и экологии почв, г. Бохум, Германия, [marina.anisimova@rub.de](mailto:marina.anisimova@rub.de)

#### ENZYMATIC ACTIVITY OF URBAN SOILS OF ROSTOV AGGLOMERATION

S.N. Gorbov\*, M. A. Anisimova \*\*, O.S. Bezuglova \*, B. Marschner \*\*,  
N.A. Giro \*, K.V. Chursinova\*

\* Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology, Rostov-on-Don, Russia

\*\* University of Ruhr, Institute of Geography, Soil Science/Soil Ecology, Bochum, Germany

Влияние урбанизации на ферменты почв является малоизученной проблемой. В то же время ферментативная активность – это ранний диагностический показатель, позволяющий заметить негативные изменения на начальных стадиях антропогенного воздействия на почвы [2,3]. Как следствие, изучение особенностей действия ферментов в почвах техногенных ландшафтов, и в особенности городских территорий, имеет первостепенное значение.

Основной целью исследования, проводимого в течение двадцати лет на базе Южного федерального университета, является всестороннее изучение специфики почвенного покрова гг. Ростов-на-Дону, Аксай и Батайск, представляющих собой ядро Ростовской агломерации. Нативным типом почв для данных территорий являются черноземы обыкновенные карбонатные (миграционно-сегрегационные согласно КиДПР [1]), характеризующиеся высоким накоплением органического углерода и повышенной активностью микроорганизмов. Однако веками сформированные процессы преобразования и миграции органического вещества почвы, сопряженные с его ферментативной трансформацией, претерпели значительные изменения под влиянием антропогенных факторов [3]. В этой связи особое внимание на настоящем этапе исследования уделяется особенностям

биологической активности естественных и антропогенно-преобразованных почв парково-рекреационной, селитебной и промышленной зон городов, при этом наиболее детально исследуется именно ферментативная активность почв городской среды и ее изменения по почвенному профилю.

Образцы на всю глубину почвенного профиля были отобраны из наиболее распространенных в урболандшафтах юга России типов почв: урбостратоземов на черноземе погребенном (Urbic Technosol Molic WRB [4]); на экранированных разновидностях урбостратоземов (Ekranic Technosol WRB [4]), на реплантоземах (Urbic Technosol WRB [4]); на черноземах под древесными насаждениями (городские парки и защитный барьерный пояс города) и на черноземах залежных территорий (Calcic Chernozem WRB [4]). В ходе исследования изучалась активность внеклеточных ферментов, отвечающих за C-, N-, P- и S-циклы трансформации органического вещества почв [5]. В частности, исследовался набор ферментов из группы ксилозидаз ( $\alpha$ -глюкозидаза,  $\beta$ -глюкозидаза,  $\beta$ -ксилозидаза, N-ацетил- $\beta$ -глюкозаминидаза (хитиназа), экзоцеллюлаза), анализ активности которых позволяет осуществить своеобразный подход к оценке интенсивности цикла углерода по скорости разложения растительных остатков. Изучалась активность аминопептидаз, которые при определенных условиях отщепляют от пептидов концевые аргинин или тирозин, а также кислая фосфатаза и сульфатаза. Кроме того, определяли активность ферментов, участвующих в трансформации гумуса почвы, такие как полифенолоксидаза (PO), пероксидаза (PE) и каталаза. Результаты исследований показали, что в большинстве антропогенно-преобразованных почв (урбостратоземах как экранированных, так и незапечатанных) в условиях города наблюдается низкая активность альфа-глюкозидазы, очень низкая активность бета-глюкозидазы и хитиназы, аналогично проявляют себя каталаза и полифенолоксидаза. При этом результаты не показали четкой корреляции между PO+PE и органическим веществом почвы. Нижние горизонты ряда профилей, имеющих низкое содержание гумуса, характеризовались значительно более высокими значениями PO+PE. При этом существенное влияние на ферментативную активность оказала длительность запечатывания: чем дольше этот период, тем сильнее ингибировалась активность исследуемых ферментов. Кратность снижения ферментативной активности при запечатывании почв по сравнению с незапечатанным городским аналогом составляет: по каталазе – 1,4, по полифенолоксидазе – 1,9. В тоже время в реплантоземе отмечаются достаточно высокие значения PO вплоть до глубины 110 см, где располагается погребенный гумусо-аккумулятивный горизонт. Черноземы залежных участков городской среды продемонстрировали более ровное распределение ферментативной активности в профиле. Наряду с этим для почв парков и лесопарков характерен высокий уровень ферментативной активности углеродного цикла на фоне высоких значений каталазы, наблюдаемых в горизонтах А и В большинства исследованных профилей.

В заключении необходимо отметить, что ферментативная активность и изменение этого показателя по профилю черноземных почв урбаногенных ландшафтов, в разной степени затронутых антропогенным воздействием, отличаются от тех, которые наблюдаются во внегородских аналогах, и представляют собой важный информационный пул, отражающий специфику процессов преобразования органического вещества почв урбанизированных территорий.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП "Высокие технологии" Южного федерального университета.

#### Литература

1. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

2. Anissimova, M.; Heinze, S.; Chen, Y.; Tarchitzky, J.; Marschner, B. Priming effects and enzymatic activity in Israeli soils under treated wastewater and freshwater irrigation EGU General Assembly 2014, held 27 April - 2 May, 2014 in Vienna, Austria, id.3869 [http://adsabs.harvard.edu/abs/2014EGUGA..16.3869A].
3. Gorbov Sergey N., Olga S. Bezuglova, Tatyana V. Varduni, Suleiman S. Tagiverdiev, Kristina V. Chursinova. Soil enzyme activity of urban territories of Rostov agglomeration // Life Science Journal 2014; 12 (12s). 605-609.
4. IUSS Working Group WRB. World References Base for Soil Resources 2006. First update 2007, World Soil Resources Reports, 103, FAO, Rome. 2007.
5. Sinsabaugh, R. L., Gallo, M. E., Lauber, C., Waldrop, M. P., Zak, D.R., 2005. Extracellular enzyme activities and soil organic matter dynamics for northern hardwood forests receiving simulated nitrogen deposition. Biogeochemistry 75, 201–215.

УДК 631.4

РОЛЬ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ  
УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ

М.И. Дергачева\*, О.А. Некрасова\*\*

\*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г.Новосибирск, [mid555@yandex.com](mailto:mid555@yandex.com)

\*\*Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, [o\\_nekr@mail.ru](mailto:o_nekr@mail.ru)

ROLE OF HUMIC SUBSTANCES IN REALIZATION OF MECHANISMS OF  
ECOSYSTEM STABILITY

M.I. Dergacheva\*, O.A. Nekrasova\*\*

\*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, [mid555@yandex.com](mailto:mid555@yandex.com)

\*\*Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, [o\\_nekr@mail.ru](mailto:o_nekr@mail.ru)

Система гумусовых веществ (СГВ) выполняет ряд функций, обеспечивающих устойчивость функционирования почв, экосистем и в конечном итоге биосферы в целом. Возможный круг функций гумуса обсуждался неоднократно, и хотя разные авторы выделяют разный набор функций, в целом все считают, что основная его роль состоит в обеспечении существования жизни на Земле. При этом основной биосферной функцией гумуса, как и почвы в целом, является регуляторная, заключающаяся в создании условий менее зависимого от внешней среды и более устойчивого функционирования экосистем. Эта регуляторная функция может рассматриваться как комплекс функций более низкого порядка (аккумулятивной, иммобилизационной, физиологической и т.п.), которые в своей совокупности участвуют в обеспечении устойчивости экосистем [4].

В основе механизма, связанного с функционированием СГВ, лежит способность этих природных соединений к аккумуляции, депонированию, миграции, обмену и другим процессам более частного порядка. Все они в совокупности обеспечивают относительно длительное сохранение части углерода, запасов минеральных элементов, связывание и вывод за пределы корнеобитаемого слоя токсичных для растений соединений, перераспределение энергии – процессов и явлений, которые в своей совокупности представляют один из механизмов регуляции устойчивости экосистем.

Уже на самых первых этапах появления растительных организмов и приспособления их к изменчивым условиям обитания гумификация имела место, и гумусовые вещества могли выступать в роли физиологического стимулятора и ингибитора продуктов метаболизма компонентов живых сообществ и вредных для жизнедеятельности минеральных веществ. Но основная регуляторная роль в то время принадлежала самим растениям за счет периодического отчуждения органических остатков в виде детрита и возврата углерода в процессе его утилизации, который был, как правило, растянут во времени.

Позднее роль гуминовых кислот как аккумулятора и депонента биогенных элементов постепенно возрастала. Функциональная роль отдельных компонентов гумуса дифференцировалась: фульвокислоты осуществляли перевод недоступных для растений элементов минеральной части в доступные, а также способствовали выносу неустойчивых растениями и токсичных для них элементов за пределы зоны питания растений; гуминовые кислоты выполняли роль аккумулятора и депонента необходимых биогенных веществ в корнеобитаемом слое. А также ингибитора некоторых токсичных для живых организмов элементов. Гумины – формы гумусовых веществ, наиболее прочно, но обратимо связанных с минеральной частью – играли роль регулятора устойчивости самой системы гумусовых веществ.

В степных экосистемах в условиях ежегодного полного вовлечения в круговорот растительной массы гумусовые вещества стали ведущим регулятором их устойчивости. Мертвая масса растений в процессе разложения могла полностью удовлетворить потребность растущего растения в элементах, но не могла играть роль запасника биогенных элементов. Избыток биогенных элементов аккумулировался гуминовыми кислотами и закреплялся в корнеобитаемом слое. В случае неблагоприятных условий этот запас элементов мог быть вовлечен в круговорот. В условиях степи роль фульвокислот в регуляции устойчивости растительных сообществ существенно уменьшилась, тогда как аккумулирующие функции гуминовых кислот стали одним из главных её механизмов.

Таким образом, роль гумусовых веществ как регулятора устойчивости экосистем постепенно усложнялась во времени. Она усилилась и стала более разнообразной в период выхода растений на сушу и необходимости добывать себе пищу из горных пород. Ведущее место регуляторная функция гумуса заняла в условиях степи. При усилении антропогенных, особенно техногенных, нагрузок возросла роль гумусовых веществ как ингибитора и ингибитора вредных для функционирования живых организмов веществ, а также как средства удаления их за пределы корнеобитаемого слоя. В современных условиях гумусовые вещества, участвуя в обеспечении непрерывной жизнедеятельности организмов, осуществляют широкий ряд функций, в конечном итоге направленных на регуляцию и поддержание устойчивости экосистем: аккумулятивную, физиологическую (стимулирующую), мобилизующую, депонирующую, иммобилизующую, ингибирующую, детоксицирующую.

До сих пор нет четких характеристик и количественных критериев описания большинства функций, осуществляющих в своей совокупности регуляцию устойчивого функционирования экосистем.

Даже, казалось бы, наиболее привычные, часто упоминаемые в литературе функции аккумуляции и депонирования минеральных элементов гумусовыми веществами почв не имеют четкого обобщенного описания. Предложенный нами подход к расчету доли аккумулированных и депонированных элементов гумусовыми веществами [1–3] позволил описать закономерности связи этих процессов с условиями функционирования системы гумусовых веществ.

Роль отдельных компонентов системы гумусовых веществ в поддержании устойчивости экосистем неодинакова. Наименее всего изучена и слабее всего описана роль гуминов как совокупности гумусовых веществ, практически не выделяемых системой растворителей в общепринятых условиях. Однако этот компонент системы гумусовых веществ является одним из регуляторов устойчивого функционирования самой системы гумусовых веществ. Об этом свидетельствуют экспериментальные данные, а также поведение гуминов в годичном цикле функционирования экосистем и при антропогенном на них воздействии.

## Литература



1. Дергачева М.И., Некрасова О.А. Содержание урана и тория в гуминовых кислотах погребенных под курганами палеопочв и культурных горизонтов археологического памятника Степное-7 (Южный Урал // Вестник Оренбургского государственного университета, №10 (158), 2013.– С.244-248
2. Некрасова О.А. Дергачева М.И. Содержание микроэлементов в черноземах обыкновенных и их гуминовых кислотах (на примере Южного Урала) // Вестник ТГУ Биология. 2011. №4.– С.5–17
3. Некрасова О.А. Дергачева М.И. Редкоземельные элементы в гуминовых кислотах и почвах археологического памятника Степное (Южный Урал) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013.– №4(24).– С. 36–46.
4. Dergacheva M.I. Ecological Functions of Soil Humus // Eurasian Soil Science. – 2001. – Vol. 34. – Suppl. 1– P. S100–S105.

УДК 631.46

### РОЛЬ ЭПИФИТНЫХ И ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ В АГРОЦЕНОЗАХ

Т.Г. Добровольская, Е.А. Леонтьевская, К.А. Хуснетдинова, П.Н. Балабко  
Факультет почвоведения МГУ, г.Москва, [dobrtata@mail.ru](mailto:dobrtata@mail.ru)

### THE IMPORTANCE OF EPYRHITIC AND SOIL BACTERIAL COMMUNITIES IN PLANT PROTECTION FROM DISEASES IN AGROCENOSSES

T.G. Dobrovolskaya, E.A. Leontyevskaya, K.A. Khusnetdinova, P.N. Balabko  
Soil science faculty of MSU

Экологическая устойчивость агроценозов невелика. Они не способны к саморегуляции и подвержены угрозе гибели при массовом размножении вредителей или возбудителей болезней. Повышение жизнестойкости и выносливости растений в агроценозах за счёт использования естественных помощников - почвенных и эпифитных микроорганизмов - одно из перспективных направлений управления продуктивностью сельскохозяйственных культур [2]. Изучены многие полезные свойства бактерий, обитающих в ризосфере и филлосфере сельскохозяйственных растений и защищающих их от болезней, вредных химикатов и стимулирующих рост растений [2,3]. В спектр бактерий, которые наиболее часто выделяются из ризосферы сельскохозяйственных культур в качестве антагонистов фитопатогенных микроорганизмов, называют следующие таксоны: *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Serratia*, *Actinomycetes* [3].

Целью настоящей работы было изучить антагонистические свойства эпифитных бактерий в филлосфере и ризосфере пшеницы, ячменя, овса, вики и почв под этими посевами. Исследования проводились в Солнечногорском районе Московской области, на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ им. М.В.Ломоносова «Чашниково». В результате выделения бактерий из филлосферы, ризосферы и почвы под зерновыми культурами 30% проверенных на антагонизм бактерий обладали антибиотической активностью по отношению ко всем взятым в опыт 3 видам фитопатогенных бактерий. Среди антагонистов обнаружены представители как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Зоны угнетения роста колебались от 1 до 7 мм. При этом максимальные зоны ингибирования были зафиксированы вокруг блоков культур, представленных разными видами *Pseudomonas*. Из 24 культур бактерий, выделенных из агроценозов под посевами вико-овсяной смеси, были выявлены антагонисты к 3 видам фитопатогенных бактерий среди миксобактерий, бацилл и артробактера. Так, все взятые в опыт штаммы миксобактерий (порядок Мухососcales) подавляли рост фитопатогенной бактерии *Pseudomonas syringae*. Представители рода *Bacillus* ингибировали развитие двух видов фитопатогенов – *Clavibacter michiganensis* и *Rotayebacter tritici*.

Культуры рода *Arthrobacter* проявили антагонизм по отношению к одному виду фитопатогенной бактерии - *Clavibacter michiganensis*. Следует отметить, что антагонистические свойства проявили представители тех бактерий, которые были обнаружены в доминантах на определенных стадиях развития исследуемых растений – миксобактерии, артробактер и псевдомонады. Таким образом, в исследованных агроценозах формируются бактериальные сообщества, среди которых обнаружены бактерии, способные защитить растения от болезней, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами.

#### Литература

1. Моргун В.В., Коць С.Я., Кириченко Е.В. Рост стимулирующие ризобактерии и их практическое применение // Физиология и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41. № 3. С. 187-207.
2. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты //Сельскохозяйственная биология 2011, № 3, С. 3-9.
3. Dey R., Pal K.K., Tilak K.V.B.R. Influence of soil and plant types on diversity of rhizobacteria // Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol.Sci. 2012. V. 82. 3. P. 341-352.

УДК 504.53.064.2:574.21

#### БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АВИАЦИОННЫМ КЕРОСИНОМ

М.Ф. Дорохова , П.П. Кречетов , А.В. Шарапова , Т.В. Королева  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, [dorochova@mail.ru](mailto:dorochova@mail.ru)*

#### BIOINDICATION OF FOREST SOILS, POLLUTED BY JET FUEL

M.F. Dorokhova , P.P. Krechetov , A.V. Sharapova , T.V. Koroleva  
*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

Биоиндикация успешно применяется для оценки направленности и интенсивности антропогенных изменений почв, в том числе их загрязнения углеводородами. Несмотря на то, что фототрофные почвенные микроорганизмы – цианобактерии и водоросли - успешно используются для биоиндикации углеводородного загрязнения, в настоящее время воздействие на них авиационного керосина совершенно не изучено. Авторским коллективом разработана методика полевого экспериментального моделирования процессов миграции-аккумуляции авиационного керосина в почвах и трансформации почвенной микробиоты, позволяющая получить информацию о глубине повреждающего действия поллютанта на альго-цианобактериальные сообщества в зависимости от первичного уровня техногенной нагрузки.

Исследование влияния проливов углеводородного горючего на состояние лесных экосистем было проведено на двух ключевых участках – в березово-пихтово-сосновом лесу на бурых лесных слабоподзоленных почвах и в дубраве на примитивных перегнойных почвах. В пределах каждого ключевого участка в четырехкратной повторности было заложено 10 вариантов эксперимента, различавшихся задаваемым содержанием авиационного керосина в слое 0-10 см почвы (1, 5, 25, 50 и 500 г/кг), а при равной нагрузке - наличием-отсутствием травяного покрова.

Для оценки состояния альго-цианобактериальных сообществ использованы следующие параметры: общее видовое разнообразие, соотношение цианобактерий и разных отделов водорослей, состав доминирующих видов, относительное обилие отдельных видов и групп водорослей. Для изучения видового состава водоросли и цианобактерии выращивали в жидкой питательной среде Болда [1]. Обилие клеток водорослей и цианобактерий в препарате определялось при микроскопировании пробы по 6-балльной шкале [6]. Оценка

степени сходства видового состава альго-цианобактериальных сообществ в разных вариантах эксперимента осуществлялась с помощью коэффициента Жаккара, широко используемого в геоботанических и альгологических исследованиях [7]. Степень воздействия поллютанта оценивалась по характеру изменений альго-цианобактериальных сообществ в градиенте концентраций загрязнителя [3-5]. Этот подход позволяет сравнивать реакцию микробиоты на загрязнение в генетически разных почвах с исходно разным видовым составом.

Альго-цианобактериальные сообщества в изученных незагрязненных лесных почвах характеризуются невысоким видовым разнообразием (по 24 вида), преобладанием зеленых водорослей (составляющих более 60% от общего числа видов) и малой ролью цианобактерий, многокомпонентным составом доминирующих видов, что соответствует имеющимся в литературе данным [2]. При этом в разных почвах и под разными типами леса видовой состав почвенных водорослей и цианобактерий имеет свои особенности. В альго-цианобактериальных сообществах бурых лесных слабоподзоленных почв по сравнению с таковыми примитивных перегнойных почв выше доля цианобактерий (соответственно 20,8 и 12,5% от общего числа видов), но существенно ниже разнообразие желтозеленых водорослей (соответственно 12,5 и 25,0%). Доминируют во всех почвах мелкие зеленые и желтозеленые водоросли, к которым в примитивных перегнойных почвах присоединяется цианобактерия *Nostoc paludosum*.

Невысокие концентрации авиационного керосина (1 и 5 г/кг) в обеих почвах являются зоной стресса для микробиоты: альго-цианобактериальные сообщества сохраняют свойственный незагрязненным почвам уровень видового разнообразия и структуру, но изменяется степень доминирования видов. В составе доминирующих видов в бурых лесных слабоподзоленных почвах появляются цианобактерии.

Высокие концентрации авиационного керосина (25, 50, а в бурых лесных слабоподзоленных почвах также 500 г/кг) являются зоной резистентности для почвенной микробиоты: они вызывают резкое обеднение видового состава альго-цианобактериальных сообществ изученных почв, при этом доминируют 1-2 резистентных вида (в основном, зеленых водорослей). Видовой состав альго-цианобактериальных сообществ в зоне резистентности сильно отличается от видового состава в незагрязненных почвах, о чем свидетельствуют низкие коэффициенты сходства видового состава ( $K_j = 0,36-0,21$ ).

В примитивных перегнойных почвах наибольшая в эксперименте первичная нагрузка (500 г/кг) сильно подавляет развитие почвенных организмов, за исключением нескольких видов мелкоклеточных зеленых водорослей, что характеризует зону репрессии. Состав водорослей сильно отличается от всех вариантов эксперимента, о чем свидетельствуют очень низкие коэффициенты сходства видового состава ( $K_j = 0,27-0,14$ ).

По совокупности показателей альго-цианобактериальных сообществ в испытанном интервале первичных нагрузок изученные почвы образуют следующий ряд по возрастанию чувствительности к действию авиационного керосина: бурые лесные слабоподзоленные < примитивные перегнойные почвы.

#### Литература

1. *Bischoff H.W., Bold H.C.* Phycological Studies. 4. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species // Univ. Texas Publ. 1963. №6318. P. 1-95.
2. *Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. – 149 с.
3. *Гузев В.С., Левин С.В., Селецкий Г.И., Бабьева Е.Н. и др.* Роль почвенной микробиоты в рекультивации нефтезагрязненных почв // Микроорганизмы и охрана почв. М. : Изд-во МГУ, 1989. С. 129-150.
4. *Гузев В.С., Левин С.В.* Перспективы эколого-микробиологической экспертизы состояния почв при антропогенных воздействиях // Почвоведение, 1991. №9. С. 50-62

5. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В. Изменения в комплексе почвенных микроорганизмов при антропогенных воздействиях // Успехи почвоведения: Советские почвоведы к XIII международному конгрессу почвоведов. Гамбург, 1986. М., 1986. С. 64-68.
6. Костиков И.Ю. Почвенные водоросли Лазовского заповедника (Дальний Восток) // Альгология, 1993. Т.3, №1. С. 62-66.
7. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 176 с.

УДК: 631.48

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ  
ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ В КРЫМУ

Е.И. Ергина

*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь,  
ergina65@mail*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO MODELING OF SOIL EVOLUTION IN  
CRIMEA

E.I. Ergina

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol,*

В науке продолжается процесс поиска новых подходов и обобщений. Еще недавно разрозненные дисциплины стремились найти точки соприкосновения и объединиться. Мечта о создании совместной науки, как единого механизма познания мира воплощается в изменении парадигмы от генетической к новой - эволюционно-синергетической. Результаты исследований в 70-80 гг. XX века исследования, которые были объединены под названием "почвенно-археологические", стали носить систематический характер, что позволило говорить о формировании в девяностые годы на стыке почвоведения и археологии нового научного направления – археологического почвоведения [2; 3]. Изучение почв археологических памятников занимает важное место, как в современном почвоведении, так и в междисциплинарных исследованиях, позволяя решать вопросы, связанные с историей человеческого общества и его взаимодействия с природой [1; 4]. Безусловно, практическое значение имеет выяснение скорости почвообразования для обоснования допустимых потерь почвы, определения стратегии землепользования на склоновых, эродированных участках, рекультивации. Исследования скоростей почвообразования показали, что почвы являются естественными объектами, которые достаточно медленно развиваются. Точные данные о темпах почвообразования могут быть получены путем изучения почв на датированных поверхностях. Указанный способ называют методом почвенных хронорядов [1; 2], который опирается на использование эргодической теоремы. В настоящее время преобладают исследования почв хронорядов на горных моренах и на песках разновозрастных береговых линий морей и озер в России, морских побережий и пляжей в Норвегии, Мексике, Австралии, Израиля. На лессах и покровных суглинках изучались в основном погребенные почвы. Голоценовые хроноряды дневных почв на суглинках подробно исследованы лишь в отдельных регионах России и Украины: – на Восточно-Европейской равнине, Предкавказье; на территории Крымского полуострова и иных [2; 4; 5; 6], эти почвы имеют большое распространение и представляют значительный интерес, так как их саморазвитие и эволюция сложнее, нежели почв, сформированных на плотных породах.

Уникальный природный и археологический материал Крымского полуострова, который обусловлен историей его заселения, предоставляет широкие возможности для изучения процессов почвообразования. Проведенные нами почвенно-хронологические исследования в основе которых лежит использование метода дневных хронорядов почв включали, прежде всего, выбор памятников (поселений, оборонительных валов, курганов), надежно датированных археологическими методами в диапазоне дат от XIV в. до н.э. к IX в.

н.э., а также задернованных поверхностей, относящихся к XV-XX вв. (жилые и хозяйственные постройки, окопы военного времени, техногенные отвалы горных пород и др.). Всего было изучено около 90 объектов, преимущественно археологических памятников. Датировка объектов и антропогенно-преобразованных субстратов проводили с использованием исторических и археологических методов. Полученная нами информация позволила рассмотреть временные закономерности формирования почв в интервалах: десятков, сотен и тысяч лет [6].

Современные подходы к изучению развития почв во времени широко используются для изучения прикладных аспектов эволюции и саморазвития почв, в том числе вопросы функционирования отдельных свойств, имеющих большие значения характерных времен почв, закономерностей процесса гумусонакопления, расчетов скоростей формирования гумусового горизонта, которые широко используются для расчета допустимых потерь почвы от эрозии. Основные методы исследований в таких работах – методы математического моделирования.

Данные почвенно-хронологических исследований на территории, которая изучается, позволяют перейти к процессам математического моделирования. Формирование гумусового горизонта происходит в соответствии с моделью [5]:

$$H = H_g \cdot \exp(-\exp(a + \lambda \cdot T)), \quad (1)$$

где  $H$  – мощность гумусового горизонта почв, мм;  $H_g$  – предельная мощность гумусового горизонта, мм;  $a$  – константа, которая характеризует начальные условия почвообразования;  $\lambda$  – коэффициент, который характеризует биоклиматические особенности почвообразования;  $T$  – время почвообразования, годы.

Аппроксимация данных суммарной выборки почв, которые формируются на рыхлых почвообразующих породах функцией вида (1), дает высокие статистические характеристики тесноты связи ( $R=0,96$ ) зависимости формирования мощности гумусового горизонта от времени:

$$H = 341 \cdot \exp(-\exp(0,7 - 0,003T)), \quad (2)$$

Анализ суммарной выборки мощности почв, которые сформировались на плотных почвообразующих породах карбонатного и некарбонатного происхождения на протяжении 2500 лет, показал значительную направленность педосистемы к реализации потенциала территории, которая выражена в большем значении предельной мощности гумусового горизонта при значительных колебаниях коэффициента  $a$  и немного меньшими значениями характеристик статистической связи модели ( $R = 0,90$ ):

$$H = 517,5 \cdot \exp(-\exp(0,9 - 0,001 \cdot T)) \quad (3)$$

С использованием этого метода нами определены основные закономерности и проведено моделирование динамики свойств разновременных почв (гумусового состояния, изменения физико-химических и химических свойств, а также термодинамические особенности почв и почвообразующих пород).

#### Литература

1. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене / Александровский А.Л. – М.: Наука, 1983. – 148 с.
2. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития / А.Н. Геннадиев. – М.: МГУ, 1990. – 232 с.
3. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение / М.И. Дергачева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 228 с.
4. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене / Иванов И.В. – М.: Наука, 1992. – 230 с.

5. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов / Лисецкий Ф.Н. – Белгород: Изд-во Белгород. гос ун-та, 2000. – 304 с.
6. Лисецкий Ф.Н. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене / Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. // Почвоведение, – 2010. – № 6. – С. 643–657.

УДК 581.5

ТРОСТНИК И ЕГО АССОЦИАЦИИ В ИНДИКАЦИИ  
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НИЗОВЬЕВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

И.В. Жужнева\*, В.Г. Малов\*

\*Астраханский государственный заповедник, г. Астрахань, [i.zhuzhneva@gmail.com](mailto:i.zhuzhneva@gmail.com)

CANE AND ITS PLANT ASSOCIATIONS IN INDICATION OF  
SOIL-ECOLOGICAL CONDITIONS OF FORMING NATURAL SYSTEMS  
IN THE LOWER REACHES OF THE VOLGA DELTA

I.V. Zhuzhneva\*, V.G. Malov\*

\*Astrakhan State Reserve

Основной фон естественной растительности низовьев дельты Волги составляют ассоциации тростника южного. Важнейшим условием, определяющим его широкое распространение, является достаточная для существования этого вида влагообеспеченность. Однако сложное литолого-морфологическое строение суши оказывает существенное влияние на её увлажнение и водный режим, что отражается на состоянии растительности и создаёт большое морфологическое разнообразие почв.

Ещё в первой половине XX века в низовьях дельты отмечали неоднородность формирующихся в различных экологических условиях тростниковых фитоценозов как по состоянию вида-доминанта, так и по составу сопутствующей флоры [1]. Их значительное распространение в регионе и тесная взаимосвязь с динамично изменяющимися абиотическими компонентами и почвами ландшафта делают актуальным изучение тростника и его ассоциаций для целей индикации почвенно-экологических условий формирования территории.

В сентябре 2014 г. нами были проведены исследования видового состава разнотравья и некоторых характеристик тростника в разнотравно-тростниковых фитоценозах, возобновлённых спустя полгода после пожара, в связи с почвенно-экологическими особенностями относительно старых (около 140 лет) островов нижней зоны дельты. Для каждого из различных по рельефу участков трансекты, заложенной на одном из таких островов в границах Обжоровского стационара Астраханского заповедника, был рассчитан условный индекс ( $I_v$ ), отражающий примерный объём стеблей тростника на единицу площади суши, с целью удобства сопоставления их средних количественных показателей: густоты стояния ( $\rho$ ), высоты ( $h$ ) и диаметра ( $d$ ). Три из обследуемых ключевых участков имели близкие (56 - 60 см) высотные отметки относительно меженного уровня воды (МУВ) в русле омывающего остров протока Овчинникова. И только один участок, в пределах узкой гривы вблизи внутриостровного пересыхающего ерика Никаноркин, превышал МУВ на 95 см.

Результаты исследования показали, что наилучшее (пышное) жизненное состояние тростника наблюдалось в повойно-тростниковой ассоциации, покрывающей участок межгривного понижения с аллювиальными лугово-болотными тяжелосуглинистыми почвами, расположенного вдоль русла хорошо проточного водотока. При средней густоте стеблей тростника ( $\rho = 19$  шт./м<sup>2</sup>) их морфометрические показатели ( $h = 4,8$  м;  $d = 12$  мм) и расчётный индекс объёма были высокими ( $I_v = 10,3$  дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>). В составе разнотравья, кроме повая заборного, спорадически встречается осот полевой, шлемник обыкновенный, подмаренник болотный. Общее проективное покрытие травостоя 45-50%. Почвы не

засолены. Их гумусовый горизонт мощностью 15 см сменяется слоистой толщей с чередованием слабогумусированных легкосуглинистых слоёв и супесчаного почвообразующего аллювия.

Менее развитым оказался тростник, произрастающий в межгривном понижении прирусловой части отмирающего ерика. Здесь он также является доминантом в сообществе с разнотравными видами, среди которых, помимо повоя, осота и подмаренника, появляются василистник жёлтый, горец малый, реже чистец болотный. Жизненное состояние тростника хорошее. При средней густоте стеблей ( $\rho = 18$  шт./м<sup>2</sup>) их морфометрические показатели ( $h = 3,8$  м;  $d = 10$  мм) и расчётный индекс объёма ( $I_v = 5,4$  дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>) были повышенными. Общее проективное покрытие травостоя около 35%. Почвы этого ключевого участка аналогичны описанным выше, но имеют более мощный гумусовый горизонт (19 см), ниже которого идёт переслаивание тяжелосуглинистых переходных горизонтов и среднесуглинистого с фрагментами лёгкого суглинка почвообразующего аллювия. В слое 19-34 см видны редкие карбонатные пятна, маркирующие положение капиллярной каймы в многолетнем режиме «промачивания – иссушения» профиля. Глубже залегают слои песка и лёгкого суглинка.

На данном ключевом участке, по сравнению с предыдущим, условный индекс объёма стеблей тростника почти в 2 раза меньше из-за снижения их средних морфометрических показателей. Это связано, в основном, с ухудшением влагообеспеченности растений вследствие неежегодного затопления полыми водами межгривного понижения вблизи очень слабо проточного в половодье и часто пересыхающего ерика, а также отсутствия здесь гидравлической связи с руслом в течение послеполоводного периода вегетации тростника.

На гривке, смежной с микропонижением и превышающей его на 40 см, тростник имеет среднее жизненное состояние, которому соответствуют также средние величины индекса объёма ( $I_v = 3,6$  дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>) и морфометрических показателей стеблей ( $h = 3,3$  м;  $d = 7$  мм) при их повышенной густоте ( $\rho = 29$  шт./м<sup>2</sup>). Общее проективное покрытие травостоя 30%. Среди разнотравья встречаются только повой заборный и осот полевой. Здесь выделены аллювиальные лугово-болотные зоотурбированные среднесуглинистые почвы. Верхние средне- и тяжелосуглинистые гумусированные горизонты сухие. Их полевая влажность на момент обследования была в пределах 8-14%. В подгумусовой песчаной со среднесуглинистыми фрагментами перерытой толще, на глубине 15-38 см, полевая влажность составляла всего 2 %. Корни тростника тут располагаются неравномерно, реагируя на перепады влажности в различных по гранулометрическому составу фрагментах почвенно-грунтовой толщи. На глубине 38-45 см, в слое легкосуглинистого аллювия, были обнаружены пятна карбонатов.

К бессточному участку центральной равнины острова с нанопонижениями неправильной формы приурочены аллювиальные лугово-болотные солончаковые средне- и сильнозасолённые тяжелосуглинистые почвы. В их профиле на глубине 15-26 см выделяются новообразования карбонатов, а в слое 5-27 см отчётливо видны точки и гнёзда водорастворимых солей. Распределение солей указывает на развитие процессов засоления почв, что связано, помимо рельефа, с наличием на глубине 1 м местного водоупора - хвалыньских суглинков.

Разнотравно-тростниковые сообщества при этом отличаются плохим жизненным состоянием тростника. Индекс объёма его стеблей здесь наименьший ( $I_v = 2,8$  дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>). Угнетение тростника фиксируется как по низким морфометрическим показателям его стеблей ( $h = 2,4$  м;  $d = 7$  мм) при их повышенной густоте ( $\rho = 31$  шт./м<sup>2</sup>), так и по отсутствию метёлок, свидетельствующему о задержке развития. Видовой состав разнотравья беден и представлен, кроме осота полевого, также марью красной. Осот полевой выдерживает некоторое засоление почв, исчезая из травостоя только на очень сильно засоленных участках. Марь красная в низовьях дельты является хорошим индикатором поверхностно засоленных почв, замещая менее устойчивый к засолению повой заборный – обычный спутник тростника в наземных фитоценозах. При этом на обследуемом участке средняя высота мари составляла всего 7 см.

В целом, несмотря на выровненность рельефа старых островов и однотипность почв в низовьях дельты Волги, состав флоры, жизненное состояние и морфометрические параметры тростника в разнотравно-тростниковых ассоциациях значительно варьируют, отражая как современную доступность территории для полых вод, так и литологическое строение почвенного профиля, определяющее характер его увлажнения и засоления. Всё это позволяет использовать тростник и его ассоциации для индикации почвенно-экологических условий формирования суши и, по мере накопления дешифровочных признаков, для создания специальных почвенных карт (засоления, увлажнения и т.д.) с применением космических снимков.

### Литература

1. *Доброхотова К.В., Михайлова Л.Н.* Материалы к изучению фитоценозов приморской части дельты Волги в пределах Астраханского заповедника // Тр. Астрахан. гос. заповед. – М., 1938. – Вып. 2. – с. 213-288.

УДК622.31:631.434.5

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ БОЛОТ

Л.И.Инишева, Е.В.Порохина, В.А.Дырин, М.А.Сергеева

*Томский государственный педагогический университет, Томск, [inisheva@mail.ru](mailto:inisheva@mail.ru)*

#### ECOLOGICAL ROLE OF MIRES

L.I.Inisheva, E.V.Porohina, V.A.Dirin, M.A.Sergeeva

*Tomsk State National University*

1. Велика историческая роль гидроземных почв, в становлении современной биосферы. Древние болота на Земле появились в конце силура – начале девона. Болотные почвы оказались наиболее благоприятной экологической средой в процессе выхода растений из воды. Благодаря этому болотное почвообразование в истории биосферы выполнило своего рода роль переходного моста, по которому растения вышли из воды на сушу.

2. По данным Государственного земельного кадастра по состоянию на 01.01.2002 г. земельный фонд РФ представлен 1709,8 млн. га. Площадь сельскохозяйственных угодий во всех категориях земель составила 221 млн. га или 12,9% всего земельного фонда страны, в том числе болотными почвами занято 154,0 млн. га, что составляет 9% территории страны. Площадь земель под болотными почвами продолжает увеличиваться. Так по сравнению с 2000 годом их площадь уже увеличилась на 6,7 млн. га.

3. Например, общая заболоченность территории Западно-Сибирской равнины площадью почти 3 млн. км<sup>2</sup> в среднем составляет 50 %, достигая в отдельных речных бассейнах 70-80 %. Эта территория уникальна, характеризуется преобладанием крупных болотных экосистем (БЭС), образовавшихся в результате слияния большого числа болотных массивов. Среди них выделяется группа уникальных болотных систем, таких как Васюганское (53 тыс.км<sup>2</sup>), Канцьярское (132 км<sup>2</sup>), Лайминское (502 км<sup>2</sup>), Салымо-Юганское (732 км<sup>2</sup>).

4. Соотношение между потоками углекислого газа и метана определяет "вклад" болотных экосистем в климат биосферы. Климатическая функция болот проявляется в формировании теплового и водного балансов территории. Происходит увеличение влажности воздуха и ослабление степени континентальности климата.

5. Геоморфологическая функция болот проявляется в консервации под слоем торфяников первичных форм рельефа, протекающей одновременно с формированием сглаженных, специфических форм болотной поверхности (обращённого фитогенного рельефа).



6. Как всякая система, болота обладают определенным гомеостазом. Гомеостатический механизм болот – фитоценотический; в его основе лежат изменения в растительном покрове, обусловленные колебаниями водного режима. Известно, что всякой системе присущи свои пороговые нагрузки. Болота различных типов, и в первую очередь олиготрофные, выносят довольно широкую амплитуду изменения отдельных факторов. Превышение границ пороговых нагрузок разрушает систему, и болото перестает существовать. С целью получения критериев рационального природопользования на болотах необходим многолетний их мониторинг, позволяющий вскрыть причины и механизмы заболачивания территории, объективно отражающий динамику природных процессов БЭС в естественном состоянии и при антропогенном воздействии. Такой подход требует разработки различных сценариев (моделей) с целью объективной оценки экологической значимости и хозяйственной пригодности БЭС. Мониторинг торфяных болот важно проводить на государственной основе. Необходимо восстановить или вновь организовать межведомственные болотные и опытно-мелиоративные станции, для которых установить перечень обязательных наблюдений. При формировании системы мониторинга торфяных почв должны быть решены следующие задачи:

- выбор параметров отслеживания, характеризующих состояние БЭС в целом, а также определенных их компонентов (нативные и антропогенные торфяные болота), а на осушаемых почвах – также состояние мелиоративной сети;
- изучение динамики болотообразовательных процессов, прогноз их изменения и влияния на окружающую территорию (режимы торфяных болот);
- определение зон рисков при антропогенном вмешательстве в пределах заболоченной территории с целью предотвращения неблагоприятных и чрезвычайных экологических катастроф.
- технологические задачи, связанные непосредственно с получением данных (организация и функционирование болотных и других станций и стационаров, обработка, хранение и представление полученных сведений).

7. Как и любую природную систему, болото следует рассматривать с позиций его жизни - и ресурсовоспроизводящих возможностей для человека. Следовательно, начавшееся и имеющее тенденцию к возрастанию по мере развития производительных сил общества хозяйственное освоение торфяных болот, порождает проблему обеспечения экологического равновесия в крупнейших заторфованных регионах России между различными формами рационального природопользования на торфяных болотах. Так, должны существовать правильные соотношения, объективно обусловленные величиной торфяного фонда в регионе, его количественной характеристикой, потребностью в торфяной продукции, земельных угодьях, биосферной необходимостью сохранения части торфяников в естественном состоянии. Ставя задачу создания высокопродуктивного и устойчивого ландшафта, надо видеть “всю цельную и нераздельную природу, а не отдельные ее части” (В.В. Докучаев, 1951).

8. Выделение охраняемого фонда БЭС в условиях высокой заболоченности территории и широкого распространения крупных болотных экосистем требует основательных научных исследований. Так, если охраняемый фонд выделять по наличию на болоте озер, как это рекомендуется белорусскими учеными, то все крупные болотные системы окажутся полностью охраняемыми. Следовательно, для условий территорий, характеризующихся преобладанием крупных болотных систем с высокой степенью озерности и уникальной болотной гидрографической сетью, необходимо разработать другие критерии выделения охраняемого фонда.

8. Все торфяные болота (торфяные почвы, сельскохозяйственные и водно-болотные угодья, особо охраняемые торфяные болота и месторождения торфа), выступают в качестве объектов права собственности государства, права пользования, правовой охраны и управления. При таком подходе наиболее целесообразным видится наличие единого торфяного фонда, которым должны заниматься профессионально ориентированные

организации и специалисты. Профессиональная подготовка специалистов по торфоведению (с уклоном на торфяную отрасль) пока осуществляется в Тверском государственном техническом университете. Частные разделы природопользования болот преподаются на отдельных кафедрах горных институтов (Екатеринбург), политехнических институтов (геологические специальности), университетов (болотоведение) и академий сельского хозяйства мелиоративного и лесохозяйственного профиля. В перспективе разработка, охрана и использование торфяных ресурсов за Уралом является социально-экономической необходимостью. Поэтому для работы с торфяными ресурсами (торфяная промышленность, лесное и сельское хозяйство, освоение заболоченных территорий) необходимы профессионально подготовленные специалисты. В рамках данной специальности (торфоведение) планируется создать индивидуальную систему подготовки кадров, владеющих фундаментальными знаниями в области охраны торфяных болот, физико-химии и биологии торфа, технологий добычи и глубокой переработки торфа, рационального природопользования на торфяных болотах.

УДК 631.05

#### ВЗАИМОСВЯЗЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПОЧВ

Касимзаде Т.Э.

*Отделение Аграрных Наук НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*

*[nushana\\_kasimova@yahoo.com](mailto:nushana_kasimova@yahoo.com)*

#### RELATIONSHIP OF VEGETATION WITH SOIL CHEMISTRY

Gasimzadeh T.E.

*Department of Agrarian Sciences of ANAS, Baku, Azerbaijan, [nushana\\_kasimova@yahoo.com](mailto:nushana_kasimova@yahoo.com)*

Основная роль в образовании почвы принадлежит, в первую очередь, зеленым растениям и микроорганизмам. Под влиянием их деятельности происходит превращение горных пород в почву, и происходят важные процессы, связанные с формированием плодородности, а так же концентрация гумусных элементов и азотных соединений, составляющих основу питания растений, синтез и разложение органических веществ, взаимное влияние продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов с минеральными соединениями горных пород и т.п. В почвообразовании участвуют 3 группы организмов — зеленые растения, микроорганизмы и животные, образующие на суше сложные биоценозы. При совместном воздействии организмов в процессе их жизнедеятельности, а также за счет продуктов жизнедеятельности осуществляются важнейшие звенья почвообразования — синтез и разрушение органического вещества, избирательная концентрация биологически важных элементов, разрушение и новообразование минералов, миграция и аккумуляция веществ и другие явления, составляющие сущность почвообразовательного процесса и определяющие формирование главного свойства почвы — плодородия [2]. Основными для жизнедеятельности растений и других живых организмов являются марганец, медь, бор, цинк, молибден, никель, кобальт, фтор, ванадий, йод.

С целью обеспечения растений микроэлементами вносят минеральные удобрения, в состав которых входят микроэлементы (марганезированный суперфосфат), или специальные микроудобрения. По современным данным, более 30 микроэлементов считаются необходимыми для жизнедеятельности растений и животных. Большинство микроэлементов - металлы (Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co и др.), некоторые - неметаллы (I, Se, Br, F, As) [3]. Микроэлементы в почвах входят в состав разных соединений, большая часть которых представлена нерастворимыми или труднорастворимыми формами и лишь небольшая - подвижными формами, усваиваемыми растениями. На подвижность микроэлементов и их доступность растениям большое влияние оказывают кислотность почвы, влажность,

содержание органического вещества и другие условия. Содержание микроэлементов в почвах различных типов неодинаково.

Недостаток или избыток микроэлементов в почве приводит к дефициту или избытку их в растительном и животном организме. При этом происходят изменения характера накопления, ослабление или усиление синтеза биологически активных веществ, перестройка процессов межклеточного обмена, выработка новых адаптаций или развиваются расстройства, ведущие к т.н. эндемическим заболеваниям человека и животных. Определенное биологическое значение имеют также и многие другие химические элементы, встречающиеся в почвах в очень малых количествах (например, медь, цинк, фтор, бор и другие). Некоторые из них используются в качестве минеральных удобрений. Однако наибольшее значение для питания растений имеют соли калия, кальция, магния, железа и кислот — азотной, фосфорной, серной и угольной [4]. Наибольшее значение имеют микроэлементы - медь, кобальт, марганец, цинк, йод [5]. Микроэлементы участвуют в деятельности ферментов, гормонов, витаминов и других веществ, регулирующих важные физиологические функции животных организмов.

Нами были проведены исследования по изучению химического состава некоторых типов почв Шамахинского района Азербайджана. Содержание элементов определяли рентгеноспектральным методом на базе Института Геологии НАНА. По типам почв были определены основные показатели химического состава и содержания натрия, магния, алюминия, меди, фосфора, углерода, калия, кальция, титана, марганца, железа. Содержание Al и Si наиболее высокое у горно-лесо-луговых выщелоченных и горно-луговых карбонатных плотнoderновых почвах.

Как показали наши исследования изменения компонентного состава в зависимости от изменения глубины почвенного разреза меняется незначительно. В среднем данные показатели близки к общепринятым стандартам и достаточны для нормального роста и развития растительности на указанных почвах в данном районе.

#### Литература

1. *Виноградов А.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах, 2 изд., Микроэлементы, 1957
2. *Школьник Я.* Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии, Микроэлементы - Л., 1950
3. *Ковальский В., Андрианова Г.* Микроэлементы в почвах СССР, Микроэлементы, 1970
4. *Ковальский В., Раецкая Ю., Грачева Т.* Микроэлементы в растениях и кормах, Микроэлементы, 1971
5. *Мамедов Г.Ш.* Содержание микроэлементов в кормовых растениях, почвах и их значение в бонитировке почв, Мат. III респ. науч.-техн. конф. «Химия и с/х», Баку, 1981

УДК: 550.46+631.48

БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА МАЛЫХ ВОДОСБОРАХ  
СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЫ

Г.М. Кашулина

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, г.Апатиты,  
galina.kashulina@gmail.com*

BALANCE OF ELEMENTS AND SOIL FORMATION ON SMALL CATCHMENTS IN  
NORTH-EAST EUROPE

G. Kashulina

*Polar-Alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS*

В ландшафтах реки, дренирующие малые водосборы характеризуют потоки веществ на выходе за пределы наземной части водосбора. В сочетании с данными по атмосферным осадкам они позволяют сделать балансовые расчеты, характеризующие работу всей наземной части водосбора, включая почвы. Наши исследования основаны на результатах водосборной стадии исследований 2-ух комплексных проектов экогеохимического картирования на территории северо-востока Европы. В 1994 году в рамках проекта «Экогеохимия Кольского полуострова» [2,1] в западной части Кольского полуострова и соседней территории Норвегии и Финляндии были обследованы 8 малых водосборов. В 1999-2001 гг. в рамках проекта «Экогеохимия Баренц региона» [3] было обследовано 30 малых водосборов на территории 1.5 млн. кв. км, включающей Кольский полуостров, Карелию, Архангельскую область, север Ленинградской области, север Коми республики, а также всю территорию Финляндии. Эти водосборы представляют, как фоновые территории с разнообразными природными условиями (различные горные породы, рельеф, почвы и растительность), так и территории находящиеся под интенсивным воздействием антропогенного фактора (медно-никелевые комбинаты и другие промышленные предприятия на Кольском полуострове, а также крупные города Ст.-Петербург, Архангельск, Петрозаводск, Хельсинки).

Площадь малых водосборов варьировала от 10 до 30 кв. км. В комплекс исследований входили опробование и химический анализ атмосферных осадков (собирались ежемесячно в течение года), основных горизонтов почв, растительности и поверхностных вод, дренирующего водосбор водотока (разовое опробование в летний период). В фильтрованных (фильтр 0.45 мкм) образцах атмосферных осадков и поверхностных вод были определены основные анионы, а также концентрации более 30 элементов. На основе этих анализов с использованием хлора в качестве элемента-индикатора были рассчитаны балансы для следующих элементов: Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Si, Sr, Tl, Th, U, V и Zn, также  $SO_4^{2-}$  и  $NO_3^-$ .

Элементы значительно различаются по выносу элементов за пределы водосбора с водотоками относительно их поступления с атмосферными осадками. Согласно медианным значениям, вынос Pb, Cd, Sb,  $NO_3^-$ , Tl, Cu, Zn и Ag составляет менее 10% от их поступления с атмосферными осадками. Несмотря на значительное варьирование между водосборами по этому показателю, для этих элементов во всех водосборах вынос элементов ниже, чем их поступление с атмосферными осадками. В качестве депонирующей среды в наземной части водосбора выступает верхний органогенный горизонт почв. Как было показано ранее [1] концентрации всех этих элементов, кроме Cu, значительно повышены относительно почвообразующего материала. Цинк и  $NO_3^-$  являются важными элементами питания и аккумулируются фитомассой. Для Cu интересным было то, что даже при экстремально высоком уровне загрязнения осадков этим элементом (в 1000 раз выше фона) и сильном повреждении экосистем около медно-никелевого комплекса на Кольском полуострове, наземная часть продолжает аккумулировать большую часть меди, выпадающей на поверхность с атмосферными осадками.

Для следующей группы элементов: V, P, Cr, Co, Al, Ni, As, Rb, Mn, Mo, Ba, и K, а также  $\text{SO}_4^{2-}$  баланс (медиана из 30 водосборов) находятся в пределах от 10 до 100%. Для этих элементов на большинстве водосборов, включая самый загрязнённый водосбор около медно-никелевого комбината на Кольском полуострове, вынос элементов за пределы водосбора ниже, чем его поступление с осадками. Наоборот, только в отдельных водосборах, наземная часть водосбора служит дополнительным источником этих элементов для поверхностных вод. Для этих элементов характерной особенностью поведения в наземной части водосборов является интенсивное выщелачивание из подзолистого горизонта и аккумуляция в горизонте O (Ba, Mo, P) и/или ВНФ (Al, As, Cr, Mo, Cr), а также интенсивное биологическое потребление (P, Mn, K).

Для Th, U, Li, Na, Sr, Fe, Ca, Mg и Si медианы процента выноса от поступления варьируют от 100 до 1000%, т.е., наземная часть большинства водосборов выступает дополнительным источником этих элементов для поверхностных вод. Основными элементами, поставляемыми наземной частью водосбора, включая их самый геохимически активный компонент – почвы, являются Na, Ca и Mg. Очевидно, что биологическое поглощение Ca и Mg и аккумуляция в горизонте O не компенсируют выщелачивание этих элементов из верхних минеральных горизонтов E и ВНФ, которое для Mg протекает более интенсивно по сравнению с Ca. Поэтому поверхностные воды обогащаются Mg относительно атмосферных осадков в большей степени по сравнению с Ca. Высокий процент выноса с водосбора для Fe свидетельствует о том, что иллювиальная аккумуляция в горизонте ВНФ не компенсирует поступления этого элемента с атмосферными осадками и его высвобождения из верхних горизонтов почв в процессе почвообразования.

Из-за большого размера территории и очень большого разнообразия природных условий баланс элементов значительно варьирует между обследованными водосборами. Например, вынос Al на водосборе, расположенном около Воркуты, относительно его поступления с атмосферными осадками, составляет всего 0.23%, на водосборе около Ефимовского (Ленинградская область) – 720%. Вынос Ca на водосборе около Архангельска составляет около 5% от его поступления с атмосферными осадками, на водосборе около Суры (Архангельская область, наличие карбонатных пород) – 6800%. Это свидетельствует о том, что некоторые природные особенности (например, специфические горные породы) могут оказать очень сильное влияние на химический состав поверхностных вод в регионе. В распределении баланса между обследованными водосборами наблюдается высокая корреляция между химически близкими элементами. Например, Ca с Mg ( $r=0.94$ ), Sr ( $r=0.94$ ) и Ba ( $r=0.68$ ); K с Rb ( $r=0.84$ ); Fe с Cr ( $r=0.69$ ), V ( $r=0.83$ ), Ni ( $r=0.71$ ) и Mn ( $r=0.56$ ).

#### Литература

1. *Кацулина Г.М.* Аэротехногенная трансформация почв Европейского Субарктического региона. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. Часть 1 -158 с., Часть 2 – 234 с.
2. *Reimann C., Ayras M., Chekushin V., et al.* Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Region. NGU - GTK - СKE Special Publication, Geological Survey of Norway, Trondheim. 1998. 745 p.
3. *Salminen R., Chekushin V., Tenhola M., et al.*, Geochemical atlas of eastern Barents region. Journal of Geochemical Exploration, 2004. Vol. 83: 1-3. 530 p.

## КОНКРЕЦИИ ГЕНЕЗ В ПОЧВАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ

И.В. Ковалев

*Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, [kovalevmsu@mail.ru](mailto:kovalevmsu@mail.ru)*

## GENESIS OF CONCRETIONS IN SOILS OF PERIODIC EXPRESSIVE MOISTENING

I.V. Kovalev,

*Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia, [kovalevmsu@mail.ru](mailto:kovalevmsu@mail.ru)*

Познание механизма элементарного почвообразовательного процесса конкрециеобразования невозможно без выяснения свойств содержащегося в новообразованиях органического вещества. Аккумуляция и консервация почвами лигнина и биофильных элементов (углерода, азота, фосфора и серы), как звено биологического круговорота веществ, обеспечивает устойчивость биогеоценозов и биосферы в целом. Высвобождение некоторых органических соединений и биофильных элементов из биогеохимического круговорота осуществляется различными путями, в том числе и путем конкрециеобразования. Генезису ортштейнов посвящена обширная литература и обсуждается два типа механизмов ортштейнообразования: 1) хемогенный и 2) прямой или опосредованный биогенный. Предпочтение отдается биогенному пути образования конкреций. Наиболее ярко биогенный механизм отражен в работе Г.В.Добровольского, Т.В.Терешинной (1970, 1976). Но исследований, содержащих данные о качественном и количественном составе органических компонентов, и, в частности, лигнина, а также биофильных элементов (C, N, P, S) в конкреционных новообразованиях при неизменном водном режиме, а также в условиях изменения естественного увлажнения, отсутствуют [1, 2].

Исследования окислительно-восстановительного и гидрологического режимов, химических свойств почв, а также содержания, химического и минералогического составов, физических свойств, микробного пула железисто-марганцевых конкреционных новообразований были выполнены на серых лесных почвах в Московской, Брянской областях. Данные по количеству ортштейнов, по распределению содержания железа, марганца, углерода, азота, серы, фосфора в ортштейнах почв с естественным водным режимом имеют близкие или тождественные значения независимо от обеспеченности года осадками и позволяют достоверно диагностировать степень заболоченности серых лесных почв даже на уровне видовых различий (глубокооглеенные, глееватые почвы). Установлено, что в железисто-марганцевых ортштейнах накопление биофильных элементов на начальных стадиях конкрециеобразования свидетельствует о биогенном генезисе железисто-марганцевых конкреций наряду с хемогенным фактором (численность бактерий в ортштейнах составляет до 0,37 млрд. клеток в 1 г почвы, а длина грибного мицелия – до 120,0 м/г почвы). Данные мессбауэровской спектроскопии показали, что в конкрециях серой лесной глееватой почвы с диаметром >3 мм образуются гетиты с большим содержанием алюминия, по сравнению с мелкими фракциями ортштейнов. Низкая магнитная восприимчивость в конкрециях свидетельствует об отсутствии или незначительном содержании магнетита. Это позволяет утверждать, что центрами конкрециеобразования (центрами адсорбции в том числе и для микробного пула) служат слабомагнитные минералы, наряду с кварцем, полевыми шпатами, фитолитами, лигнином, пылью и семенами растений. Биогенный фактор конкрециеобразования в почвах, сформированных на покровных лессовидных суглинках преобладает в глубокооглеенных «автоморфных» и в мелких конкрециях глееватых почв. В крупных ортштейнах возрастает роль хемогенного фактора, вероятно, это характерно и для конкреций в осушенных почвах. Величины C:N:S подтверждают микробный генезис серы в ортштейнах. С увеличением степени гидроморфизма почв увеличивается содержание бактерий и количество грибов. Аналогично это характерно и для конкреций. С увеличением размера фракций ортштейнов вклад микробов в их формирование уменьшается. С помощью <sup>31</sup>P-ЯМР-спектроскопии выявлена

обратная зависимость в содержании моноэфиров (в два раза) и диэфиров (в 10 раз) в светло-серых глееватых почвах и Fe-Mn ортштейнах, обусловленной разными механизмами стабилизации устойчивых и лабильных фосфорсодержащих соединений: а) сорбции на поверхности минеральной фазы, в частности, оксидами железа, марганца; б) микробным метаболизмом. В ортштейнах обнаружено 3 % фосфолипидов и тейхоевых кислот типа сахарофосфатов микробного происхождения. Высокая доля минерального ортофосфата в ортштейнах (до 19 %) свидетельствует о наличии хемосорбированного ортофосфата-иона в составе органно-минеральных фосфат-металл-гумусовых комплексных соединений [2].

С помощью  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии показано, что молекулы гуминовых кислот железисто-марганцевых конкреций имеют в два раза большую ароматичность и менее развитую алифатическую часть. Количество карбоксильных структур в гуминовых кислотах ортштейнов в два раза выше, чем в гумусе почв. В конкрециях всех фракций автоморфных и гидроморфных почв содержится лигнин высших растений. В ортштейнах почв по сравнению с мелкоземом содержание суммарного количества продуктов окисления лигнина уменьшается в 10 раз, но происходит и увеличение количества кислот над альдегидами. Процент измененности боковых цепочек лигнина в конкрециях по отношению к лигнину в исходных растительных тканях уменьшается в 6 раз [1]. Изотопный состав конкреций светло-серых лесных почв с естественным водным режимом и осушенных разными видами дренажа (25 лет последствий) отражает современный тип растительности, сформировавшийся в гумидных условиях среды. В конкрециях почв с естественным увлажнением (контроль) наименьшие значения  $d^{13}\text{C}$  в мелких фракциях по сравнению с повышенными значениями в крупных фракциях ортштейнов свидетельствуют о непрекращающемся процессе конкрециеобразования.

Осушение почв (25-летний период действия дренажной системы) с переменным ОВ-режимом способствует замыканию биогеохимических циклов, высвобождая элементы из новообразований по мере деградации последних на примере разрушительной трансформации соединений железа, марганца, углерода, азота, серы, фосфора, молекул гуминовых кислот и лигнина и по отношению к первым годам (1989-1992 гг.) последствий пластмассового и гончарного дренажа. Показано изменение содержания суммарного количества продуктов окисления лигнина и перераспределение кислот и альдегидов в конкрециях, снижение в два раза минерального ортофосфата и увеличение диэфиров в 3 раза (ярко выражено в крупных фракциях по сравнению с мелкими), увеличение количества бактерий с увеличением размера фракций, особенно в средних, уменьшение ароматичности гуминовых кислот конкреций в осушенных почвах при одновременном увеличении объема периферической части молекул, увеличение значений магнитной восприимчивости. В осушенных вариантах изотопный состав конкреций показал обратную картину, по сравнению с неосушенными почвами, что подтверждает наш вывод о трансформации, особенно, крупной фракции ортштейнов. Расчеты запасов биофильных элементов в ортштейнах почв начальных стадий заболачивания позволяют изменить мнение о малой роли конкрециеобразования в накоплении биофильных элементов и, соответственно, дают основание учитывать их при построении моделей по стоку. Итак, железисто-марганцевые конкреции аккумулируют и биофильные элементы, а также лигнин, изымая их из биологического круговорота. Осушение почв способствует высвобождению элементов из новообразований по мере деградации последних и глубокую разрушительную трансформацию и таких устойчивых соединений, как лигнин в ортштейнах, особенно в крупных фракциях. По содержанию углерода в конкрециях можно проводить количественную диагностику степени гидроморфизма почв.

#### *Литература*

1. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Биохимия лигнина в почвах периодического переувлажнения (на примере агросерых почв ополей Русской равнины). // Почвоведение, 2008, № 10. С. 1205-1216.

2. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Органофосфаты в почвах периодического переувлажнения (по данным  $^{31}\text{P}$  ЯМР-спектроскопии) // Почвоведение, 2011, № 1. С. 24-30.  
Исследования выполнены при финансовой поддержке грантов РФФИ № 09-04-00747, 11-04-00453.

УДК 631.468 (597.3)

ВЛИЯНИЕ ПРИЖИЗНЕННЫХ КОРНЕВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ  
НА ВИДОВУЮ И ТРОФИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ КОЛЛЕМБОЛ

А.Ю. Короткевич\*, А.М. Потапов\*\*

\*Московский педагогический государственный университет, г.Москва,  
*a-korotkevich@yandex.ru*

\*\* Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва,  
*potapov.msu@gmail.com*

EFFECT OF BELOWGROUND CARBON INPUT ON THE SPECIES COMPOSITION  
AND TROPHIC STRUCTURE OF COLLEMBOLA COMMUNITIES

A.Yu. Korotkevich\*, A.M. Potapov\*\*

\*Moscow State Pedagogical University

\*\*Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS

В классическом представлении основным источником энергии почвенных трофических сетей является растительный опад [1]. Однако ряд недавних исследований показал, что почвенные организмы в значительной степени зависят от других пулов органического вещества, в частности, от прижизненных корневых выделений [2–4]. Корневые выделения осваиваются микоризными грибами и сапротрофными микроорганизмами ризосферы, которые, в свою очередь, служат пищей для почвенных животных-микробофагов [5–7]. Являясь регуляторным звеном почвенных трофических сетей [8], микробофаги чувствительны к изменениям в микробном сообществе и, соответственно, к изменениям интенсивности поступления энергии из разных пулов органического вещества. В данной работе мы исследовали, как прекращение поступления корневых выделений отразится на трофических связях почвообитающих коллембол, одной из наиболее многочисленных групп микроартропод, трофически тесно связанных с микроорганизмами [7,9]. Оценка трофических связей в естественных условиях была проведена с помощью изотопного анализа. В экологических исследованиях изотопный состав углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) используется для определения базовых ресурсов животного, а изотопный состав азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) для оценки его трофического уровня [10]. Мы сравнили значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в телах коллембол с участков леса, погибшего в результате деятельности короедов и с контрольных нетронутых участков. Мы предположили, что отмирание микоризных грибов, которые имеют высокие значения  $\delta^{15}\text{N}$  [12], приведет к снижению этого показателя в коллемболах.

Почвенные пробы были взяты на территории биостанции "Малинки" ИПЭЭ РАН, где после засушливого лета 2010 года участки елового леса были уничтожены короедами (*Hylurgops palliatus*). На площади около 1 км<sup>2</sup> жуками была повреждена большая часть древесной растительности верхнего яруса, оставив сухие стволы елей (*Picea abies*) с нижним ярусом древесного подроста (*Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*) и травянистой растительностью (*Oxalis acetosella*). В июне 2013 и 2014 годов были отобраны пробы с трех площадок 25x25 метров, пораженных короедом. В качестве контроля были использованы пробы с прилегающих нетронутых участков леса, взятые в 2009 и 2013 годах. Коллемболы были экстрагированы с помощью воронок Тулльгрена в 70% этанол. В этом исследовании мы ограничились оценкой относительного обилия и изотопного состава доминантных видов коллембол: *Desoria hiemalis*, *Isotomiella minor*, *Lepidocyrtus* sp., *Orchesella bifasciata*, *Parisotoma notabilis* и *Tomoceridae* g. sp. Изотопный анализ проводили на комплексе



оборудования, состоящем из элементного анализатора Flash 1112 и изотопного масс-спектрометра ThermoFinniganDelta V Plus, расположенного в ЦКП ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. Изотопный состав азота и углерода выражали в тысячных долях отклонения от международного стандарта,  $\delta$  (‰):  $\delta X_{\text{проба}} = [(R_{\text{проба}}/R_{\text{стандарт}}) - 1] \times 1000$ , где X – это элемент (азот или углерод), R – молярное соотношение тяжелого и легкого изотопов соответствующего элемента. Статистическая обработка данных выполнена в программе Statistica 6.0. Для сравнения средних был использован Tukey Unequal N HSD test. Данные показаны в виде средних значений  $\pm$  стандартное отклонение.

На контрольных площадках доминирующими видами коллембол были *P. notabilis*, *I. minor* и *Lepidocyrtus* sp. (30, 30 и 9% от общей численности, соответственно). На площадках, пораженных короедом, состав основных доминантов не изменился, однако упала доля *I. minor* (25, 12 и 10%, соответственно), и высоких численностей достигли виды *D. hiemalis* и *Neelides minutus* (10 и 18%, соответственно). На поражённых площадках не было обнаружено статистически значимых изменений  $\delta^{15}\text{N}$  ни для одного из исследованных видов коллембол, а значения  $\delta^{13}\text{C}$ , напротив, выросли (разница была достоверна для всех видов кроме *I. minor* и *P. notabilis*,  $p < 0.05$ ). В среднем, разница значений  $\delta^{13}\text{C}$  составила  $0.7 \pm 0.4\%$ .

Отсутствие сильных изменений в наборе доминантных видов и значениях  $\delta^{15}\text{N}$ , а также единообразии изменений  $\delta^{13}\text{C}$  свидетельствует о принципиальном сохранении видовой и трофической структуры сообщества коллембол в условиях отсутствия корневых выделений. Однако некоторые виды (*Neelides minutus*), вероятно, могут получать преимущество в нарушенных условиях. Гибель микоризных грибов, вызванная прекращением корневых поступлений [13] не отразилась на изотопном составе азота доминантных видов коллембол, что подтверждает малую зависимость почвенных трофических сетей от микоризных грибов [14,15]. С другой стороны, сходные изменения значений  $\delta^{13}\text{C}$  разных видов говорят об изменениях в энергетических потоках экосистемы. Более высокие значения  $\delta^{13}\text{C}$  можно рассматривать как свидетельство увеличения относительной интенсивности процессов сапротрофного разложения на пораженных площадках [15,16]. В целом, результаты нашего исследования подтверждают значительное влияние прижизненных корневых выделений на почвенные процессы [3,17], а отсутствие сильных изменений в сообществе коллембол поддерживает принятое мнение о лабильности трофических связей почвенных сапрофагов [5,19].

## Литература

1. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. Наука, Москва, 245 с. (1980).
2. Pollierer M.M., Langel R., Körner C., et al. The underestimated importance of belowground carbon input for forest soil animal food webs. Ecol. Lett. 10(8), 729–736 (2007).
3. Högborg P., Nordgren A., Buchmann N., et al. Large-scale forest girdling shows that current photosynthesis drives soil respiration. Nature. 411(6839), 789–792 (2001).
4. Гончаров А.А., Туунов А.В. Трофические цепи в почве. Журнал Общей Биологии. 74(6), 450–462 (2013).
5. Swift M.J., Heal O.W., Anderson J.M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Univ of California Press, Berkeley, 372 p (1979).
6. Бызов Б.А. Зоомикробные взаимодействия в почве. ГЕОС, Москва, 213 с. (2005).
7. Потанов А.М. Коллемболы в трофических сетях лесных почв: специализированная микробофагия. Кандидатская диссертация (2014).
8. McGonigle T.P. The significance of grazing on fungi in nutrient cycling. Can. J. Bot. 73(S1), 1370–1376 (1995).
9. Rusek J. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. Biodiversity Conserv. 7, 1207–1219 (1998).
10. Туунов А.В. Стабильные изотопы углерода и азота в почвенно-экологических исследованиях. Известия РАН Серия Биологическая. 4, 475–489 (2007).

11. *Bowling D.R., Pataki D.E., Randerson J.T.* Carbon isotopes in terrestrial ecosystem pools and CO<sub>2</sub> fluxes. *New Phytol.* 178(1), 24–40 (2008).
12. *Mayor J.R., Schuur E.A.G., Henkel T.W.* Elucidating the nutritional dynamics of fungi using stable isotopes. *Ecol. Lett.* 12(2), 171–183 (2009).
13. *Nordgren A., Ottosson Löfvenius M., Högborg M.N., et al.* Tree root and soil heterotrophic respiration as revealed by girdling of boreal Scots pine forest: extending observations beyond the first year. *Plant Cell Environ.* 26(8), 1287–1296 (2003).
14. *Setälä H.* Reciprocal interactions between Scots pine and soil food web structure in the presence and absence of ectomycorrhiza. *Oecologia.* 125(1), 109–118 (2000).
15. *Kudrin A.A., Tsurikov S.M., Tiunov A.V.* Trophic position of microbivorous and predatory soil nematodes in a boreal forest as indicated by stable isotope analysis. *Soil Biol. Biochem.* 86, 193–200 (2015).
16. *Potapov A.M., Semenina E.E., Kurakov A.V., Tiunov A.V.* Large <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C and small <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N isotope fractionation in an experimental detrital foodweb (litter–fungi–collembolans). *Ecol. Res.* 28(6), 1069–1079 (2013).
17. *Yarwood S.A., Myrold D.D., Högborg M.N.* Termination of belowground C allocation by trees alters soil funga and bacterial communities in a boreal forest. *FEMS Microbiol. Ecol.* 70(1), 151–162 (2009).
19. *Wardle D.A.* Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components. Princeton University Press, Princeton and Oxford, 392 p. (2002).

УДК 631.453:57.084

#### БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТ-СИСТЕМЫ С ALLIUM CEPА

А.Д. Котельникова\*, В.В. Столбова\*\*

\*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г.Москва [a.d.kotelnikova@gmail.com](mailto:a.d.kotelnikova@gmail.com)

\*\*МГУ им.М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, г.Москва, [vstol@bk.ru](mailto:vstol@bk.ru)

#### SOIL BIOTESTING USING TEST-SYSTEM WITH ALLIUM CEPА

A.D. Kotelnikova\*, V.V. Stolbova\*\*

\* V.V. Dokuchaev Soil Science Institute

\*\* MSU, Soil science faculty

Разнообразие и значимость функций, выполняемых почвой в биосфере, определяет необходимость диагностики и контроля ее состояния. Загрязнение почвенного покрова все возрастающим количеством поллютантов требует разработки новых и адаптации существующих методик, позволяющих оценить влияние негативного воздействия различных факторов (химических, физических, биологических) и их сочетания. При этом данных аналитического контроля загрязнения может быть недостаточно для оценки влияния на биоту и человека. Для этого необходимо применение тест-систем, использующих живые организмы. В настоящее время происходит активное развитие работ в этой области [1].

Помимо загрязнителей, проявляющих общую токсичность, существуют генетически активные факторы, воздействие которых зачастую является более опасным, так как может передаваться в последующие поколения живых организмов. Это может повлечь за собой серьезные последствия для экосистем, связанные с вырождением и вымиранием видов. Таким образом, подобные вещества и факторы требуют особого контроля. Для выполнения этой задачи был предложен ряд биотестов, в том числе – тест-система с луком репчатым *Allium cepa* [2]. Показана эффективность теста для быстрого выявления фитотоксичности по сдерживанию корневого прироста и генотоксичности по различным аномалиям митоза [3]. На сегодняшний момент основной проблемой остается неадаптированность методики тестирования к оценке фито- и генотоксичности непосредственно почв.

Для адаптации к биотестированию почв тест-система была применена в анализе общей и генетической токсичности образцов почв (верхний слой 0-25 см), отобранных на

территории юго-востока Московской области. Приоритетными загрязнителями почвенного покрова данного района является группа полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) (флуорен, нафталин и его гомологи, фенантрен, хризен, пирен, антрацен, тетрафен, 3,4-бензпирен, 1,12-бензпирен, ретен, 1,2-бензпирен, коронен). Концентрации в образцах оценены как фоновые. С учетом малой растворимости ПАУ в воде, было подобрано разведение почвенной суспензии для тестирования (1:2,5). Помимо содержания ПАУ в образцах был определен ряд почвенных свойств, способных оказывать влияния на фито- и генотоксичность почвы (содержание углерода, содержание фракций физической глины и ила).

Сравнение результатов опыта, проводимого на отобранных образцах, с лабораторным контролем выявило статистически достоверное ( $p=0,95$ ) увеличение фитотоксического эффекта по снижению длин корешков, а также митотоксического эффекта по снижению пролиферативной активности клеток апикальной меристемы корешков. Значения доверительного интервала фитотоксического эффекта (ФЭ) составили от  $7 \div 15$  до  $68,4 \div 100,4$  %, митотоксического эффекта (МЭ) – от  $37,5 \div 42,8$  до  $75,5 \div 78,5$  % ( $p=0,95$ ). Полученные данные говорят о высокой чувствительности метода, способного фиксировать снижение корневого прироста и изменения в активности деления клеток даже при фоновых уровнях загрязнения.

Была выявлена статистически достоверная ( $p=0,95$ ) прямая корреляционная зависимость ФЭ с суммарным содержанием группы ПАУ ( $r=0,90$ ), а также в отдельности для фенантрена ( $r=0,95$ ), пирена ( $r=0,90$ ), антрацена ( $r=0,97$ ) и тетрафена ( $r=0,90$ ), что говорит о возможном значительном вкладе этих загрязнителей в фитотоксичность изучаемых почвенных образцов. Предположение о роли активных почвенных фракций в качестве носителей токсичных факторов и их способности модифицировать фитотоксическое действие загрязнителей в почве также подтверждается статистическими данными: получена положительная корреляция ФЭ с содержанием углерода ( $r=0,78$ ), фракции физической глины ( $r=0,73$ ) и ила ( $r=0,85$ ). Эти взаимосвязи требуют дальнейшего изучения для уточнения механизмов переноса, закрепления и модификации в почве токсичных агентов. Для МЭ подобных статистически достоверных зависимостей показано не было. Возможно, тестируемое снижение митотической активности обусловлено иными факторами и/или их совместным действием с изученными показателями, определившим митотоксический эффект.

Результаты исследования показывают возможность успешного применения тест-системы с *Allium cepa* для биотестирования почв. Фитотест позволил в условиях фонового загрязнения выявить и количественно оценить фито- и генотоксичность почвенных образцов. Также подтверждается предположение о необходимости включения биотестов в систему диагностики и контроля состояния почвенного покрова, так как оценка только по содержанию поллютантов является недостаточной.

## Литература

1. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы //Почвоведение. – 2011. – №. 2. – С. 190-198.
2. Fiskesjo G. The Allium test as a standard in environmental monitoring //Hereditas. – 1985. – V. 102. – №. 1. – P. 99-112.
3. Tedesco S.B., Laughinghouse IV H.D. Bioindicator of genotoxicity: the Allium cepa test. – INTECH Open Access Publisher, 2012.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ БУФЕРНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ

П.П. Кречетов, Т.М.Дианова

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва, [krechetov@mail.ru](mailto:krechetov@mail.ru),  
[krechetov@mail.ru](mailto:krechetov@mail.ru)*

## EVALUATING ECOGEOCHEMICAL ACID-BASE BUFFERING CAPACITY OF SOILS OF DIFFERENT LANDSCAPES

P.P.Krechetov, T.M.Dianova

*Faculty of Geography, MSU*

Кислотно-основная буферность - свойство почв, определяющее устойчивость природных ландшафтов при поступлении извне кислот или оснований. Критерием величины буферной способности служит отсутствие значительных изменений величины рН при поступлении загрязняющих веществ. Однако, в этом случае возникает неясность с оценкой факторов, определяющих величину устойчивости природной ландшафтно-геохимической системы при изменении кислотно-основной обстановки. Так, если активность (концентрация) поступающих оснований или кислот будет меньше, чем в существующей системе, то ее буферные механизмы не будут участвовать в нейтрализации данного воздействия и, следовательно, величина рН не будет меняться. Например, осадки, подкисленные антропогенными выбросами до рН 4,1 и являющиеся кислыми, по сравнению с фоновыми (рН 5,6) в ландшафтах таежно-лесной зоны с подзолистыми почвами с рН 4 не будут нарушать кислотно-основной статус данных почв. Механизмы кислотно-основной буферности почв будут нейтрализовать избыток загрязнителя только при более высоких активностях ионов водорода.

В связи с вышеизложенным необходимо определять два типа кислотно-основной буферной способности почв различных ландшафтов: предельной буферной емкости, обеспечивающей снижение воздействия загрязняющих веществ на сопредельные ландшафты за счет нейтрализации протона и эколого-геохимической буферной емкости, которая обеспечивает снижение активности протона до экологически безопасного уровня.

Оценку эколого-геохимической кислотно-основной буферной способности почв проводили по количеству основания или кислоты, нейтрализованных при изменении рН на пол единицы от исходного (фонового) рН. По данным А.С.Яковлева (2000) при смещении рН более чем на 0,5 единицы происходит существенное угнетение почвенных микроорганизмов.

Предельная буферная емкость к основанию определялась при смещении рН до значений 8,2. Значение рН 8,2 выбрано в соответствии с потенциальной опасностью возникновения токсичного содового засоления после воздействия оснований антропогенного происхождения. Предельная буферная емкость почв к кислоте определялась при смещении рН до значений 4, как предельно возможного определяемого угольной кислотой. На основе проведенных исследований была получена количественная оценка предельной и эколого-геохимической кислотно-основной буферной способности почв различных ландшафтов.

Следует учитывать, что величина буферной емкости к основанию в лабораторных условиях определяется как некоторая статическая, отличающаяся от природной буферности, характеристика, помогающая сравнить буферность различных типов исследуемых почв при стандартных условиях эксперимента, а также выявить ее связь с почвенными свойствами. В природных условиях, в почвах естественного залегания кислотно-основная буферность определяется не только химическими свойствами почвенных компонентов, но и биологическим фактором (деятельность растений и микроорганизмов). Кроме того, на содержание кислотно-основных компонентов в почвенных горизонтах будет оказывать влияние направление и интенсивность потоков влаги. Буферность почв в природных условиях является динамичным показателем и характеризуется способностью почв не только

противостоять изменению рН при добавлении кислоты или основания, но и восстанавливать прежнее значение рН во времени.

УДК 631.417.1

ВЛИЯНИЕ АЗОТА НА МИНЕРАЛИЗАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ  
КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.В. Кузнецова, С.Н. Удальцов, А.К. Ходжаева

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
г. Пушкино Московской обл., tvku@itaec.ru, udaltsov@issp.serpukhov.su, akho2@rambler.ru*

THE EFFECT OF NITROGEN ON MICROBIAL MINERALIZING ACTIVITY IN THE  
CHESTNUT SOIL OF DRY STEEPER ZONE IN THE LOWER VOLGA REGION

T.V. Kuznetsova, S.N. Udaltsov, A.K. Khodzhaeva

*Institute of physicochemical and biological problems in soil science of the RAS*

Снижение плодородия почв вследствие дегумификации и деградации почвенного покрова является одной из наиболее значимых проблем современности. Важным компонентом почвы являются микроорганизмы, которые играют ключевую роль в формировании почвенного плодородия и служат чувствительным количественным и качественным индикатором для мониторинга и оценки качества почвы. Антропогенные воздействия и природные факторы приводят к изменению температурного, водного, воздушного и окислительно-восстановительного режимов почвы, что обуславливает ускорение процессов минерализации почвенного органического вещества [4].

К наиболее уязвимым и затронутым опустыниванием территориям в Нижнем Поволжье относится Волгоградская область. Почвы каштанового типа в этой области занимают около 44% от общей площади земель. В структуре земельного фонда области (общая площадь земель – 11287.7 тыс. га) доминируют сельскохозяйственные угодья, их удельный вес составляет 77.6% (в том числе пашня – 66.8%, сенокосы и пастбища – 33.2%) [5]. Около 14% пахотных угодий подвергнуты деградации (смытость, дефляция, засоление), более половины естественных пастбищ деградированы.

В современной литературе имеется мало данных о количественных и качественных показателях минерализуемости органического вещества каштановой почвы сухостепной зоны Нижнего Поволжья, которые позволили бы прогнозировать состояние органического вещества в зависимости от различного антропогенного воздействия, в частности при применении минеральных удобрений.

Цель исследования – оценить влияние внесенного минерального азота на минерализационную активность микроорганизмов каштановых почв разных экосистем сухостепной зоны Нижнего Поволжья.

Объектами исследования послужили каштановые почвы разной степени смытости естественной (целина) и агрогенно-измененных экосистем (залежь, лесополоса и пашня) (Ольховский р-н Волгоградской обл.). Почвенные образцы были отобраны из гор А1 с одного целинного, двух залежных, двух лесополосных и трех пахотных участков.

Влияние внесенного минерального азота на минерализационную активность микроорганизмов почвы оценивали в условиях инкубационного эксперимента с помощью модифицированного биокинетического метода [6]. Инкубирование предварительно высушенных почвенных образцов проводили при температуре 22°C и влажности почвы 24 вес.% в течение 14 сут. Концентрацию выделяющегося из почв С-СО<sub>2</sub> определяли на газовом хроматографе Кристаллюкс-4000М с детектором по теплопроводности: в течение первой недели – ежедневно, далее – через сутки. Кумулятивные количества продуцирования С-СО<sub>2</sub> за все время инкубации аппроксимировали уравнением экспоненциальной регрессии, вычисляли содержание углерода микробной биомассы, константы скорости ее минерализации, базальное дыхание и метаболический коэффициент  $q\text{CO}_2$  [7].

Содержание органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) в почвах находилось в пределах от 0.37 до 1.79%. Доля солерастворимого углерода от  $C_{\text{орг}}$  в почвах составляла 0.29–0.98%. Исходное содержание в почвах подвижного минерального азота ( $N_{\text{мин}} = N\text{-NH}_4^+_{\text{обм}} + N\text{-NO}_3^-$ ) не превышало 0.88 мг N/100 г, за исключением пашни-1, где оно составляло 1.44 мг N/100 г. В почвах одних участков  $N_{\text{мин}}$  был представлен преимущественно аммонийной формой, других – нитратной, а в почве пашни-1 присутствовали обе формы практически в одинаковых количествах.

За двухнедельный период инкубации из почв контрольных вариантов (без внесения азота) выделялось  $17.61 \pm 0.22 - 56.83 \pm 1.13$  C-CO<sub>2</sub> мг/100 г почвы. Внесение азота (4 мг N/100 г почвы) способствовало уменьшению размеров кумулятивного выделения диоксида углерода из почв всех исследуемых экосистем.

Содержание углерода микробной биомассы в почвах без внесения азота находилось в пределах от  $18.27 \pm 0.08$  до  $51.08 \pm 0.67$  мг C/100 г. Следует отметить, что наши данные по содержанию углерода микробной биомассы, полученные с помощью биокинетического метода, хорошо согласуются с данными Т.С. Демкиной с соавт. [3] и В.А. Демкина с соавт. [1, 2] по содержанию углерода активной микробной биомассы, определенному методом субстрат-индуцированного дыхания, в целинных каштановых почвах этого региона. Доля углерода микробной биомассы от содержания  $C_{\text{орг}}$  в контрольных вариантах составляла 1.5–5.2%. Внесение азота привело к уменьшению (в 1.2–2.5 раза) содержания углерода микробной биомассы в почвах всех исследуемых участков. Содержание углерода микробной биомассы достоверно коррелировало с содержанием в почвах солерастворимого углерода ( $r = 0.777$  и  $0.882$ ,  $P \leq 0.01$ , варианты без и с внесением азота соответственно).

Константы скорости минерализации ( $k$ ) углерода микробной биомассы для почв вариантов без внесения азота составляли  $0.4520 \pm 0.0065 - 0.9160 \pm 0.1254$  сут<sup>-1</sup>. Судя по рассчитанным коэффициентам  $q\text{CO}_2$ , микробное сообщество почвы естественной экосистемы оказалось наиболее устойчивым к добавлению минерального азота.

Таким образом, внесение минерального азота способствовало снижению минерализационной активности микроорганизмов каштановой почвы сухостепной зоны. Одной из причин этого может быть низкая обеспеченность почв легкодоступным органическим веществом.

*Определение исходных характеристик и параметров почв выполнено в ЦКП ИФХиБПП РАН.*

*Исследования частично поддержаны грантами РФФИ (№ 14-04-00934а) и Ведущей научной школы (НШ-6123.2014.4), а также Программой Президиума РАН № 4.*

## Литература

1. Демкин В.А., Золотарева Б.Н., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Удальцов С.Н. Динамика свойств степных палеопочв сарматского времени (II в. до н.э.–IV в. н.э.) в связи с вековой изменчивостью увлажненности климата // Почвоведение. 2012. № 2. С. 142-155.
2. Демкин В.А., Каширская Н.Н., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Ельцов М.В. Палеопочвенные исследования курганов в долине р. Иловля (Приволжская возвышенность) // Почвоведение. 2008. № 2. С. 133-145.
3. Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Борисов А.В., Демкин В.А. Микробиологические исследования подкурганых палеопочв в долине реки Иловли // Материалы по археологии Волго-Донских степей. Волгоград: Изд-во ВолГУ. 2004. Вып. 2. С. 87-95.
4. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 185 с.
5. Охрана и использование природных ресурсов Волгоградской области. Статистическое обозрение. Волгоград: Волгоградстат. 2012. 130 с.

6. Семенов М.В., Кравченко И.К., Семенов В.М., Кузнецова Т.В., Дулов Л.Е., Удальцов С.Н., Степанов А.Л. Потоки диоксида углерода, метана и закиси азота в почвах катены правобережья р. Ока (Московская область) // Почвоведение. №5. 2010. С. 582-590.

7. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В. Лабораторная диагностика биологического качества органического вещества почвы // Методы исследований органического вещества почв. М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИИПТИОУ, 2005. С. 214-230.

УДК 595.713:574.4

## ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВЕННЫХ ОРГАНИЗМОВ

Н.А. Кузнецова\*, А.К. Сараева\*\*

\**Институт биологии и химии Московского педагогического государственного университета, Москва 129164, mpnk@yandex.ru*

\*\**Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск 185910, saraeva68@inbox.ru*

## THE PROBLEM OF ESTIMATION OF BIODIVERSITY OF SOIL ORGANISMS

N. A. Kuznetsova\*, A. K. Saraeva\*\*

\**Institute of Biology and Chemistry of Moscow State Pedagogical University*

\*\**Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of RAS*

Почва скрывает в себе огромное разнообразие организмов. Его реальная оценка даже для сравнительно хорошо изученных групп представляет большие сложности. Проблема объема выборок, адекватно описывающих число видов разных групп педобионтов в каком-либо местообитании, активно обсуждалась в почвенной зоологии около полувека назад. Однако насколько установившиеся в итоге нормы по отбору проб способны оценить видовое богатство почвенных сообществ?

В последние годы в почвенной зоологии получил распространение метод фрактального, или гнездового, дизайна учетов, при котором почвенное население описывают в диапазоне от нескольких сантиметров до десятков-сотен метров и более. Учеты проводят большими сериями проб. Анализ числа видов, выявляемых этими сериями, представляет самостоятельный интерес.

В качестве модельного объекта мы использовали одну из групп почвенной мезофауны – коллембол. Исследования проводили в наиболее распространенных в тайге типах сосновых лесов (лишайниковом, зеленомошном и сфагновом) в двух районах Карелии и Приокско-Тerrasном заповеднике на юге Московской обл. Учеты повторяли в течение двух лет в разные сезоны (лето, осень). Каждая серия в биотопе включала 81 пробу, расположенную в пределах участка, площадью 100-150 кв. метров. Пробы для последующей экстракции на воронках Тульгрена отбирали буром площадью 8 кв. см на всю глубину подстилки или до 20 см в сфагновых сосняках. В общей сложности на 9 пробных площадях было взято 30 серий, 2277 проб и получено около 40 тыс. экз. коллембол. Для построения кумулятивных кривых выявления видов в биотопе использовали метод rareфикации (sample rarefaction, Mao's tau) в программе PAST. Влияние факторов («Природная зона», «Район», «Биотоп», «Сезон» и «Год») оценивали с помощью дисперсионного анализа.

Показано, что кумулятивные кривые увеличения числа обнаруживаемых видов с ростом числа проб редко выходили на плато, несмотря на большое число одновременно отбираемых проб. В лишайниковом покрове одна серия из 81 пробы выявляла в среднем 20 видов: 1 проба - 2-3 вида (10-16% всех видов серии), 2 пробы – 5 видов (23%), 10 проб – 11 (54%), 15 – 12 (61%), 20 – 14 (69), 30 – 16 (78), 40 – 17 (85), 60 – 19 (94). В одной серии проб, взятой в зеленомошном покрове, обнаруживали в среднем 18 видов. Однако менее агрегированное распределение коллембол в этом биотопе, по сравнению с лишайниковым, способствовало их более быстрому выявлению. 1 проба в среднем включала 4 вида (22%), 2 – 6 (33%), 10 – 11 (61), 15 – 12 (69), 20 - 13 (74), 30 – 15 (81), 40 – 16 (86), 60 – 17 (94).

Наиболее насыщенным видами коллембол был сфагновый покров, где серия проб обнаруживала в среднем 28 видов, 1 проба - 6 видов (20%), 2 – 9 (31), 10 – 18 (63), 15 – 20 (73), 30 – 24 (86), 40 – 25 (90), 60 – 27 (96). Кроме этих средних значений для биотопов разного типа был определен «коридор» варьирования числа видов в разном количестве проб. В ксерофитных лишайниковых сосняках этот диапазон был уже, чем в более влажных местообитаниях.

Такое варьирование данных, полученных для биотопов одного типа, связано с зависимостью ( $p < 0.05$ ) числа выявляемых видов от ряда факторов: сезона (летом больше, чем осенью), района (в заповеднике «Кивач» больше, чем вне его) и природной зоны (на юге лесного пояса больше, чем в средней тайге). Иногда оказывался значимым и фактор «Год». Так, число видов коллембол было пониженным на следующий год после засушливого 2010-го.

Традиционные учеты коллембол пробами небольшого размера, такими как в данной работе, обычно предполагают выборку 15-20 образцов. Наши данные показали, что при этом учитывается лишь 60-75% от того числа видов, которое можно было бы обнаружить большим выборочным усилием. Приведенные выше средние значения числа видов в разном количестве проб можно использовать как своего рода калибровочные шкалы для прогноза реального видового богатства населения коллембол разных биотопов по данным выборок небольшого объема.

УДК 574.42

РЕАКЦИЯ ЭКОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА НА ГЛОБАЛЬНЫЕ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

А.И. Куликов, А.Б. Гынинова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,  
[kul-an52@mail.ru](mailto:kul-an52@mail.ru)*

REACTION OF ECOSYSTEMS OF THE BAIKAL REGION TO THE GLOBAL  
CLIMATE CHANGES

A.I. Kulikov, A.B. Gyninova

*Institute of the general and experimental biology of the Siberian Branch of the Russian  
Academy of Science, Ulan-Ude,*

Потепление климата выражается в неуклонном росте средней годовой температуры воздуха. Так, с 1860 по 1998 гг. глобальное повышение температуры воздуха составило около 0,8°C. В среднем по России с начала XX в. повышение температуры оценивается от 0,9°C до 1,1°C. В отдельных пунктах российского Севера за последние 30-35 лет температура воздуха выросла на 1,0-1,5°C. Заметим, что наибольшие изменения климата происходят в умеренных широтах России. Здесь за последние 30-35 лет потепление выражается повышением температуры воздуха на 1,6-2,1°C. Как показывают расчеты, на территории Байкальского региона (БР) изменения происходят еще более форсированными темпами. Примечательно, что в последние годы средняя годовая температура в БР все упорнее пересекает нулевой рубеж, становясь положительной. Например, в Улан-Удэ среднегодовая температура воздуха за период 1900-2011 гг. выросла на 2,3°C и перешла в диапазон положительных значений, т.е. условий для возобновления вечной мерзлоты уже не остается. Структура потепления в БР такова, что зимы становятся теплее, тогда как лето несколько холодает.

Потепление имеет такие неблагоприятные следствия как аридизация и опустынивание (усиление эрозии и дефляции, дегумификация, деградация вечной мерзлоты, нарушение режима секвестирования углерода/кислорода и др.) [Куликов и др., 2014]. Глобальные процессы потепления (П), аридизации (А) и опустынивания (О) можно рассматривать в триединстве как ПАО (потепление-аридизация-опустынивание), компоненты которой



связаны системообразующими связями [2]. Потепление – это входной сигнал, аридизация и опустынивание – обратные ответные экосистемные отклики.

Аридизация как процесс эволюции в сторону увеличения засушливости земель происходит при приобретенном непропорционально большом росте испаряемости. Аридизация как следствие потепления поддерживается положительной обратной связью [Золотокрылин ]. Потепление подразумевает увеличение ясных безоблачных дней с более высоким радиационным нагреванием деятельной поверхности, что вызывает её иссушение, а последнее улучшает условия для дальнейшего нагревания поверхности. К внешним регуляторам положительной обратной связи выступают уменьшение суммы осадков, частоты эффективных осадков (более 5 мм/сутки) и рост частоты экстремально малых осадков (особенно засух).

Природа аридизации в БР при практически неизменном количестве сумм атмосферных осадков заключается в росте сумм активных температур. Темп роста суммы активных температур составляет  $114\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет при среднемноголетней норме  $1897\text{ }^{\circ}\text{C}$ . За период более 100 лет сумма активных температур увеличилась на  $370\text{--}450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , т.е. потенциал испарения за 100-летний период возрос на  $37\text{--}45$  мм.

Вместе с возрастанием суммы температур выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  период с этими температурами так существенно расширяется, что в БР произошёл переход из категории короткого периода вегетации (90-120 дней) в категорию среднего периода (121-150 дней). Летний сезон вырос на 12 дней, зима сократилась на 15 дней, а продолжительность периода между датами перехода через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  возрастает, согласно уравнению регрессии, с темпом  $5,7$  дней за 10 лет.

Один из основных признаков аридизации земель – засухи. В БР как условие для засух и разворачивания процессов аридизации отмечаются снижение влажности воздуха и усиление скорости ветра. Так, относительная влажность в Новоселенгинске падает с темпом  $0,33\text{ } \%/10$  лет, а скорость ветра, наоборот, возрастает на  $0,12\text{ м/с}/10$  лет. Из построенных климадиаграмм (по Вальтеру-Госсену), следует, что острозасушливый период в 1935-1944 гг. равнялся 16 дням, то в 1995-2004 гг. уже 29 дням.

Наряду с усилением аридности земель во времени возрастает экстремальность или холеричность [3]. Для климата БР контрастность между годами по атмосферным осадкам достигает  $100\text{--}150$  мм. В Улан-Удэ при экстремумах  $413,3$  мм (1959 г.) и  $109,6$  мм (1989 г.), амплитуда составляет  $304$  мм. Среднеквадратическое отклонение (СКО) осадков на отрезке 1935-1942 гг. равнялось  $\pm 32,2$  мм, а в настоящее время отклонения от климатической нормы стали более резкими и СКО составляет  $\pm 65\text{--}83$  мм, т.е. СКО от средней многолетней суммы ( $256$  мм) возросло от  $13$  до  $25\text{--}32\%$ . СКО также изменяется в пространстве: вдоль климатической оси Воейкова от  $161^{\circ}$  до  $122^{\circ}$  в.д. временной отрезок 1979-2007 гг. более неустойчив, чем 1961-1990 гг. (разность положительна и изменяется в пространстве от  $0,01$  до  $0,1^{\circ}\text{C}$ ). Так как СКО температуры воздуха зимой меньше, чем летом, можно констатировать, что именно лето является источником дестабилизации. Холеричность аридных экосистем также проявляется в повышенных значениях вариабельности таких фундаментальных характеристик как влажность (в виде обобщенного показателя влагозапаса в корнеобитаемом слое  $0\text{--}0,5$  м) и температура почвы (на глубине  $0,2$  м).

Таким образом, потепление климата и усиление аридности земель дают синергетический эффект, обуславливающий холеричность функционирования ландшафтов.

Опустынивание – третья составляющая системы ПАО означает деструкцию (обычно частичную обратимую) экосистем в ответ на потепление, в том числе. Степи БР составляют с одной стороны восточное крыло единого Евразийского пустынно-степного массива, а с другой - его северный форпост. Особое географическое положение повлекло за собой ряд специфических условий опустынивания. В частности, здесь опустынивание происходило и продолжает происходить в тесной сингенетической связи с периодическими фазами активизации песчаных арен, а последние – продукт никогда не затухающего на всем протяжении четвертичного периода жесткого перигляциального климата. Мерзлота вызывает необходимость выделения особого криогенного типа опустынивания.

В Бурятии из 2293,8 тыс. га сельскохозяйственных угодий почти половина охвачена разными типами опустынивания. Особенно сильны деградационные процессы на пашне, 76 % площади которой опустынивается. Пастбища и сенокосы сейчас занимают 1475,1 тыс. га, из которых 29 % теряют биопродуктивность в результате опустынивания (климатического и природно-антропогенного) [1].

#### Литература

1. Куликов А.И., Абгалдаев Ю.В., Куликов М.А. и др. Пространственно-временная динамика свойств почв Байкальского региона в связи с опустыниванием // Почвоведение, 2004 – № 6. – С. 654-662.
2. Куликов А.И., Мангатаев А.Ц., Сордонова М.Н., Челпанов Г.У. Мелиорация легких почв в контексте современных вызовов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2014. – 487 с.
3. Куликов А.И., Убугунов Л.Л., Мангатаев А.Ц. О глобальных изменениях климата и его экосистемных следствиях // Аридные экосистемы, 2014. – Т. 20. – № 3(60). – С. 5–13.

УДК 631.4+571.52

#### ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В МЕЖГОРНЫХ ВПАДИНАХ ХРЕБТА ТАННУ-ОЛА (Южная Тува)

С.Г. Курбатская, Ш.Д. Ховалыг, С.С. Курбатская

*Убсунурский международный центр биосферных исследований, г. Кызыл, Тува,  
[ubsunur\\_center@mail.ru](mailto:ubsunur_center@mail.ru)*

#### SPECIALITIES of SOIL FORMATION In INTERMOUNTAIN HOLLOWs of the TANNU-OLA RANGE (South Tyva)

S.G. Kurbatskaya, Sh.D. Hovalyg, S.S. Kurbatskaya

*The Ubsunur international centre of biospheric researches, Kyzyl, [ubsunur\\_center@mail.ru](mailto:ubsunur_center@mail.ru)*

Целью наших исследований является изучение уникальных ландшафтов и почв межгорной впадины в таежной зоне хребта Танну-Ола. В горно-таежном поясе Танну-ола имеется ряд межгорных долин высокого уровня, из которых наиболее велика межгорная впадина оз. Кара-Холь, располагающаяся на уровне 1500-1600 м абс. выс. Впадины мало изучены, ещё в 60-х годах прошлого века известный исследователь почв Тувы В.А. Носин (1963) отмечал, что в подобных впадинах развиты субальпийские луга на черноземовидных луговых почвах, имеющие важное кормовое значение (лучшие летние пастбища) [3]. В биосферном плане велико значение этих ландшафтов и почв, являющихся нетронутыми почвенными ресурсами, депо углерода в биосферном круговороте веществ.

Хребет Танну-Ола, имея широтное простирание, служит водоразделом между бассейном р. Енисей и бессточной областью Центральной Азии. Вместе с этим Танну-Ола является одним из крупных климатических рубежей как барьер на пути влажных северо-западных воздушных течений. Вследствие резкой орографической обособленности и значительной высоты на Танну-Ола четко выражена вертикальная зональность (поясность). В связи с широтной ориентировкой хребта резко проявляется асимметрия ландшафтов на южных и северных склонах. Северный склон Танну-Ола, обращенный к Тувинской котловине почти сплошь является таежным, на южном склоне господствуют сухие горные степи на слабообразованных каменистых почвах.

Обособленной ландшафтной структурой является межгорная впадина оз. Кара-Холь. Карахольская впадина представляет собой продольную депрессию – грабен широтного простирания, приуроченная к разлому внутри хребта Восточный Танну-Ола. В центральной части впадины расположено оз. Кара-Холь и исток р. Холь-Оожу, берущей начало из озера, окрестности их имеют слабо расчлененный равнинный характер с абсолютной высотой

1500-1600 м над у.м. Во время оледенения замкнутый характер депрессии способствовал накоплению льда, таким образом, впадина представляет собой древний ледоём [1].

В Кара-Хольской впадине наблюдается инверсия температуры, свойственная межгорным котловинам горных стран с резко континентальным климатом, где в зимнее время наблюдается сильное выхолаживание атмосферного воздуха. Озеро зимой замерзает и прилегающие к озеру ландшафты имеют мерзлотный характер и представлены буграми пучения, болотами, и заочкаренными лугами с лугово-болотной растительностью. По мере роста гипсометрических уровней они переходят в мезофильные субальпийские луга, выше они сменяются лугово-степными ландшафтами вплоть до границы лиственничного леса (1760-1780 м абс. выс.). Окружающие долину высокие горы с крутыми склонами покрыты лиственничными лесами.

В центре долины типичный болотный ландшафт прерывается небольшой возвышенностью, покрытой лесной, луговой и степной растительностью [4].

Территория интенсивно используется местными жителями как естественные летние отгонные пастбища. В конце 80-х годов в растительном покрове впадины наблюдалась сильнейшая пастбищная дигрессия, не было возможности провести геоботаническое описание – паслось большое количество скота, которое полностью съедало надземную часть растений [2]. В настоящее время растительный покров лугов и луговых степей восстановлен. Этому способствовали то, что чабаны не могут кочевать, перегонять скот в долину, на лучшие пастбища из-за малочисленности семейного подряда, не могущего обеспечить себя грузовым автотранспортом, тракторами, как в крупных объединенных хозяйствах, что было раньше.

Почвообразование во впадине происходит по высотно-поясному типу, иначе, осуществляется котловинная вертикальная зональность. Особенности почвообразования являются наличие мерзлоты в почвенном профиле на небольшой глубине и большой запас органического вещества в почвах. В болотных почвах на днище котловины мерзлота начинается с 15-20 см, а в затененных горных распадках северо-западной экспозиции в середине июля мерзлота в буро-таежной глеевой почве появляется на глубине 40 см. В связи с этим почвы сезонно глубоко промерзают. На прогретых южных склонах в начале июня мерзлый горизонт в почвенном профиле не обнаружен.

В озерной котловине нами обнаружен богатейший запас высокоплодородных земель – органо-аккумулятивные почвы, сохраняющие огромные запасы углерода биосферы, заключенных в живом и мертвом органическом веществе почв. Распространение почв нами изучено по почвенно-географическим профилям (катена) на южном склоне гор.

Днища впадины вокруг озера занимают лугово-болотные почвы (1500-1600 м) с содержанием гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте до 29, %. Выше по склону болота и заочкаренные луга переходят в субальпийские луга с лугово-черноземными почвами. Луга с большим обилием и насыщенностью видов, проективное покрытие составляет 100%. Содержание гумуса в плотной дернине достигает 30%, а в гумусово-аккумулятивном горизонте А – 17, 9%. Субальпийские луга переходят в лугово-степные ландшафты (1760 м). Большое видовое разнообразие с включением степных видов в луговое сообщество. Проективное покрытие – 100 %. На поверхности почв выступают коренные породы. Почва лугово-степная черноземовидная, содержание гумуса в горизонте А составляет 20,9%, высокая емкость катионного обмена – 68 мг-экв на 100 г почвы. Граница лиственничного леса расположена на высоте 1780 м. Лиственничный лес овсяницево-брусничный. Почва бурая лесная слабонасыщенная, содержание гумуса в дерновом горизонте составляет 29,4%, в перегнойно-гумусовом горизонте – 17,9. Емкость катионного обмена 58 мг-экв на 100 г почвы, содержание обменных оснований составляет Са - 25 и Mg - 15 мг-экв на 100 г почвы.

## Литература

1. Зятькова Л.К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука СО, 1977. – 214 с.
2. Курбатская С.С., Сагды Ч.Т., Самбыла Ч.Н., Дамдын А.В. Горно-тундровые почвы окрестностей оз. Кара-Холь (Восточный Танну-Ола // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. Научн. тр. ТувИКОПР СО РАН. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2002. – С. 180-183.
3. Носин В.А. Почвы Тувы.– М: издательство Академии наук, 1963. 452 с.
4. Ханминчун В.М. Флора Восточного Танну-Ола (Южная Тува). – Новосибирск: Наука СО, 1980. – 121 с.

УДК 631.44

## ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА

И.Н. Курганова\*, В.О. Лопес де Гереню\*, А.В. Прищепов\*\*

\*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино  
[ikurg@mail.ru](mailto:ikurg@mail.ru); [vlopes@mail.ru](mailto:vlopes@mail.ru)

\*\*Факультет географии и управления естественными ресурсами, Копенгагенский университет, г. Копенгаген, Дания; [Prishchepov@iamt.de](mailto:Prishchepov@iamt.de)

LAND USE CHANGE AND GLOBAL CARBON CYCLE

I. N. Kurganova\*, V. O. Lopes de Gerenyu\*, A. V. Prishchepov\*\*

\*Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Sciences of the Russian Academy of Sciences, Pushchino

\*\*Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

Землепользования и большинство изменений, которые оно претерпевает в результате антропогенного вмешательства, оказывают существенное влияние на биосферную функцию экосистем, и в первую очередь на количество углерода (С), секвестрированного в растениях и почве, отражаясь как на региональном, так и на глобальном балансе углерода (Добровольский, Никитин, 2012). Так, согласно оценкам Houghton (2003), увеличение площади сельскохозяйственных угодий в 1850-1990 гг. привело к потерям С-СО<sub>2</sub> из почв в количестве, равном 156 Гт С (1 Гт = 10<sup>15</sup> г), что составило примерно половину С-СО<sub>2</sub>, которое выделилось в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива за тот же временной период. Расчеты, регулярно выполняемые в рамках международных проектов, показали, что в 2001-2010 гг. землепользование и его изменения приводили в среднем к высвобождению около 1.0±0.5 Гт С год<sup>-1</sup>, что составляет примерно 1/10 часть современного глобального бюджета углерода (Global Carbon Project, 2012).

Считается, что самое значительное влияние на пулы и потоки углерода в наземных экосистемах оказывают изменения в землепользовании, обусловленные конверсией естественной растительности в сельскохозяйственные угодья и наоборот (Houghton, 2003). Мета-анализ экспериментальных данных показал, что в результате перевода целинных степей и лугов в пахотные земли запасы углерода в метровом почвенном слое уменьшались в среднем на 25-30% (Guo, Gifford, 2002). Конверсия лесных почв в сельскохозяйственные угодья также вызывала существенные потери почвенного С, которые составляли 31-53% от первоначальных запасов в зависимости от типа леса, климатических условий и почвенных свойств (Wei et al. 2014). Без сомнения, сведение тропических лесов в Амазонии и Юго-Восточной Азии и сегодня продолжает оказывать самое значительное влияние на глобальный бюджет С: в 90-х годах прошлого века ежегодные потери углерода в результате расширения пахотных угодий за счет лесных территорий оценивались весьма значительной величиной - 2.2 ± 0.6 Гт С (Houghton et al., 1999).

Во второй половине XX века на территории бывшего СССР дважды имела место резкая смена земельной политики, что оказало колоссальное влияние на баланс углерода на 1/8 территории суши. Так, в 1954-1963 гг. более 45 млн га целинных земель было распахано в юго-восточных областях Российской Федерации и в Северном Казахстане. Эта беспрецедентная «целинная кампания» нанесла огромный экологический ущерб региону, который выразился в практически полном исчезновении степных ландшафтов, сильной деградации земель и колоссальных потерях углерода из почв в результате минерализации органического вещества. Используя экспоненциальные уравнения, предложенные в работе *Poeplau et al.* (2011), мы рассчитали, что относительное уменьшение первоначальных запасов углерода в слое 0-50 см в период распашки целинных земель варьировало от 15.5 до 63.4% в зависимости от типовой принадлежности почв. Согласно нашим оценкам, за первые 20 лет целинной кампании запасы углерода в почвах сократились примерно на  $81.7 \pm 6.4$  Мт С год<sup>-1</sup>, что, безусловно, не могло не сказаться на усилении глобального парникового эффекта (*Kurganova et al.*, 2015). Аналогичная экологическая катастрофа, произошла в результате освоения американских прерий в середине 30-х годов прошлого века, хотя до сих пор еще не оценены потери органического вещества почв вследствие усиления минерализационных процессов, индуцированных распашкой.

Следующее и, пожалуй, самое крупное изменение землепользования в Северном полушарии, произошло в республиках бывшего СССР и многих странах социалистического лагеря в начале 90-х годов прошлого столетия в результате развала коллективной собственности на землю. Это привело к практически единовременному (за 10-15 лет) забрасыванию около 70 млн га бывших сельскохозяйственных угодий в республиках бывшего СССР, которые сегодня представляют собой территорию преимущественного стока углерода атмосферы как в растения, так и в почвы. Ранее мы показали (*Kurganova et al.*, 2014), что средняя скорость накопления углерода в верхнем 20-см слое почв в течение 20 первых лет после выведения их из сельскохозяйственного использования составляет  $0.96 \pm 0.08$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. Оценки, выполненные для территории бывшего СССР, свидетельствуют в пользу того, что распад коллективной собственности на землю с последующим сокращением пахотных угодий привел к существенному накоплению углерода в почвах, составляющему в среднем  $67.2 \pm 5.6$  Мт С год<sup>-1</sup> за первые 20 лет переходного периода (1991-2010 гг.). Это количество дополнительно запасенного С может компенсировать около 7% потерь углерода вследствие глобальных изменений в землепользовании, главным образом, вследствие сведения лесов в тропических регионах.

Таким образом, земельная политика, проводимая в отдельных странах и целых регионах, может оказывать существенное влияние на глобальный бюджет углерода, тем самым либо усиливая парниковый эффект, либо смягчая его последствия. Без сомнения, формируя земельную политику, необходимо учитывать вышеупомянутые исторические уроки, чтобы избежать негативных экологических последствий и катастроф в будущем.

*Работа выполнялась в рамках проекта Посольства Великобритании ("Potential of idle agricultural lands of the post-soviet area to mitigate the climate changes and improve an environment") и гранта РФФИ 15-04-05156а.*

## Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. Издательство: МГУ, 2012. 413 с.
2. Houghton R.A., Hackler J.L., Lawrence K.T. The U.S. carbon budget: contributions from land-use change. *Science*. 1999. Vol. 285. P. 574-578.
3. Houghton R.A. Revised estimates of annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus (B)*. 2003. Vol. 55. P. 378-390.
4. Houghton R.A. How well do we know the flux of CO<sub>2</sub> from land-use change? *Tellus B*. 2010. Vol. 62. P. 337-351.

5. *Global Carbon Project*. 2012. Available at [www.globalcarbonproject.org](http://www.globalcarbonproject.org)
6. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stock and land use change: a meta analysis. *Global Change Biol.* 2002. Vol. 8. P. 345-360.
7. Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Six J., Kuzyakov Y. Carbon cost of collective farming collapse in Russia. *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20(3). P. 938–947.
8. Kurganova I., Prishchepov A., Lopes de Gerenyu V., Schierhorn F. Contribution to global warming potential due to virgin land campaign in the Former Soviet Union. Book of extended abstracts of International Interdisciplinary Workshop “*Potential of idle agricultural lands of the post-soviet area to mitigate the climate changes and improve an environment*”, Pushchino, 2015. P. 68-72.
9. Poeplau C., Don A., Vesterdal L. et al. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – Carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology*. 2011. Vol. 17. P. 2415-2427.
10. Wei X., Shao M., Gale W., Li L. Global pattern of soil carbon losses due to the conversion of forests to agricultural land. *Scientific reports*. 2014. 4: 4062. DOI: 10.1038/srep04062.

УДК [631.461:631.417]:631.482.1(470.1)

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СВЯЗЬ ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТЫ С ФОРМИРОВАНИЕМ И  
СВОЙСТВАМИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Е.М. Лаптева, Ю.А. Виноградова, Ф.М. Хабибуллина

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар, [lapteva@ib.komisc.ru](mailto:lapteva@ib.komisc.ru)*

FUNCTIONAL RELATIONSHIP OF THE SOIL MICROBIOTA WITH FORMATION AND  
PROPERTIES OF HUMIC SUBSTANCES IN THE ALLUVIAL SOILS  
OF THE EUROPEAN NORTH-EAST

E.M. Lapteva, Yu.A. Vinogradova, F.M.Khabibullina

*Institute of Biology Komi SC UrD RAS*

Обобщены материалы многолетнего изучения аллювиальных почв, формирующихся в долинах рек таежной зоны Европейского Северо-Востока. Показано, что целинные пойменные почвы, формирующиеся в биоклиматических условиях средней и северной тайги на бескарбонатных отложениях, несут выраженные зональные черты [1]. Ими являются: (1) значительная кислотность; (2) ненасыщенность основаниями; (3) преобладание в составе гумуса группы фульвокислот (Сгк:Сфк = 0.3 – 0.9). Относительная «молодость» прирусловой части поймы, мозаичный характер и разреженность растительного покрова обуславливают значительную вариабельность содержания гумуса в верхних горизонтах аллювиальных дерновых почв (коэффициент вариации 41-48%). В аллювиальных луговых почвах вариабельность содержания гумуса снижается (коэффициент вариации 8-12%). Меньшее пространственное варьирование этого признака обусловлено как «зрелостью» почв центральной поймы, так и большей сомкнутостью растительного покрова формирующихся здесь луговых фитоценозов.

Заращение пойменных лугов, особенно активно проявляющееся в последние годы, способствует изменению экологических условий почвообразования и увеличению объемов поступающего на поверхность почвы органического материала [2]. Отличительной особенностью морфологического строения аллювиальных почв, формирующихся под пологом пойменных лиственных лесов, является наличие хорошо выраженной маломощной грубогумусной листовенно-травянистой лесной подстилки. Ее формирование обусловлено низкими темпами минерализации листового опада, ежегодно поступающего на поверхность почвы. Мощность лесной подстилки, вне зависимости от элемента рельефа поймы и типа почвы, в среднем 3–5 см. В ней аккумулируются значительные запасы энергии (330-380 млн ккал/га), азота (1.6-1.7 т/га), углерода (36.8-43.0 т/га) и биофильных элементов. Под лесной

подстилкой залегает хорошо структурированный гумусоаккумулятивный горизонт (A1) мощностью 10-15 см, постепенно сменяющийся в почвах вершин гривы на глубине 30-50 см подстилающим супесчано-песчаным (долина р. Сысола) или суглинистым (долина р. Печора) аллювием, а в межгривных понижениях – переходящий в слабо дифференцированную на генетические горизонты (AB и B) суглинистую толщу с морфохроматическими признаками оглеения).

В аллювиальных почвах злаково-разнотравных лугов, благодаря включению в процессы гумификации отпада корней травянистых растений богатых кальцием и магнием, происходит более активное, по сравнению с почвами пойменных лесов, закрепление в минеральной толще профиля гумусовых соединений в форме гуматов кальция и прочно связанных комплексов с глинистыми минералами и минералами на основе оксидов и гидроксидов железа и алюминия.

Выявлена тесная связь состава, строения и свойств гумусовых кислот с генезисом, особенностями гидрологического режима, характером растительного покрова, под пологом которого формируются аллювиальные почвы, и особенностями качественного и количественного состава микробиоты. Показано, что в осенний период, благодаря поступлению свежего растительного опада, во всех биотопах происходит снижение кислотности лесных подстилок и гумусоаккумулятивных горизонтов, что сопровождается всплеском численности микроорганизмов, обуславливающей активную минерализацию свежего опада не только в условиях хорошо аэрированных почв, но и в переувлажненных межгривных понижениях.

Органогенные горизонты аллювиальных почв, являющиеся основной средой обитания беспозвоночных животных, наиболее динамичны по характеру влажности и теплообеспеченности. Однако даже в наиболее гидроморфных (лугово-болотных) почвах в течение летне-осеннего периода могут складываться на определенный промежуток времени относительно благоприятные условия для существования почвенной биоты и активной их жизнедеятельности. Более того, изучение температурного режима аллювиальных почв показало, что все типы средне- и северотаежных аллювиальных почв характеризовались положительными среднегодовыми значениями температур на глубинах 0, 20 и 50 см. Полученные данные свидетельствуют о возможности активного протекания в осенне-зимний период биологических процессов (минерализация растительного опада, гумификация) в почвах пойменных ландшафтов Севера.

## Литература

1. *Лаптева Е.М., Балабко П.Н.* Особенности формирования и использования пойменных почв долины р. Печоры.. Сыктывкар, 1999. 204 с.
2. Трансформация почв и растительности в процессе зарастания пойменных лугов таежной зоны / Е.М. Лаптева, С.В. Дегтева, А.А. Таскаева, Ф.М. Хабибуллина // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Матер. V междунар. конф. Сыктывкар, 2002. С. 66-76.

УДК 631.46:631.482.1(470.1)

БИОРАЗНООБРАЗИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Е.М. Лаптева, А.А. Колесникова, А.А. Таскаева, А.А. Кудрин

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар, [lapteva@ib.komisc.ru](mailto:lapteva@ib.komisc.ru)*

BIODIVERSITY OF THE FLOODPLAIN FOREST SOILS IN THE EUROPEAN NORTH-EAST

E.M. Lapteva, A.A. Kolesnikova, A.A. Taskaeva, A.A. Kudrin

*Institute of Biology Komi SC UrD RAS*

Поймы рек – уникальные природные образования, отличающиеся специфическим «земноводным» режимом и высокой плотностью жизни [1, 2]. В пределах долинных ландшафтов особый интерес представляют экосистемы пойменных лесных сообществ, основная часть которых была уничтожена на территории европейского Северо-Востока при расширении площадей сенокосных и пастбищных угодий во второй половине XX века. Сохранившиеся к настоящему времени небольшие массивы пойменных осиново-березовых лесов дают возможность оценить особенности пойменного почвообразования в лесных сообществах и выявить их роль в сохранении разнообразия почвенного населения в таежной зоне.

В результате многолетних исследований, проведенных нами в осиново-березовых лесах, занимающих пойменные террасы Печоры (северная тайга) и Сысолы (средняя тайга), установлены основные закономерности формирования биотического комплекса в аллювиальных почвах крупных рек европейского Северо-Востока. Показано, что группировки крупных беспозвоночных животных, обитающих в почвах пойменных лесов, несколько богаче и биологически более активны, по сравнению с почвами зональных хвойных экосистем. В почвах пойменных лесов таежной зоны встречено 133 вида крупных беспозвоночных животных, 66 видов коллембол и 57 родов почвообитающих нематод. Ведущую роль в видовой насыщенности сохраняет отряд Coleoptera (124 вида), в его составе на долю семейства Carabidae приходится 45 видов, семейства Staphylinidae – 52, семейства Elateridae – 14 видов. Высоким относительным обилием характеризовались также дождевые черви и многоножки (Chilopoda: Lithobiidae), имаго и личинки жуков (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae, Elateridae), а также муравьи (средняя тайга), червецы и двукрылые (северная тайга). В целом, в аллювиальных почвах авто- и полугидроморфного ряда (аллювиальных дерновых и аллювиальных луговых) видовое богатство крупных беспозвоночных животных в 2.5-3 раза выше, по сравнению с гидроморфными почвами межгрядных понижений (аллювиальных лугово-болотных<sup>4</sup>).

Для сообществ крупных беспозвоночных животных, населяющих почвы пойменных лесов, формирующихся в долинах Печоры и Сысолы, характерно отсутствие постоянных доминантов. В зависимости от срока отбора в аллювиальных почвах, занимающих вершины гряд, могут доминировать *Lumbricus rubellus*, *Monotarsobius curtipes*, *Geostiba circellaris*, *Selatosomus impressus*, *Athous niger*, *Selatosomus aeneus*, в почвах пойменных террас среднего высотного уровня – *Monotarsobius curtipes* и *Selatosomus impressus*, в почвах межгрядных понижений – *Octolasion lacteum*, *Geostiba circellaris* и виды отряда двукрылых. В почвах северотаежных пойменных лесов (р. Печора) численность мезофауны составляет 48-356 экз./м<sup>2</sup>, в среднетаежных (р. Сысола) она варьирует от 22 до 82 экз./м<sup>2</sup>.

В структуре микроартропод основную роль играют коллемболы и орибатида. Фауна ногохвосток в рассмотренных нами аллювиальных лесных почвах представлена типичными для европейской тайги видами. Наиболее богаты в видовом отношении семейства Isotomidae (25 видов), Neanuridae (10), Onychiuridae (7), Hypogastruridae (5), Entomobryidae (4),

<sup>4</sup> Классификация и диагностика почв проведена в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» [3].



остальные – представлены 1-3 видами. В пойменных лесах долины р. Печора постоянным доминантом является только вид *Folsomia quadrioculata*. С ростом увлажнения относительное обилие таких видов как *Folsomia quadrioculata* и *Protaphorura boedvarsson* сокращается, а видов *Anurida ellipsoids* и *Desoria hiemalis* – увеличивается. В лесных почвах, занимающих пойменные террасы долины р. Сысола, доминируют *Folsomia fimetarioides*, *Isotomiella minor*. По мере усиления гидроморфизма аллювиальных лесных почв, отмечено сокращение удельного веса почвенных видов и увеличение – поверхностных и верхнеподстилочных. В биоклиматических условиях средне- и северотаежных рек максимальной численностью коллембол отличаются наиболее аэрируемые и теплообеспеченные аллювиальные дерновые почвы [4]. Здесь зарегистрировано около 50 видов коллембол с плотностью населения до 90 тыс.экз./м<sup>2</sup>. В аллювиальных луговых и лугово-болотных почвах долины р. Сысола отмечено 35 и 38, долины р. Печора – 27 и 15 видов ногохвосток соответственно. Вариабельность численности поверхностно-обитающих видов выражена сильнее по сравнению с геми- и эуэдафическими видами [5].

Комплексы нематод в аллювиальных лесных почвах таежной зоны могут быть охарактеризованы как сукцессионно устоявшиеся системы, функционирующие в условиях отсутствия антропогенного воздействия. Для них характерно типичное для почвенных беспозвоночных животных профильное распределение с высокой долей хищных и бактериотрофных форм в лесной подстилке и паразитов и бактериотрофов в минеральных горизонтах. В структуре нематоценозов наиболее представительны семейства *Cephalobidae* (7), *Tylenchidae* (6) и *Mononchidae* (5 родов). В направлении от вершин грив к межгривным понижениям наблюдается закономерное снижение таксономического разнообразия сообщества нематод от 52 до 42 родов. При этом таксономический состав сообщества нематод аллювиальной лугово-болотной почвы более специфичен, что обусловлено преимущественным распространением здесь представителей родов *Tobrilus*, *Epitobrilus* и *Mononchus*, адаптированных к условиям повышенной влажности почвенной среды.

Статистическая обработка полученного массива данных по численности и видовому составу различных групп почвенных беспозвоночных, микроорганизмов, параметров почвенной среды (влажность и температура, величина рН, содержание Сорг., лабильных форм гумуса), параметров биохимической активности почв (каталазная, дегидрогеназная, инвертазная активность) показала, что в пойменных почвах авто- и полугидроморфного ряда (аллювиальные дерновые и аллювиальные луговые) ведущими факторами, определяющими динамику численности почвенных беспозвоночных, является кислотность среды и содержание органического углерода. Значимость климатических факторов (температура, осадки) нами отмечена только для сообществ аллювиальных луговых почв пойменных лесов. При этом в них существенную роль в регулировании численности мезофауны может играть микробная биомасса. В переувлажненных почвах межгривных понижений связи между параметрами среды и динамикой численности биоты практически не прослеживаются.

## Литература

3. Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1968. 296 с.
4. Добровольский Г.В. Генезис, эволюция и охрана почвенного покрова пойм Нечерноземной зоны РСФСР // Научные основы оптимизации и воспроизводства плодородия аллювиальных почв Нечерноземной зоны РСФСР. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1991. С. 3-14.
5. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
6. Лантева Е.М., Балабко П.Н. Особенности формирования и использования пойменных почв долины р. Печоры. Сыктывкар, 1999. 204 с.
7. Таскаева А.А., Лантева Е.М. Динамика сообществ коллембол (*Collembola*) в среднетаежных пойменных лесах // Поволжский экологический журнал, 2012. №4. С. 426-436.

СОСТАВ СТРУКТУРНЫХ ФРАГМЕНТОВ И СКОРОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА<sup>5</sup>

А.А. Ларионова\*, Б.Н. Золотарева\*, Ю.Г. Колягин\*\*, А.К. Квиткина\*,  
В.В. Каганов\*\*\*, В.Н. Кудеяров\*

<sup>1</sup>*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
e-mail: larionova\_al@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,*

<sup>3</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

STRUCTURAL FRAGMENTS COMPOSITION AND MINERALISATION RATE OF  
SOIL ORGANIC MATTER IN SOILS OF TEMPERATE ZONE

A.A. Larionova\*, B.N. Zolotareva\*, Yu. G. Kolyagin\*\*, A.K. Kvitkina\*,  
V. V. Kaganov\*\*\*, V.N. Kudeyarov \*

*\*Institute of Physico-Chemical and Biological Problems in Soil Science RAS,*

*\*\*Chemical Faculty of MSU*

*\*\*\*Centre for Forest Ecology and Productivity RAS*

Процессы разложения и стабилизации органического вещества (ОВ) определяют ряд биосферных и биогеоценологических функций почвы: трансформационную функцию, функции депо элементов питания, защитного и буферного биогеоценологического экрана, регулятора газового состава атмосферы и др. [1]

Для характеристики ОВ разработана система показателей гумусного состояния почв [2]. По мере развития системы ее предлагалось дополнить показателями, характеризующими связи между условиями гумусообразования и особенностями строения и структуры гуминовых веществ: продолжительность периода биологической активности (ПБА), степень бензоидности и показатель гумификации ОВ [3]. В связи с необходимостью устойчивого функционирования экосистем особенно актуальной становится экологическая функция почвы как защитного и буферного биогеоценологического экрана, поэтому необходим поиск связей между условиями гумусообразования и устойчивостью ОВ.

Сравнительный анализ климатических характеристик и устойчивости ОВ к разложению в широком зональном ряду почв Европейской России, проведенный в настоящей работе, позволил оценить связь между ПБА, содержанием химически устойчивых функциональных групп и минерализацией гумуса. Почвы ряда располагались в широтном направлении с севера на юг в следующем порядке: торфяно поверхностно-глеевая, подзол, дерново-подзолистая, серая лесная, чернозем обыкновенный, чернозем южный, каштановая несолонцеватая, бурая полупустынная. Устойчивость ОВ определяли по данным Сгк/Сфк, соотношению функциональных групп в составе гумуса с помощью твердофазной <sup>13</sup>C-ЯМР спектроскопии почвенных образцов и на основе прямых измерений скорости минерализации ОВ по эмиссии CO<sub>2</sub>.

В зональном ряду почв содержание легко разлагаемых О-алкильных и карбоксильных групп не имеет четко выраженного тренда и колеблется в пределах 43-50% и 8-13% Сорг, соответственно. Содержание устойчивых ароматических функциональных групп увеличивается от торфяно поверхностно-глеевых южных черноземов от 9 до 21%, а затем незначительно снижается до 18% Сорг к бурым полупустынным почвам. Распределение незамещенных алкильных групп, которые также устойчивы к разложению имеет U-образный

---

<sup>5</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-04-01738), гранта Президента Российской Федерации НШ-6123.2014.4, гранта РНФ (грант № 14-14-00625)

характер, снижаясь в ряду от торфяно поверхностно-глеевой до южного чернозема от 41 до 22% и увеличиваясь к бурым полупустынным почвам до 31% Сорг.

В исследуемом ряду обнаружена слабая связь между скоростью минерализации и содержанием химически устойчивых функциональных групп в ОВ почвы. В то же время, наиболее низкие скорости минерализации органического углерода наблюдались в черноземе южном – почве с максимальным содержанием ароматических групп (21 % Сорг) и торфяно-поверхностно-глеевой почве тундры, в которой было отмечено экстремально высокое содержание незамещенных алкильных  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}_3$  групп (41 % Сорг).

Корреляция между ПБА и индексами глубины гумификации – Сгк/Сфк, степенью ароматичности и соотношением алкил/Оалкил в ОВ оказалась статистически значимой. Наиболее тесная связь наблюдалась между периодом биологической активности и отношением алкил/О-алкил, поэтому этот индекс следует включить в систему показателей гумусного состояния почвы..

### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв// М. МГУ. 2012. 412 с.
2. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв// Проблемы почвоведения. М. Наука, 1978. С. 42-47.
3. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов// Почвоведение. 2004. №8. С. 918-926.

УДК 631.46

#### НАНОФОРМЫ БАКТЕРИЙ – НЕИЗУЧЕННАЯ ЧАСТЬ ПОЧВЕННОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ

*Л.В. Лысак, Е.В. Лапыгина, А.Г. Кудинова*

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [lvlysak@mail.ru](mailto:lvlysak@mail.ru)*

#### BACTERIAL NANOFORM IS UNVESTIGATED PART OF SOIL BACTERIAL DIVERSITY

*L.V. Lysak, E.V. Lapigina, A.G. Kudinova*

*Soil science faculty of MSU*

Важнейшей экологической функцией почвы по отношению к населяющим ее организмам является сохранение биоразнообразия планеты, в том числе и самых мелких ее обитателей – бактерий [1]. Современная концепция выживания микроорганизмов в естественных средах предусматривает их переход в, так называемое, «некультивируемое, но жизнеспособное состояние». Характерной особенностью такого состояния является уменьшение клеточного размера и высокая устойчивость клеток к физическим и химическим воздействиям. Уменьшение клеточного размера приводит к появлению наноформ бактерий. Феномен нанотрансформации как в естественных средах обитания (вода, почва), так и в чистых культурах был обнаружен у некоторых бактерий еще в прошлом веке [3].

Термин «нанобактерии» (наноформы) впервые употребил Роберт Морита, однако широко использоваться он начал в работах финского микробиолога Олави Каяндера и американского геолога Роберта Фолка, обнаруживших подобные микроорганизмы в осадочных породах. В настоящее время к нанобактериям (наноформам) относят мелкие прокариотные организмы с линейными размерами менее 0,2 мкм [2].

В последнее десятилетие наноформы бактерий привлекли к себе пристальное внимание микробиологов, почвоведов и геологов, поскольку были обнаружены в почве, на поверхности горных пород и минералов, внутри марсианских метеоритов [2,8].

Проведенные на кафедре биологии почв исследования (2007-2015 гг.) свидетельствуют о широком распространении наноформ бактерий в почвах. Численность наноформ в исследованных нами почвах России (дерново-подзолистая, серая лесная,

чернозем, торфяная верховая болотная, горные почвы Кавказа) была весьма велика и составляла десятки и сотни млн. клеток в 1 г почвы, а долевое содержание достигало 5-10 % от числа клеток, учитываемых прямым микроскопическим методом [5]. Исследование почвенных прокариотных сообществ криптогамных пустошей Восточной Антарктиды выявило значительную численность (десятки млн. клеток в 1 г) и высокое долевое содержание (70-80% от общего числа выявленных клеток) [4]. Обнаружены наноформы бактерий также в ферраллитных почвах острова Куба и почвах и латеритах Вьетнама. Численность их доходила до десятков млн. клеток в 1 г почвы (породы), а содержание варьировало от 5 до 12%. Высокая численность наноформ зафиксирована также в городских почвах, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами – до 100 млн. клеток в 1 г.

В дерново-подзолистой и дерновой луговой почве выявлен почвенный локус (железо-марганцевые конкреции), где значительная часть бактерий (до 40%) представлена наноформами. [6]. Эти результаты позволяют предположить, что в процессах образования железо-марганцевых конкреций в почве активно участвуют наноформы бактерий.

Характерной особенностью наноформ является их высокая жизнеспособность. Доля жизнеспособных клеток среди них была всегда выше (75-95%), чем этот показатель для бактерий обычного размера – 60-65% [5]. Электронно-микроскопическое исследование наноформ в почвах и подпочвенных отложениях, проведенное методами сканирующей и просвечивающей микроскопии также свидетельствует о высокой жизнеспособности подобных клеток: выявлено наличие делящихся клеток, ультраструктурные характеристики некоторых клеток сходны с некоторыми покоящимися формами прокариот [7].

Таксономическая принадлежность наноформ бактерий из чернозема, горно-луговой почвы, верхового торфяника и некоторых почв Антарктиды была изучена с помощью метода FISH. Среди них обнаружены представители доменов Archaea и Bacteria. Среди домена Bacteria доминировали бактерии филума Proteobacteria (классы Alpha-, Beta-, Gamma- и Deltaproteobacteria). Доля неидентифицированных клеток среди наноформ всегда была выше, чем среди бактерий обычного размера, что свидетельствует о присутствии среди наноформ неизвестных или слабоизученных таксонов. В железо-марганцевых конкрециях среди нанобактерий обнаружены также малоизученные филумы *Acidobacteria* и *Planctomycetes*.

Роль нанобактерий в диагенезе вторичных почвенных минералов, видимо, значительна, что требует самого тщательного изучения этого явления. Значительная численность и доля нанобактерий бактерий в конкрециях, их высокая жизнеспособность и таксономическое разнообразие позволяет сделать вывод о значимой роли наноформ бактерий в процессах образования конкреций.

Очевидно, что наноформы бактерий составляют значительную и наименее изученную часть почвенного бактериального разнообразия, поскольку среди них наряду с известными таксонами велика доля неидентифицированных форм. Экологический смысл перехода прокариот в состояние наноформ может рассматриваться как проявление стратегии выживания микроорганизмов при наступлении неблагоприятных условий (низкая температура, влажность, нехватка жизненного пространства в почвенных новообразованиях и пищевых ресурсов).

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 270 с.
2. Дуда В.И., Сузина Н.Е., Поливцева В.Н., Боронин А.М. Ультрамикробактерии: становление концепции и вклад ультрамикробактерий в биологию //Микробиология. 2012. Т. 81.№4.С. 415-427.
3. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. Изд-во МГУ. 1987. 255с.

4. Кудинова А.Г., Лысак Л.В., Соина В.С., Мергелов Н.С., Долгих А.В., Шоркунов И.Г. Бактериальные сообщества криптогамных пустошей Восточной Антарктиды (Холмы Ларсеманн, оазис Холмы Тала) // Почвоведение. 2015. №3. С. 317-329.
5. Лысак Л.В., Лапыгина Е.В., Конова И.А., Звягинцев Д.Г. Численность и таксономический состав наноформ бактерий в некоторых почвах России // Почвоведение. 2010. № 7. С. 819-824.
6. Лысак Л.В., Кадулин М.С., Конова И.А., Лапыгина Е.В., Иванов А.В., Звягинцев Д.Г. Численность, жизнеспособность и таксономический состав наноформ бактерий в железисто-марганцевых конкрециях // Почвоведение. 2013. № 6. С. 707-714.
7. Соина В.С., Лысак Л.В., Конова И.А., Лапыгина Е.В., Звягинцев Д.Г. Электронно-микроскопическое исследование наноформ бактерий в почвах и подпочвенных отложениях // Почвоведение. 2012. № 11. С. 1188-1198.
8. Panikov N. Contribution of nanosized bacteria to the total biomass and activity of a soil microbial community // Advances in Applied Microbiology. 2005. V. 57. P. 245–296.

УДК 631.44

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВОПОДОБНЫХ ТЕЛ НА УЧАСТКАХ ИСКУССТВЕННОГО  
ОСВЕЩЕНИЯ В ПЕЩЕРАХ

С.Е. Мазина\*, А.А. Семиколенных\*\*

\*Химический факультет МГУ, г. Москва, [conophytum@mail.ru](mailto:conophytum@mail.ru)

\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва

FORMATION OF SOIL-LIKE BODIES  
ON THE SPOTS WITH ARTIFICIAL ILLUMINATION IN CAVES

S.E. Mazina\*, A.A.Semikolennykh\*\*

\*Chemical faculty of MSU

\*\*Soil science faculty of MSU

Ряд экскурсионных пещер, заложенных в известняках, оборудован стационарным освещением. Свет направляют на различные участки пещеры, для декорирования подземных ландшафтов, освещая коренные породы и различные вторичные отложения. В пещерах высокая влажность воздуха от 60 до 100%, поэтому и увлажненность субстратов сохраняется высокой, даже при воздействии освещения. Освещенные поверхности могут в разной степени орошаться водой – капельной влагой или потоками постоянного или периодического характера. Такое разнообразие биотопов приводит к широкому спектру сообществ фототрофов, именуемых в совокупности иногда «ламповой микрофлорой».

Исследование сообществ обрастаний в известняковых карстовых пещерах Кавказа и Крыма: Ахштырской, Воронцовской, Новоафонской, Мраморной, имеющих сходные параметры микроклимата (температура 6-11°C, влажность 60-100%) выявили закономерности приуроченности видов к биотопам на основе анализа их встречаемости и обилия. Ниже указаны виды доминантного комплекса (доминанты или субдоминанты).

На известняке развиваются зеленые одноклеточные водоросли и в доминантном комплексе *Mychonastes homosphaera*, *Chlorococcum minutum*, одноклеточные цианобактерии *Gloeocapsa rupestris*, *Gloeotheca rupestris*, многоклеточные цианобактерии *Nostoc punctiforme*, в некоторых сообществах отмечены мхи *Platydictya jungermanniioides*. Рыхлый известняк; известняк и кальцит с мелкими трещинами, заполненными глинистыми отложениями – зеленые одноклеточные водоросли *Mychonastes homosphaera*, *Chlorella vulgaris*, цианобактерии *Nostoc microscopium*, мхи *Fissidens gracilifolius*, папоротники *Phyllitis scolopendrium*, заростки папоротников, протонема мхов. Кальцит – зеленые водоросли *Mychonastes homosphaera*, *Chlorella vulgaris*, цианобактерии *Gloeocapsopsis magma*, *Nostoc punctiforme*, заростки папоротников. Тонкие глинистые отложения на кальците – мхи *Fissidens gracilifolius*, протонема мхов, зеленые одноклеточные водоросли *Mychonastes*

*homosphaera*, цианобактерии *Nostoc punctiforme*, заростки папоротников. Тонкие глинистые отложения на известняке – мхи *Fissidens gracilifolius*, *F. bryoides*, зеленые одноклеточные водоросли *Chlorella vulgaris*. Глинистые отложения – папоротники *Phyllitis scolopendrium*, *Asplenium trichomanes*, заростки папоротников, мхи *Fissidens gracilifolius*, *F. taxifolium*, *Isopterygiopsis pulchella*, *Platydictya jungermannioides*, *Tortula protobryoides*, *Leucodon sciuroides*, *Sciurohypnum oedipodium*, *Marchantia polymorpha*, протонема мхов, зеленые одноклеточные водоросли *Mychonastes homosphaera*, цианобактерии *Gloeotheca rupestris*, *Trichormus variabilis* и цианобактерии с карбонатными чехлами *Scytonema drilosiphon*. Участки с периодическими водотоками или капелью - зеленые одноклеточные водоросли *Mychonastes homosphaera*, диатомовые водоросли *Diadesmis contenta*, *Navicula mutica*, цианобактерии *Oscillatoria limnetica*, *Nostoc paludosum*, *Nostoc microscopicum*, чехлообразующие цианобактерии *Scytonema drilosiphon* и *Tolypothrix calcarata*, протонема мхов.

В местах, где происходит развитие фототрофных сообществ, наблюдается постепенная трансформация минерального субстрата в направлении формирования почвоподобных тел. Эти тела, несмотря на то, что характеризуются крайне малыми мощностями (порядка первых миллиметров), тем не менее представляют собой зону контакта биоты и литологической основы. К основным их свойствам относятся: формирование субгоризонтальных слоев с различными свойствами, заметная активизация процессов выветривания первичных пород или структуризация осадочных пленок, значимое обогащение этих слоев биогенными элементами (что в первую очередь маркируется содержанием минеральных форм азота).

Так на плотном известняке, где более пяти лет развиваются цианобактерии, обнаружены почвоподобные отложения толщиной до 0,5 мм, которые могут быть интерпретированы как микропрофили карбонатных рендзин – аналогов наземных почв. На известняке, ранее дезинтегрированном процессами конденсационной коррозии, отмечалось формирование микропрофилей по цвету (обогащение органическим веществом). В тех местах, где литологическую основу составляют вторичные карбонатные образования (преимущественно кальцит), отмечено проникновение водорослей в минерал на глубину до 5 мм, что, безусловно, связано с динамикой и стадийностью кристаллизации минерала.

Участки с периодическими водотоками или капелью в большей степени различаются в зависимости от субстрата, чем от характера увлажнения. На плотном известняке формируются биопленки с преобладанием нитчатых форм цианобактерий, которые относительно плотно прилегают к известняку и вероятно частично в него интегрированы. На мономинеральных поверхностях с преобладанием кальцита, где присутствуют временные водотоки, образуются обширные разрастания чехлообразующих видов цианобактерий, которые с одной стороны способствуют разрушению кальцитового слоя, проникая внутрь отложений, а с другой стороны, фильтруют и удерживают частицы, попадающие в пещеру с водным потоком. В результате, происходит формирование нового природного почвоподобного тела, как за счет выветривания, так и за счет иллювирирования механических частиц. Особенностью этих профилей является то, что одновременно деградиционный процесс развивается вглубь (за счет прогрессирующей коррозии карбонатов), и аккумулятивный процесс идет субгоризонтально, согласно ламинарно-турбулентным законам водного потока.

На участках с постоянно существующими водотоками, на кальцитовых поверхностях образуются эпилитные сообщества, состоящие из цианобактерий, зеленых многоклеточных водорослей и диатомовых, под которыми происходит разрушение кальцитового слоя (иногда на глубину до 1,5 см). В случае механического удаления биопленки поток воды быстро смывает разрушенный слой.

Предварительные оценки накопления углерода и азота в органо-минеральных микрослоях под ламповой микрофлорой, показали, что имеет место выраженное накопление этих элементов. Причем заметна тенденция, что чем выше доля сосудистых растений в

структуре фототрофных сообществ, тем заметнее обогащение и углеродом и азотом в субстрате под ними. Так для образцов из пещеры Ахштырская (Сочи, Кавказ), где современное развитие сообществ фототрофов весьма активно, были получены следующие значения (валовая массовая доля, средние значения, пиролиз): 1) Сообщество с доминированием цианобактерий, почвоподобный слой 0-1мм: С-8%, N-0,2%). 2) Сообщество с высокой долей зеленых мхов; слой 0 - 1мм: С-11,6%, N-0,3%; слой 1-3 мм: С-8,7%, N- 0,1%). 3) Сообщество с высокой долей папоротников: слой 0 - 1мм: С-15,3%, N-0,6%; слой 1-3 мм: С-6,3%, N-0,2%). Заметно уменьшение соотношения C/N в горизонтах почвоподобных тел в ряду: цианобактерии > зеленые мхи > папоротники. Ранее (Семиколенных, Таргульян // Почвоведение, №6, 2010. Стр. 658-672) было показано, что бактериальные сообщества с высокой биомассой почти не формируют при гибели «органопрофиля», относясь, таким образом, к «безгумусным экосистемам».

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, проект № 14-27-00133.

УДК 631.42

## БИОТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

О.А. Макаров\*, В.И. Васенёв\*\*

\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [oa\\_makarov@mail.ru](mailto:oa_makarov@mail.ru)

\*\* Российский университет дружбы народов, г. Москва, [vasenyov@mail.ru](mailto:vasenyov@mail.ru)

Biotic regulation in underpinning sustainable soil functioning in environmental systems

О.А. Makarov\*, V.I. Vasenev\*\*

\*Soil science faculty of MSU

\*\* Peoples' Friendship University of Russia

В учении Г.В.Добровольского об экологических функциях почв в отдельных экосистемах и окружающей среде в целом [2, 3, 4] наступил этап, когда необходимо:

а) не только описание, но и проведение количественной оценки этих функций;

б) моделирование (включая его математическую составляющую) функционирования почв как строго сопряженного в пространстве выполнения функций, как правило, имеющего циклический характер.

Показатели функционирования почв подчиняются суточной, сезонной, годовой динамике, отражают периодические изменения климата в столетних и тысячелетних временных циклах (например, наступление малого ледникового периода в Европе в средние века). Естественно, так как почва является открытой системой, практически все циклы ее функционирования являются «разомкнутыми».

Кроме того, при изучении функционирования почв нельзя не учитывать сукцессии растительных сообществ, современные геолого-геоморфологические процессы (формирование речных долин, изменение уровня грунтовых вод, оврагообразование), приводящие к изменению (эволюции) почвенного покрова. Эволюция почв Русской равнины в голоцене – яркое тому подтверждение.

Наконец, на территориях с повышенной антропогенной нагрузкой (промышленные, селитебные функциональные зоны) функционирование почв «осложняется» процессами их загрязнения, деградации и захламления. Также на этих территориях возможно существование искусственно сконструированных почв – конструктортоземов.

Была проведена оценка функционирования конструктортоземов Москвы и Московской области по содержанию углерода микробной массы и органического углерода, интенсивности микробного дыхания почв. Для указанных почв были проведены - оценка

трёх частных экологических функций (почва как местообитание микроорганизмов, почва как регулятор газового состава атмосферы, почва как субстрат для растений) и интегральная оценка экологического функционирования на основе микробного метаболического коэффициента  $qCO_2$  (определяется как отношение базального дыхания к углероду микробной массы) и расчётного обобщающего индекса (среднего гармонического частных оценок).

Количественная оценка осуществлялась по разработанным 5-ти балльным шкалам (значения: оптимальное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, критическое) путем сопоставления измеряемых или рассчитываемых показателей с эталонными значениями.

В результате интегральной оценки показано неудовлетворительное функционирование конструкторов в целом по региону (38% критических значений по показателю  $qCO_2$  и 34% по среднему гармоническому частных оценок), для частных функций отмечено разнообразие оценок - от оптимальной до критической. Таким образом, функционирование большинства исследованных почв в соответствующих городских экосистемах нельзя признать устойчивым. Кроме того, установлено, что функцию местообитания микроорганизмов конструкторы промышленных зон выполняют хуже, чем селитебных и рекреационных, а функцию субстрата для растений - лучше.

Выполненные исследования выявили достаточно высокую корреляцию результатов функционально-экологической оценки с почвенно-экологическим индексом (ПЭИ) по И.И. Карманову [5], рассчитанным на основании региональных стандартных величин и поправочных коэффициентов, который, по сути, выступил критерием достоверности этой оценки.

Анализ базовых функций почв в экосистемах, выполненный на основе количественной оценки микробиологических показателей, показал эффективность использования последних. Между тем, в существующих перечнях деградации земель биологические показатели практически не отражены [6, 7]. При этом качество почвы, как и любой экосистемы, не только диагностируется биотой, но и, в значительной степени, ею регулируется.

Исследования последнего времени убедительно показывают, что биотическая регуляция всех экосистем, осуществляющаяся путем функционирования («работы») живых организмов всех видов, входящих в экологическое сообщество, «удерживает» эти экосистемы в метастабильном и даже стабильном состоянии. Если бы биотической регуляции условий окружающей среды не существовало, неконтролируемые биотические процессы разрушили бы окружающую среду на четыре порядка (т.е. в десять тысяч раз) быстрее, чем физико-химические процессы [1], так как эрозия почв, опустынивание, падение биологической продуктивности и интенсивности круговорота воды — все это современные примеры быстрой деградации окружающей среды под воздействием хаотических биотических процессов [8].

## Литература

1. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 470 с.
2. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 137 с.
3. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 185 с.
4. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 270 с.
5. Карманов И.И. Почвенно-экологическая оценка // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. С. 161-233.



6. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель [утв. приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.].
7. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.: Изд-во РЭФИА, 1996. С. 174-196.
8. *Turner II, B.L.*, 2003. Toward integrated land-change science: advances in 1.5 decades of sustained international research on land-use and land-cover change // *Steffen, W., Jäger, J., Carson, D.J., Bradshaw, C. (Eds.)*, Challenges of a Changing Earth. Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10–13 July 2001. Springer-Verlag, Berlin, pp. 21–26.

УДК 631.48

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ  
НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Е.Ю. Максимова, Е.В. Абакумов

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург*

*Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти*

*doublemax@yandex.ru, e\_abakumov@mail.ru*

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF WILDFIRES IMPACT ON SOILS

E. Maksimova, E. Abakumov

*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg*

*Institute of Ecology of Volga basin, Togliatty city*

Лесные пожары – регулярно повторяющийся природный фактор, нарушающий естественное равновесие между отдельными компонентами биогеоценоза, влияющий на биогеохимические процессы, почвообразование и динамику фитоценозов. Кроме того, пожары – мощный активно действующий экологический фактор современного экогенеза. Пирогенное воздействие огня отражается как на химических, так и на биологических свойствах почв, причем степень воздействия определяется интенсивностью, типом пожара и устойчивостью лесного сообщества и его отдельных компонентов. Пожарам в системе деградации почвенного покрова принадлежит особое место, что связано с их регулярной повторяемостью, катастрофичностью и многосторонним специфическим влиянием на окружающую среду, в том числе и на почвенный покров [2].

Пирогенные изменения в почве являются следствием непосредственного воздействия огня, а также косвенных послепожарных изменений в биогеоценозе, причем последние имеют значительно большее распространение. Послепожарный период характеризуется многими важными процессами, среди которых можно отметить увеличение содержания золы и ряда микроэлементов в некоторых растениях. Смена типа фитоценоза приводит к изменению биологического круговорота. Происходит потеря биофильных элементов не только из состава биомассы, но и из лесной подстилки. Судьба элементов различна. Одни из них безвозвратно теряются из ландшафта и поступают в гидрографическую сеть, другие аккумулируются на почвенно-геохимических барьерах. Судьба многих летучих компонентов складывается по-разному – от поступления в атмосферу до последующего переноса и аккумуляции в смежных ландшафтах. При благоприятных условиях, что более всего связано с типом ландшафта и отсутствием эрозионных явлений, значительная часть элементов вовлекается в биологический круговорот в результате становления нового фитоценоза.

Пожары приводят к серьезным изменениям в пределах почвенного профиля. Однако морфологическая организация почв, будучи консервативным признаком, под действием пирогенного фактора изменяется мало. В случае почв пожарищ на поверхности почв возникает пирогенный горизонт (обозначается индексом *rig*), который характеризуется большим содержанием угольков; кроме того, подстилка с поверхности почвы сгорает и превращается в золу, диагностирующуюся как смесь минеральных почвенных компонентов

и сгоревших растительных остатков, мелких кусочков древесного угля грязно-серого цвета. В течение последующих лет наблюдений происходит уменьшение мощности пирогенных горизонтов и перемещение компонентов обугленного материала вниз по профилю. Это свидетельствует о проявлении процессов эрозии на поверхности почв в отсутствии лесной подстилки.

Ранее было установлено [5], что после пожара наблюдается изменение показателей кислотности (рН водной суспензии) и содержания углерода органического вещества ( $C_{орг}$ ) верхних органических горизонтов. Причем минимальное содержание углерода органических веществ находится

позициях. По показателю рН в целом – склоновые позиции более щелочные, а вершины и понижения – нейтральные или слабокислые. Данное явление характерно для 5-летней стадии восстановления почв в лесных экосистемах и свидетельствует о динамике геохимических полей в постпирогенных ландшафтах.

Таким образом, особенно активны процессы потери грубого гумуса при выгорании подстилки и верхнего гумусового горизонта; кроме того, происходит деградация первичных минералов и глинистой плазмы [2]. Некоторые авторы отмечают увеличение гуминовых кислот, а также сужение отношения углерода к азоту [3], а в других работах зафиксировано появление наиболее агрессивных фракций, представленных фульвокислотами [2].

Изменения в морфологии почв наиболее заметны в верхних горизонтах (широкое распространение угольков, сохранение охристых тонов в окраске горизонтов). Выгорание подстилки приводит к изменению залегания почвенных горизонтов. По мере становления растительности начинает формироваться новая подстилка, но бывшие пирогенные горизонты сохраняются длительное время. В результате пожаров изменяется кислотность почв, обычно в сторону подщелачивания. В образующейся после пожаров золе отмечается потеря наиболее подвижных элементов. К их числу следует отнести калий, натрий, магний и марганец [1].

Наблюдаются изменения и в составе, количестве и характере распределения по почвенному профилю полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) при воздействии лесных пожаров [4]. Миграция ПАУ в пределах склона может происходить в сорбированном на поверхности почвенных частиц состоянии.

Таким образом, обобщая материалы о действии пожаров на почвы, можно сделать заключение, что их действие носит зачастую спонтанный характер с нарушением естественного хода эволюции почв, а зона воздействия распространяется от общебиогеоценотического и ландшафтного воздействия до отдельных компонентов и их составляющих. Важнейшие деградационные явления связаны с потерей гумуса, изменением кислотности и биологической активности почв. В крайних вариантах нарушение почвенного профиля приводит к частичной потере почвенного мелкозема, а иногда и всей почвенной массы.

Увеличивающееся воздействие человека, а именно, в форме лесных пожаров, на естественные биогеоценозы приводит к изменению функционирования экосистем и делает необходимым проведение мониторинговых работ. Влияние лесных пожаров долговременно проявляется именно на свойствах почвенного покрова в силу его депонирующего характера, поэтому его изучение является особенно важным при оценке влияния пирогенного фактора на ландшафты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов мол-а 14-04-32132, мол-а-вед 15-34-20844.

## Литература

1. Горбачев В.Н., Дмитриенко В.К., Попова Э.П. и др. Почвенно-экологические исследования в лесных биогеоценозах. – Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирские отд-е, 1992.
2. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв. – М.: изд-во МГУ, 2002.
3. Ефремова Т.Т., Ефремов С.П. Пирогенная трансформация органического вещества почв лесных болот // Почвоведение. – 2006 - №12. – С. 1441-1450.
4. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С., Абакумов Е.В. Полициклические ароматические углеводороды в почвах, пройденных верховым и низовым пожаром // Известия Самарского научного центра РАН, 2013, т.15, №3, с. 63-68.
5. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С., Абакумов Е.В. Свойства почв тольяттинского соснового бора после катастрофических пожаров 2010 г. // Почвоведение, 2014, №9, с. 1131-1144.

УДК 631.417

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ДЕНСИМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ ПРИ ИНКУБАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В ПОКРОВНОМ СУГЛИНКЕ

А.Н. Мальцева\*, Д.Л. Пинский\*, Е.Н. Музафаров\*\*

\*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, [anasmalts@rambler.ru](mailto:anasmalts@rambler.ru), [pinsky43@mail.ru](mailto:pinsky43@mail.ru)

\*\*Естественнонаучный институт Тульского государственного университета, г. Тула, [enmuzafarov@mail.ru](mailto:enmuzafarov@mail.ru)

ORGANIC MATTER OF DENSIMETRIC FACTIONS DURING INCUBATION OF THE PLANT MATERIAL IN THE COVER LOAM

A.N. Maltseva\*, D.L. Pinskiy\*, E.N. Muzafarov\*\*

\*Institute of Physico-Chemical and Biological Problems in Soil Sciences RAS

\*\*Natural Sciences Institute, Tula State University

Физическое фракционирование почвы по размеру или плотности частиц является широко распространенным методом исследования биогеохимической трансформации органического вещества (ОВ). Денсиметрические фракции рассматриваются как пулы ОВ с различным временем оборота и различной функциональной ролью в динамике  $C_{орг}$  и других элементов [1]. Легкие фракции, преимущественно состоящие из не полностью разложившихся и частично гумифицированных остатков, характеризуются быстрым временем оборачиваемости. ОВ тяжелых фракций считается более стабилизированным в результате образования прочных связей с поверхностью минералов. Процессы минерализации и гумификации поступающих в почву растительных остатков (РО) сопровождаются органо-минеральными взаимодействиями. При взаимодействии ОВ и минеральной фазы формируются различные виды органо-минеральных частиц: органические остатки с налипшими глинистыми частицами, минеральные зерна с адсорбированным на поверхности ОВ, агрегаты из первых двух видов [2]. Плотность органо-минеральных частиц определяется количественным соотношением отдельных минералов и органических соединений в их составе. От закономерностей перераспределения ОВ трансформируемых органических остатков между почвенными компонентами и природы связей ОВ с минеральной матрицей зависит динамика углерода в экосистемах.

Целью данной работы является изучение роли различных денсиметрических фракций покровного суглинка в стабилизации продуктов трансформации РО кукурузы и клевера в лабораторных условиях.

В инкубационных экспериментах исследовали перераспределение продуктов разложения РО надземной части кукурузы и клевера в покровном суглинке между различными денсиметрическими фракциями. Продолжительность экспериментов – 6 месяцев. Минералогический состав суглинка представлен кварцем – 59 %, каолинитом – 16 %, слюдой – 13 %, полевыми шпатами – 11 % и смектитом – 2 %; содержание физической

глины 21 %. Растительные остатки вносили в виде частиц 3-5 мм. Органо-минеральные смеси инокулировали микроорганизмами внесением почвенной суспензии, приготовленной из серой лесной почвы. В ходе эксперимента поддерживали температуру субстратов (20° С) и влажность 60 % от полной влагоемкости. Денсиметрическое фракционирование субстратов осуществляли растворами поливольфрамата натрия с плотностью 1.4 и 2.2 г/см<sup>3</sup>.

Балансовый расчет показал, что для варианта с РО клевера в ходе фракционирования наблюдалась более высокая потеря  $C_{орг}$  (10 % для клевера, 2 % для кукурузы) вследствие его солубилизации под воздействием реагента. В результате фракционирования из субстратов выделено 3 фракции: легкая (ЛФ-1) с плотностью < 1.4 г/см<sup>3</sup>, представляющая собой свободное ОВ не связанное с минеральной фазой; легкая (ЛФ-2) с плотностью 1.4-2.2 г/см<sup>3</sup>, ОВ которой связано с твердой фазой органо-минеральными взаимодействиями и тяжелую фракцию (ТФ) с плотностью более 2.2 г/см<sup>3</sup>. Показано, что выход денсиметрических фракций зависит от вида разлагающихся остатков. В обоих вариантах опыта по массе существенно преобладала тяжелая фракция: 91% в варианте с кукурузой и 80% в варианте с клевером. В опыте с клевером и кукурузой выделено 0.3 и 3.0 % фракции ЛФ-1 соответственно. И наоборот, выход фракции 1.4-2.2 г/см<sup>3</sup> при инкубации РО клевера существенно выше, чем в варианте с кукурузой. Минимальное содержание С и N характерно для тяжелых фракций (0.3-0.4 %), а максимальное – для ЛФ-1 (около 40 %). Проведена оценка вклада каждой из фракций в углеродный пул суглинистых субстратов в процессе трансформации РО. Долевое участие тяжелой фракции в распределении органического углерода субстратов составило для РО клевера и кукурузы 16 и 21 % соответственно. Существенная разница между вариантами проявляется в распределении  $C_{орг}$  между легкими фракциями суглинка. В эксперименте с кукурузой в состав ЛФ-1 переходит 50 % общего углерода, а ЛФ-2 – 14 %. В то время как при трансформации РО клевера 9 %  $C_{орг}$  приходится на ЛФ-1, 40 % на фракцию ЛФ-2.

Химическая структура ОВ денсиметрических фракций охарактеризована методом твердофазной <sup>13</sup>С-ЯМР спектроскопии. В спектрах ОВ фракций обоих вариантов преобладают сигналы в области углерода, связанного простой связью с гетероатомом, обусловленные полисахаридами. На долю ароматического углерода в составе ОВ фракций ЛФ-2 и ТФ кукурузы и клевера приходится 13-17 %. Органическое вещество ЛФ-2 при разложении РО кукурузы и клевера по содержанию структурных фрагментов и показателю Alk/O-Alk сходно с соответствующими показателями не полностью разложившихся РО. Повидимому, во фракции ЛФ-2 сохраняются преимущественно углерод растительного происхождения. Накопление слабо трансформированных остатков, вероятнее всего, происходит внутри агрегатов. В варианте с клевером содержание фракции ЛФ-2 в 3 раза больше по сравнению с вариантом с РО кукурузы. При гумификации клевера происходит более быстрое и активное формирование агрегатов при участии высокодисперсных глинистых частиц. Методом сканирующей электронной микроскопии показано, что частицы в ЛФ-2 сильно агрегированы в беспорядочно ориентированную массу.

С увеличением плотности денсиметрических фракций наблюдаются следующие закономерности: увеличивается содержание фракций (по массе), уменьшается концентрация углерода и азота, уменьшается величина C/N, нарастает ароматичность ОВ. Перераспределение углерода исходных РО в процессе их трансформации между частицами минеральной фазы зависит от биохимического состава растительного материала. При трансформации более трудно минерализуемых остатков кукурузы ОВ преимущественно сохраняется в легкой фракции < 1.4 г/см<sup>3</sup>. Продукты трансформации биомассы клевера, главным образом, аккумулируются во фракциях ЛФ-2 и ТФ в форме органо-минеральных соединений.

Работа поддержана грантом РФФИ № 13-04-00034 и МОН (госзадание № 5.241.2014/К)

1. Crow S.E., Swanston C.W., Lajtha K., Brooks J.R., Keirstead H. Density fractionation of forest soils: methodological questions and interpretation of incubation results and turnover time in an ecosystem context // *Biogeochemistry*. 2007. V. 85. P. 69–90.
2. Sollins P., Kramer M., Swanston C., Lajtha K., Filley T., Aufdenkampe A., Wagai R., Bowden R. Sequential density fractionation across soils of contrasting mineralogy: evidence for both microbial- and mineral-controlled soil organic matter stabilization // *Biogeochemistry*. 2009. V. 96. P. 209–231.

УДК 631.46 + 631.427.4

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И МОБИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ФЕННОСКАНДИИ, ИНИЦИИРОВАННАЯ ВНЕСЕНИЕМ ДОСТУПНОГО СУБСТРАТА И МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ\*

Маслов М.Н., Андреева О.А., Макаров М.И.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, [maslov.m.n@yandex.ru](mailto:maslov.m.n@yandex.ru)

MINERALIZATION AND MOBILIZATION OF ORGANIC MATTER IN TUNDRA SOILS OF NORTHERN FENNOSCANDIA, INITIATED BY THE MAKING AVAILABLE OF THE SUBSTRATE AND NUTRIENTS

Maslov M.N., Andreeva O.A., Makarov M.I.

*Soil science faculty of MSU*

В тундровых почвах разложение органического вещества сдерживается комбинацией низкой температуры, высокой кислотности, подавления оксидазной активности из-за недостатка кислорода, функциональных ограничений микробных сообществ, участвующих в минерализации химически сложных субстратов с низким содержанием азота. Активность почвенных микроорганизмов в разложении органического вещества может ограничиваться также доступностью энергетических ресурсов. Вследствие этого важным представляется выяснение вопроса о роли доступности отдельных элементов питания в минерализации разного по качеству органического вещества почвы.

Исследования проводили на образцах органогенных горизонтов почв горной и равнинной тундры, отобранных в августе 2012 г в районе научно-исследовательской станции Абиско (Abisko naturvetenskapliga station, Швеция, 68°21'N, 18°49'E). Использовали образцы органогенных горизонтов сухоторфяно-подбура иллювиально-гумусового (СП) [1], литозема перегнойного типичного (ЛТ), сформированных под кустарничковыми фитоценозами и литозема перегнойно-темногумусового (ЛПТ) под тундровой луговинной. Подробная характеристика этих почв была дана ранее [2]. В почву вносили углерод (глюкоза: 2 мг С/г почвы), азот ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ : 0,2 мг N/г почвы) и фосфор ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ : 0,02 мг P/г почвы). Растворы веществ вносили в следующих комбинациях: 0 (контроль – дистиллированная вода), +С, +N, +P, +С+N, +С+P, +N+P, +С+N+P. Пробы почвы инкубировали в климатической камере Sanyo MIR-153 ( $t = +22^\circ\text{C}$ ). Концентрацию С- $\text{CO}_2$  измеряли на 1, 2, 3, 5 и 7 сутки эксперимента (ГХ «Кристал 2000»). На 1, 3, 5 и 7 сутки эксперимента определяли содержание С, N и P экстрагируемых соединений и микробной биомассы (фумигация-экстракция, 0,05 М  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , ТОС- $V_{\text{CPN}}$  (Shimadzu). Баланс лабильного углерода ( $\Delta\text{C}$ ), отражающий мобилизацию углерода органического вещества почвы, рассчитывали по формуле:  $\Delta\text{C} = \text{C-}\text{CO}_2 + \Delta\text{C}_{\text{экстр}} + \Delta\text{C}_{\text{микр}}$ , где  $\Delta\text{C}_{\text{экстр}}$  – изменение концентрации  $\text{C}_{\text{экстр}}$  за период инкубации,  $\Delta\text{C}_{\text{микр}}$  – соответствующая разница  $\text{C}_{\text{микр}}$ , С- $\text{CO}_2$  – выделение углекислоты почвой за 7 суток.

Внесение дополнительных количеств азота, фосфора и их сочетания не вызывает увеличения суммарной продукции С- $\text{CO}_2$  за 7 суток инкубации образцов исследованных почв, тогда как при внесении дополнительного количества углерода происходит ее

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 13-04-01090).

существенное увеличение. Максимальное увеличение дыхания во всех изученных почвах наблюдается при внесении полного комплекса элементов (CNP), что связано с ростом запасов микробной биомассы почвы. Сочетанное действие факторов (C+N, C+P) практически не отличается от эффекта внесения С.

В контроле, а также при внесении N, P и их суммы, скорость образования CO<sub>2</sub> была относительно стабильна в течение всего периода инкубации. Процесс минерализации глюкозы характеризовался двумя периодами с различной интенсивностью минерализации. Период первичного потребления наблюдался в первые двое суток после внесения глюкозы и характеризовался максимальной интенсивностью минерализации. Во второй период (следующие 5 суток) происходило замедление скорости минерализации. Подобную динамику активности минерализации глюкозы можно объяснить быстрым потреблением субстрата и его использованием в ходе катаболизма в течение первых суток инкубации и дальнейшей реутилизацией иммобилизованного в микробной биомассе углерода.

В контрольных условиях, а также при внесении в почву углерода, азота и их суммы, не наблюдается перехода стабильных органических соединений почвы в состав лабильных ( $\Delta C$  близка к нулю). При внесении же в почву дополнительных количеств доступного фосфора (в том числе при его сочетании с азотом и углеродом) во всех тундровых почвах наблюдаются высокие значения  $\Delta C$ , свидетельствующие о включении стабильных соединений углерода почвы в биологический круговорот. При этом при повышении доступности только фосфора увеличение  $\Delta C$  происходит за счет прироста концентрации  $C_{\text{экстр}}$ , что, очевидно, связано с увеличением скорости деполимеризации почвенного органического вещества при изменении соотношения C/P в почве. В то же время, концентрация  $C_{\text{микр}}$  не увеличивается, что, вероятно, вызвано недостатком азота на фоне повышения концентрации доступного фосфора и лимитированием роста микробной биомассы. Это подтверждается тем, что при одновременном увеличении доступности азота и фосфора  $\Delta C$  увеличивается не только за счет роста концентрации  $C_{\text{экстр}}$ , но и за счет  $C_{\text{микр}}$ .

Значительный прирост  $C_{\text{микр}}$  при внесении в почву С и Р, а также С, N и Р определяет общий прирост  $\Delta C$  несмотря на значительные потери  $C_{\text{экстр}}$ . В то же время, потери C-CO<sub>2</sub> из системы в процессе инкубации всегда ниже или сравнимы с количеством вносимого в пробу углерода. Это свидетельствует об отсутствии прайминг-эффекта, т.е. минерализации стабильных органических соединений почвы, инициированной внесением легкоразлагаемого субстрата. Минерализации стабильного органического вещества в тундровых почвах не отмечено, хотя ранее наибольшие прайминг-эффекты отмечались для почв с малой доступностью минеральных элементов [4, 5], особенно азота [3]. Возможной причиной отсутствия или слабого проявления прайминг-эффектов в исследованных почвах является низкая эффективность использования субстрата, приводящая к быстрой потере внесенного углерода. В то же время, повышение доступности фосфора приводит к деполимеризации органического вещества почвы.

## Литература

1. Классификация и диагностика почв России (под ред. Г.В. Добровольского). Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
2. Маслов М.Н., Макаров М.И. Органическое вещество почв горной тундры северной Фенноскандии // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2013. № 3. С. 3–7.
3. Craine J.M., Morrow C., Fierer N.O. Microbial nitrogen limitation increases decomposition // Ecology. 2007. V. 88. P. 2105–2113.
4. Fontaine S., Bardoux G., Abbadie L., Mariotti A. Carbon input to soil may decrease soil carbon content // Ecology Letters. 2004. V. 7. P. 314–320.
5. Kuzyakov Y. Review: Factors affecting rhizosphere priming effects // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2002. V. 165. P. 382–396.

## ВЛИЯНИЕ СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ ЛЕСА НА ДЫХАНИЕ ПОЧВЫ

А.Г. Молчанов

*Институт лесоведения РАН, с. Успенское Московская обл., [a.georgievich@gmail.com](mailto:a.georgievich@gmail.com)*

## EFFECT FOREST CLEAR-CUTTING ON SOIL RESPIRATION.

A.G. Molchanov

*Institute of forest science of RAS*

Вырубка лесов оказывает существенное влияние на экологические условия территории, региональные климатические условия, социальные и экономические процессы. Обезлесение приводит к снижению видового биоразнообразия, оказывает влияние на радиационный, водный и углеродный баланс земной поверхности. В результате вырубки в лесных экосистемах происходят существенные изменения биологического режима почв и круговорота веществ. Последствия обезлесения в полной мере сложно прогнозируемы в силу отсутствия необходимых достоверных научных данных.

Экспериментальные исследования временной изменчивости интенсивности дыхания почвы проводились на свежей вырубке и в расположенном рядом еловом древостое, идентичном вырубленному, во второй половине вегетационного периода 2014 г. Расположенный рядом с вырубкой хорошо дренированный перестойный ельник разнотравный 10Е +Б ед. относился к I классу бонитета, был сомкнутым, и характеризовался коэффициентом пропускания солнечной радиации в полуденные часы около 9,2%. Почва в пределах исследуемой вырубки и окружающего леса была дерново-подзолистой суглинистой.

Газообмен с поверхности почвы на вырубке и в лесу определяли по открытой схеме методом предложенным Edwards и Sollins [3]. Для этого на поверхность почвы устанавливали прозрачную камеру диаметром 20 см и высотой 10 см, через которую над поверхностью почвы в камере поддерживали постоянный проток окружающего атмосферного воздуха со скоростью 60-100 л ч<sup>-1</sup>. На вырубке было установлено три камеры: на почве нетронутой лесоповалочной техникой, на почве со срезанным растительным покровом и поврежденным дерновым слоем, а также на участках неповрежденной почвы, поверхность которой была присыпана сухой хвоей толщиной до 2-5 см. В лесу было установлено две камеры: на почве между стволами и на почве между лапами у комля взрослой ели.

Измерение эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы проводили инфракрасным газоанализатором "LI-820" (Li-Cor, США). Показания газоанализатора регистрировались логгером (EMS, Чехия) каждые 10 секунд одновременно с приходившей к поверхности солнечной радиацией, температурой воздуха и почвы. Программа измерений включала также и регулярные измерения влажности почвы термовесовым методом. Систематической регистрации данных измерений включала оригинальное автоматическое устройство, позволяющее проводить одновременные измерения в 5 точках. Переключение камер управлялось логгером. Время опроса всех измерительных камер составляло 20 мин. Более подробно методика изложена в ранее опубликованных работах [1, 2].

Для измерения интенсивности газообмена CO<sub>2</sub> с поверхности почвы было проведено несколько серий измерений в период с 15 июля по 10 октября. В результате был получен массив данных, позволяющий провести сравнение интенсивности эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы на вырубке и в лесу в зависимости от температуры и влажности почвы.

Результаты измерений показали, что за исследуемый период в среднем на вырубке эмиссия CO<sub>2</sub> с поверхности почвы была в два раза выше, чем под пологом леса: 5,6 мкмоль CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>с на вырубке и 2,8 мкмоль CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>с в лесу. Как показывают результаты проведенного анализа, это произошло в основном в результате значительных различий во влажности почвы на вырубке и в внутри леса. На вырубке в течение периода измерений влажность почвы в верхнем 5-см слое почвы составляла 41,9%, тогда как в лесу только 16,5%. Данная

закономерность наблюдалась, несмотря на выпадение в течение исследуемого периода небольшого количества атмосферных осадков, которые большей частью задерживались кронами деревьев. Влияние температуры на эмиссию  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы была также довольно значительной. Так на вырубке при практически одинаковой влажности почвы (48%) 23 сентября и 9 октября и при среднесуточной температуре почвы 14,9 и 7,5°C соответственно, эмиссия  $\text{CO}_2$  различалась почти в два раза: 4,6 и 2,1 мкмоль  $\text{CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , соответственно. Внутри полога леса, несмотря на близкие значения влажности верхнего почвенного горизонта, в эти же дни влажность была 10,7 и 10,2%, соответственно, различия в скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  эти дни и были довольно незначительными (1,7 и 1,8 мкмоль  $\text{CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ ). По-видимому, влияние температуры при такой влажности почвы на интенсивность почвенного дыхания, сказывается довольно слабо. По этой же причине с начала августа по октябрь вместе с уменьшением температуры воздуха происходило постепенное снижение скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы.

На различных участках почвы, как в лесу, так и на вырубке наблюдались различия в скорости эмиссии из почвы. Так в лесу в среднем за весь период измерений эмиссия  $\text{CO}_2$  между лапами деревьев в непосредственной близости от ствола была несколько меньше, чем между стволами (на удалении 3 м от стволов): 2,3 и 3,3 мкмоль  $\text{CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , соответственно. Это, вероятнее всего связано с различиями во влажности почвы: влажность почвы между лапами деревьев обычно меньше, чем между стволами деревьев, так в этом месте существуют просветы между кронами деревьев.

На вырубке наиболее интенсивная эмиссия  $\text{CO}_2$  наблюдалась на участке, где почва была покрыта слоем хвои. На нетронутой почве она была несколько меньшей, и наименьшая на участках, где верхней дерновый слой был снят лесоповалочной техникой. На этих участках в среднем за период измерений скорости почвенного дыхания составляла - 6,7, 5,7 и 4,4 мкмоль  $\text{CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , соответственно. По-видимому, ключевую роль в выявленных различиях на вырубке принадлежала наличие слоя древесного опада и богатого перегноем верхнего слоя почвы.

В заключение необходимо отметить, что вырубка леса привела к увеличению эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы, прежде всего в силу увеличения влажности почвы. При этом, очевидно, что увеличение влажности почвы не всегда может привести к увеличению эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почв, все зависит от типа растительности и гидрологии участка. Так, в слабо заболоченных лесах вырубка леса может привести к переувлажнению почвы и в результате чего может произойти уменьшению эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы. Наши исследования проводились на хорошо дренированных почвах, поэтому полученные выводы относятся только к таким типам леса.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 14-14-00956.

#### Литература

1. Молчанов А.Г. Газообмен сфагнома при различных уровнях поверхностных грунтовых вод // Экология, 2015, № 3, с. 182-188.
2. Татаринов Ф.А., Молчанов А.Г., Ольчев А.В. Оценка и минимизация ошибок при измерении дых почв по открытой схеме // Известия Самарского научного центра РАН. 2009 Т. 11, № 1(7), с. 1592-1595.
3. Edwards N.T., Sollins P. Continuous measurement of carbon dioxide evolution from partitioned forest floor components // Ecology. 1973. V. 54. № 2. P. 406-412.



УДК 631.46: 579.873

СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ АКТИНОМИЦЕТОВ В РИЗОСФЕРЕ  
ТОМАТА ИСХОДНОГО СОРТА И ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЛИНИИ

Я.И. Назарова\*, И.Г. Широких\*, Е.Н. Баранова\*\*

\*Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока  
им. Н.В. Рудницкого, г. Киров, [yan1997183@yandex.ru](mailto:yan1997183@yandex.ru)

\*\*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной  
биотехнологии, г. Москва, [greenpro2007@rambler.ru](mailto:greenpro2007@rambler.ru)

COMPARISON OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF ACTINOMYCETES IN THE  
RHIZOSPHERE OF TOMATO INITIAL VARIETY AND GENETICALLY MODIFIED LINES

Y. I. Nazarova\*, I. G. Shirokikh\*, E. N. Baranova\*\*

\*N.V. Rudnitski Zonal North-East Agricultural Research Institute

\*\*All-Russia research institute of agricultural biotechnology

Генетическая модификация сельскохозяйственных растений позволяет создавать сорта с устойчивостью к стрессам, но вместе с тем, благодаря плейотропным эффектам, может повлечь изменения в корневой экскреции и, тем самым, вызвать нарушения в функционировании ризосферной микрофлоры и почвенной микробной системы в целом. Большинство проведенных к настоящему времени исследований микробных сообществ трансгенных растений выполнены с использованием генно-молекулярных методов, позволяющих оценить лишь изменения в их таксономическом составе [3, 5-7], тогда как функциональная активность почвенных микроорганизмов остается за рамками внимания исследователей.

Значительная часть ризосферного сообщества представлена мицелиальными прокариотами - актиномицетами, которые, благодаря своей биосинтетической активности, широко известны как продуценты антибиотиков, витаминов, фитогормонов, экзогидролаз и других физиологически активных соединений [8]. Сравнительная характеристика функциональной структуры комплексов почвенных актиномицетов в ризосфере исходных и подвергнутых трансформации растений позволит выявить нежелательные отклонения и, тем самым, минимизировать потенциальные риски для экологии почвы.

В работе использовали томат (*Nicotiana tabacum* L.) сорта Белый налив и полученную путем агробактериальной трансформации во ВНИИСХБ (г. Москва) линию tbn 34 с геном, кодирующим Fe-содержащую супероксиддисмутазу (Fe-СОД1) из *Arabidopsis thaliana* (L.) для повышения антиоксидантной защиты растений [2]. Характеризуя функциональную структуру комплексов актиномицетов, ассоциированных с корнями исходного сорта и модифицированной линии томата, использовали показатели частоты встречаемости антагонистов, целлюлозолитиков и продуцентов ауксинов среди выделенных из ризосферы культур. Антагонистическую активность определяли методом агаровых блоков [1], целлюлозолитическую активность – с конго красным в соответствии с методикой [9], способность культур к синтезу ауксинов – с реактивом Сальковского [4].

В результате изучения антагонистической активности актиномицетов было показано, что в ризосфере трансгенной линии томатов tbn 34 возросла, по сравнению с исходным сортом, частота встречаемости антагонистически активных культур в отношении тест-бактерий *Arthrobacter simplex* (на 60%) и *Erwinia herbicola* (на 30%), а также тест-гриба *Fusarium oxysporum* (на 40%). Вместе с тем, в отношении тест-культур *Pseudomonas putida* и *F. culmorum* ризосферные изоляты трансгенной линии tbn 34 утратили антагонистическую активность, а встречаемость культур, активных в отношении гриба *Bipolaris sorokiniana* снизилась на 20%. Частота встречаемости антагонистов гриба *F. avenaceum* по сравнению с исходным сортом не изменилась (80%).

Все ризосферные изоляты при тестировании на целлюлозолитическую активность были разделены, в зависимости от величины зоны разрушения карбометилцеллюлозы, на

группы со слабой (зона менее 14 мм), умеренной (от 15 до 25 мм) и высокой (более 25 мм) активностью. Частота встречаемости представителей каждой группы в ризосфере исходного сорта и трансформантной линии tbn 34 была различной. Так, в ризосфере томата линии tbn 34 встречались лишь культуры со слабой (60%) и умеренной (40%) целлюлозолитической активностью, тогда как в ризосферном комплексе исходного сорта встречались представители как со слабой (20%) и умеренной (60%), так и с высокой (20%) активностью.

Определение способности культур актиномицетов продуцировать ауксины, показало, что в той или иной степени практически все ризосферные изоляты в присутствии 200 мг/л триптофана обладали такой способностью. В зависимости от накопления ауксинов в жидкой среде, культуры подразделяли на слабо активные (менее 20 мкг/мл), умеренные (от 20 до 30 мкг/мл) и высоко активные (более 30 мкг/мл) штаммы-продуценты. В ризосфере растений трансгенной линии tbn 34 частота встречаемости высоко активных продуцентов ауксинов была в 2,5 раза выше, чем в ризосфере исходного сорта.

Таким образом, сравнительный анализ комплексов актиномицетов, выделенных из ризосферы исходного сорта и трансгенной линии tbn 34, позволил выявить у растений, подвергнутых генетической трансформации по гену Fe-СОД1, ряд различий в их функциональной структуре, выразившихся в изменении частоты встречаемости представителей с антагонистической и целлюлозолитической активностью, а также со способностью продуцировать ауксины. Установленные различия обуславливают необходимость дальнейших исследований, направленных на выявление и раннюю диагностику возможности негативного влияния генетически модифицированных растений с усиленной антиоксидантной защитой на почвенную микробную систему.

#### Литература

1. *Егоров Н.С.* Основы учения об антибиотиках. М.: Высшая школа, 1979. 485 с.
2. *Нодельман Е.К.* Применение гена Fe-зависимой супероксиддисмутазы для защиты хлоропластов томатов и табака от окислительного стресса. Автореф. дис. к.б.н., М.: ВНИИСХБ. 2014. 29 с.
3. *Dunfield K.E., Germida J.* Diversity of bacterial communities in the rhizosphere and root interior of field-grown genetically modified *Brassica napus*// FEMS Microbiology Ecology. 2001. 38. P. 1-9.
4. *Libbert E., Risch H.* Interactions between plants and epiphytic bacteria regarding their auxin metabolism. V. Isolation and identification of the IAA-producing and destroying bacteria from pea plants // Physiol. Plantarum. 1969. V. 22. P. 51-58.
5. *Lottmann J., Heuer H., Vries J., Mahn A., Düring K., Wackernagel W., Smalla K., Berg G.* Establishment of introduced antagonistic bacteria in the rhizosphere of transgenic potatoes and their effect on the bacterial community // FEMS Microbiology Ecology. 2000. V. 33. P. 41-49.
6. *Motavalli P. P., Kremer R. J., Fang M., Means N. E.* Impact of genetically modified crops and their management on soil microbially mediated plant nutrient transformations// Journal of Environmental Quality. 2004. V. 33. P. 816-824.
7. *Nielsen K. M., van Elsas J. D., Smalla K.* Dynamics, horizontal transfer and selection of novel DNA in bacterial populations in the phytosphere of transgenic plants // Annals of Microbiology. 2001. V. 51. P. 79-94.
8. *Strap J.L.* Actinobacteria – Plant Interactions: A Boon to Agriculture/ Bacteria in Agrobiolology: Plant Growth Responses/ D.K. Maheshwari (ed.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. P. 285-307.
9. *Teather R.M., Wood P.J.* Use of congo-red polysaccharide interaction in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria the bovine rumen // Appl. Environ Microbiol. 1982. V. 43. P. 777-780.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СХОДСТВО АКТИВНОГО ИЛА И ПОЧВ;  
БИОЭСТИМАЦИЯ И ГИДРОПЕДОЭКОЛОГИЯО.Г. Никитина, Е.Д. Никитин  
*Музей земледования МГУ, Москва,*  
[z1110166@mail.ru](mailto:z1110166@mail.ru)FUNCTIONAL SIMILARITY OF ACTIVATED SLUDGE AND SOIL;  
BIOSTIMATION AND HYDROPEDOECOLOGYO.G. Nikitina, E.D. Nikitin  
*The Museum of earth MSU, Moscow,*  
[z1110166@mail.ru](mailto:z1110166@mail.ru)

Создание учения об экологических функциях почв [1,2] стимулировало возникновение и развитие новых междисциплинарных направлений в ряде наук [7 и др.]. Коснулся этот процесс также гидробиологических исследований, которые по существу являются гидроэкологическими. Так, углубленное изучение активного ила (АИ) – сообщества микроорганизмов, с помощью которого осуществляется биологическая очистка сточных вод в аэротенках, показало, что АИ в функциональном отношении во многом сходен с почвой. Например, по аналогии с биогеоценотическими (экосистемными) функциями почв выявляются такие функции АИ, как жизненное пространство, убежище, сохранение сообщества в системе, механической опоры, и так по каждой из первоначально выявленных функций почв, мы обнаруживаем аналогичные функции АИ [5]. Это свидетельствует о том, что взаимодействие гидробиологии с науками о почве, в частности с экологическим почвоведением, сулит взаимообогащение данных наук.

Весьма перспективно использование в экологическом почвоведении биоэстимации – системы экодинамического контроля и регулирования процесса трансформации органических веществ и биотического очищения любой водной среды, включая почвенную влагу [5]. По М.И. Львовичу объем почвенной влаги на Земле многократно превосходит объем всех рек планеты. Однако этот огромный водный объект долгое время оставался вне внимания гидробиологов, да и почвоведы не были склонны использовать достижения гидробиологов в своих исследованиях, хотя отдельные стороны трансформации органических веществ микроорганизмами, осуществляемой во влажной почве, основательно изучены Д.Г. Звягинцевым. Он разделяет эти микроорганизмы на два пула: первый – играет главную роль в трансформации органических веществ, а роль второго – мала, но он помогает выжить первому пулу [3]. Мы несколько иначе разделяем их на две функциональные группы, конкурирующие между собой за пищевой ресурс: первая, главная, имеет мощный суммарный ферментный потенциал и в благоприятных для нее условиях среды процветает. А вторая – получает шанс на вспышку численности только при подавлении жизнедеятельности первой группы различными нарушающими факторами, по отношению к которым те или иные представители второй группы микроорганизмов оказываются выносливыми, что делает их показателями воздействий конкретных факторов. В нашей, процессуальной системе контроля эти показатели названы биоэстиматорами, чтобы их не путали с биоиндикаторами – показателями в системе контроля состояний, но не процесса их формирования. [5].

Напряженность процесса, или скорость трансформации органических веществ в почве зачастую превосходит таковую в обычных равнинных водных объектах, таких как реки и озера, не говоря уже о болотах и прудах. Причину этого можно понять, если сформулировать сущность этого процесса.

По традиции гидробиологи считают, что процесс самоочищения водной среды – это последовательная смена ее состояний. При этом остается в тени сам процесс формирования этих состояний, который непрерывно происходит в водной среде между замерами состояний, вне зависимости от них. Наши исследования показали, что осуществляют этот процесс, главным образом, органотрофные флокулирующие бактерии, причем наиболее активны они

в подвижной среде. Именно высокой скоростью движения почвенной влаги, как в нисходящем, так и в восходящем направлениях и объясняется эффективность трансформации органического вещества в ней. Аналогичные условия наблюдаются в подножии водопада, в горных потоках, в прибойной зоне морей. Кроме того, такие условия создаются искусственно в аэротенках при биологической очистке сточных вод. Но здесь, в отличие от природных объектов, имеются рычаги управления процессом биотического очищения водной среды, и период между воздействием и последствием в аэротенке – это сутки и часы, в то время как в природе, как правило, это – годы и десятилетия, поэтому связь с воздействием и последствием зачастую ускользает от исследователя природных объектов.

Имея в своем распоряжении такую удобную модель интенсивно «работающего» водного объекта, как аэротенк, мы собрали большой фактический материал, подвергли его многомерному статистическому анализу и разработали процессуальную цифровую методику, позволяющую анализировать не состояния водной среды, а другой предмет исследования: процесс формирования состояний, или формирования качества водной среды. Эта новая методика позволяет вмешиваться в процесс формирования качества и не допустить его снижения, или восстановить утраченное качество среды, так как перечень восстановительных рекомендаций по каждому выявленному нарушающему фактору входит в биоэстимацию как составная часть [5, 6].

Благодаря биоэстимации впервые появилась возможность охарактеризовать процесс трансформации органических веществ в почвенной влаге в целом и ответить на вопросы: нормально протекает этот процесс, или он нарушен? По какой причине – нарушен? Что следует предпринять для восстановления нормального его хода? Как выровнять микро условия на делянках при проведении агрохимических опытов? Как расставить приоритеты при рекультивации земель? Кроме того, биоэстимация помогает выявлять источник антропогенного загрязнения почв.

Для разрешения важнейших современных задач жизнеобеспечения человечества огромное значение имеет поддержание благополучия педосферы Земли. А этому будет способствовать междисциплинарное интегральное научное направление – гидропедэкология, объединяющая определенные разделы экологического почвоведения и гидробиологии, имеющей теперь в своем арсенале такую информативную и действенную систему контроля и регулирования биотического очищения водной среды, как биоэстимация.

## Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. – 185 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во МГУ, 2006. 365 с.; 2-е изд. 2012. – 415 с.
3. Звягинцев Д.Г. Строение и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов // Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003. – С. 79-105.
4. Никитин Е.Д. Функционально-динамическое почвоведение и землеведение. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. – 575 с.
5. Никитина О.Г. Биоэстимация: контроль процесса биологической очистки и самоочищения воды. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2010. – 287 с.
6. Никитина О.Г. Биотехнологический контроль и регулирование процесса очистки сточных вод – биоэстимация. М.: МАКС Пресс, 2015, 131 с.
7. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Барабойкина Т.А. и др. Экологические функции литосферы. М.: Изд. МГУ, 2000. – 432 с.

УДК 630\*221.01:[631.46:631.445.2(1-924.82)]

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ  
ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ СПЛОШНЫХ РУБОК

Е.М. Перминова, Ю.А. Виноградова, Ф.М. Хабибуллина, Е.М. Лаптева

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар, [perminova\\_83@mail.ru](mailto:perminova_83@mail.ru)*

BIOLOGICAL ACTIVITY OF PODZOLIC SOILS IN THE MIDDLE TAIGA AND ITS  
CHANGES UNDER CLEAR CUTTING

E.M. Perminova, Yu.A. Vinogradova, F.M. Khabibullina, E.M. Lapteva

*Institute of Biology Komi SC UrD RAS*

В таежной зоне Республики Коми основную роль в процессах нарушения природной среды играют рубки главного пользования. Они определяют не только изменение растительного покрова и флористического разнообразия наземных экосистем, но и трансформацию морфологического строения и физико-химических свойств таежных почв [2, 3]. В данной работе проведена оценка биологической активности подзолистых почв, формирующихся в ельниках черничных, и ее изменение в процессе естественного самовосстановления древесного полога после сплошнолесосечных рубок еловых лесов. Параметры биологической активности характеризовали на основе численности эколого-трофических групп микроорганизмов (методом посева почвенных суспензий), численности и биомассы бактерий и микроскопических грибов (методом люминесцентной микроскопии), их функциональной активности (методом мультисубстратного тестирования) и активности почвенных ферментов (каталазы, инвертазы и целлюлазы).

Исследования проводили в период с 2008 по 2013 гг. в Республике Коми (Усть-Куломский р-н, средняя тайга), на базе почвенного стационара, где ведутся долговременные комплексные исследования по изучению влияния сплошнолесосечных рубок на изменение подзолистых суглинистых почв [5]. Объектами исследований послужили почвы ненарушенного ельника черничного (ПП 1) и лиственно-хвойного сообщества, сложившегося на вырубке 2001/2002 гг. (ПП 2) [4].

В результате проведенных исследований установлено, что почвы рассмотренных участков – контрольного (ПП-1) и вырубки (ПП-2) характеризуются определенными различиями как в физико-химических [2, 3, 5], так и в биологических параметрах. В почвах вырубки на 2-4 порядка ниже численность эколого-трофических групп микроорганизмов, в 6.5 раз ниже численность и биомасса прокариот, в 1.8-1.9 – численность и биомасса спор микроскопических грибов, длина и биомасса грибного мицелия [1]. По сравнению с почвой участка ПП1, на участке ПП2 практически во всех горизонтах снижается функциональная активность микробных сообществ, что прослеживается в снижении интенсивности потребления сахаров, спиртов, аминокислот и т.д. Однако, в отличие от почвы целинного леса, в нижней части лесной подстилки почвы вырубки (подгоризонты О2 и О3) отмечено более активное потребление микробными сообществами солей низкомолекулярных органических кислот (НМОК). Активизация потребления солей НМОК может быть обусловлена возрастом продуцирования НМОК в условиях повышения увлажнения почв [6], что характерно для ранних стадий послерубочной сукцессии растительного покрова [5].

Следует отметить, что четко выраженных закономерностей влияния вырубки леса на параметры ферментативной активности подзолистых почв не установлено. В зависимости от погодных условий года, активность рассмотренных ферментов (каталазы, инвертазы и целлюлазы) в органогенных горизонтах почвы вырубки может быть на одном уровне с почвами коренного елового леса, меньше ее, или превышать показатели, характерные для почвы ненарушенного рубками ельника черничного. В минеральных подзолистых горизонтах параметры ферментативной активности практически идентичны в почвах участков ПП 1 и ПП 2.

Многофакторный дисперсионный анализ полученных за все годы данных показал, что максимальное влияние на параметры каталазной активности оказывают погодные

условия года. Температура и осадки определяют конкретные экологические условия мест обитания и оказывают решающее воздействие на жизнедеятельность почвенной микробиоты, а, следовательно, и на активность фермента каталазы. Влияние генезиса горизонта и срока отбора также оценивается как достоверное. А вот тип фитоценоза (т.е. в каких условиях почва формируется – в коренном еловом лесу или на его вырубке) существенного влияния на параметры каталазной активности не оказывает.

На активность фермента инвертазы значимое влияние оказывают все рассмотренные факторы, но в их ряду тип генетического горизонта играет первоочередное значение, второе место занимает тип фитоценоза, затем год наблюдения и срок отбора.

Целлюлазная активность на рассмотренных участках, как правило, в осенний период практически не различается. Это может быть связано с поступлением свежего опада и повышением активности в этот период почвенной биоты, что характерно для всех лесных экосистем. Однако в летний период на вырубке целлюлозолитическая активность существенно ниже, по сравнению с коренным еловым лесом, что может быть обусловлено снижением функциональной активности почвенной микробиоты на ранних стадиях самовосстановительной сукцессии [1], обусловленным изменением гидротермического режима подзолистых почв после сведения древесного полога.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют об изменении биологической активности подзолистых почв после проведения сплошнолесосечных рубок среднетаежных ельников черничных. Однако для диагностики экологического состояния почв на разных этапах послерубочной сукцессии наиболее оптимально использование таких параметров, как численность эколого-трофических групп микроорганизмов, численность и биомасса прокариот и эукариот, функциональная активность почвенных микробных сообществ (на основе мультисубстратного тестирования). Использование показателей ферментативной активности (активности каталазы, инвертазы и целлюлазы) в качестве характеристики экологического состояния почв на стадии формирования молодого лиственно-хвойного насаждения, сформированного на вырубке ельника черничного, не представляется возможным.

## Литература

1. Виноградова Ю.А., Лаптева Е.М., Перминова Е.М., Анисимов С.С., Новаковский А.Б. Микробные сообщества подзолистых почв на вырубках среднетаежных еловых лесов // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014. Т. 16. № 5. С.74–80.
2. Дымов А.А., Милановский Е.Ю. Изменение органического вещества таежных почв в процессе естественного лесовозобновления растительности после рубок (средняя тайга Республики Коми) // *Почвоведение*, 2014. №1. С.39-47.
3. Лаптева Е.М., Бондаренко Н.Н. Изменение гумусного состояния среднетаежных подзолистых почв под влиянием сплошнолесосечных рубок // *Теоретическая и прикладная экология*, 2015. № 1. С.34–43.
4. Осипов А.Ф., Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Дымов АА. Продуктивность спелого ельника и производных лиственно-хвойных насаждений на типичных подзолистых почвах Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Доклады IX Всероссийской научной конференции. Сыктывкар, 2014. С.58–62.
5. *Путеводитель* научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.
6. Шамрикова Е.В. Кислотность почв таежной и тундровой зон Европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 2013. 160 с.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РФ

Ю.М. Поляк, Л.Г. Бакина

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, [yuliapolyak@mail.ru](mailto:yuliapolyak@mail.ru)*

ENZYMATIC DIAGNOSTICS OF OIL CONTAMINATED SOIL IN NORTH-EASTERN  
RUSSIA

Yu.M. Polyak, L.G. Bakina

*Scientific Research Center for Ecological Safety Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia, [yuliapolyak@mail.ru](mailto:yuliapolyak@mail.ru)*

Изучение почвенного покрова является одной из важнейших задач при оценке состояния экосистем, находящихся в условиях постоянного антропогенного воздействия. Северо-западный регион РФ занимает третье место в России по объемам добычи нефти, уступая лишь Приволжскому и Уральскому округам [1]. Основная часть добычи нефти сконцентрирована на востоке округа, а основная часть потребления — в западной части, что обуславливает развитие в регионе нефтетранспортных систем. На побережье восточной части Финского залива расположены два крупнейших в Европе нефтеналивных терминала (Выборгский залив) и сухогрузный порт в Усть-Луге. Объем перевозимой нефти на протяжении последних лет постоянно растет и составляет не менее двух третей от общего объема транспортировки нефти в Финском заливе [2].

Активная деятельность, связанная с добычей и транспортировкой нефти, неизбежно вызывает серьезные экологические проблемы. Мониторинг и диагностика почв позволяют выявить негативные изменения, происходящие в загрязненных экосистемах, оценить плодородие почв, подверженных антропогенному воздействию. К числу эффективных методов диагностики почвенного покрова относятся биохимические методы, основанные на определении ферментативной активности [3, 4].

Несмотря на многочисленные исследования, подтвердившие негативный характер влияния поллютантов на активность почвенных ферментов, данные для разных регионов и различных видов воздействия противоречивы. Влияние нефтяного загрязнения на показатели ферментативной активности почв Северо-западного региона РФ до настоящего времени не изучено. Основная цель данных исследований заключалась в оценке эффективности использования показателей ферментативной активности для диагностики функционального состояния микробиоты нефтезагрязненных почв Северо-западного региона и индикации загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами.

Состояние окислительно-восстановительных процессов в дерново-подзолистой суглинистой почве, загрязненной нефтью и нефтепродуктами (уровень нефтяного загрязнения – 10 л/м<sup>2</sup>) оценивали по активности оксидоредуктаз. Среди исследованных ферментов наиболее высокой чувствительностью к нефтяному загрязнению обладали почвенные дегидрогеназы. Через три месяца после загрязнения дегидрогеназная активность снизилась на 83-90%, и оставалась на более низком, по сравнению с незагрязненной почвой, уровне на протяжении всего срока наблюдений (8 лет).

С течением времени происходило постепенное восстановление активности дегидрогеназ. Дегидрогеназная активность в значительной степени отражает уровень деструкции нефтяных углеводов в почвенных субстратах [5]. Исследуемая дерново-подзолистая почва отличалась благоприятными агрохимическими свойствами и обладала высокой самоочищающей способностью. К концу третьего вегетационного сезона содержание нефтепродуктов в почве снизилось и составило 47% от внесенной нефти. Тем не менее, степень ингибирования дегидрогеназной активности была по-прежнему высокой и достигала 67%. К концу восьмого вегетационного сезона степень ингибирования

дегидрогеназной активности составила 45%. Медленный характер процесса восстановления ферментативной активности указывает на снижение напряженности окислительно-восстановительных процессов в загрязненной почве.

Активность почвенных дегидрогеназ возрастала при использовании различных мероприятий биологической рекультивации почвы – внесении минеральных удобрений, извести, биопрепаратов, но не достигала контрольного уровня, ни в одном из исследованных вариантов. Скорость восстановления дегидрогеназной активности зависела от способа рекультивации и используемого биопрепарата.

Учитывая, что к концу восьмого вегетационного сезона или даже ранее нефтезагрязненные почвы не отличались по агрохимическим показателям и продукционной способности от контрольных вариантов, активность дегидрогеназ является более чувствительным показателем, чем практически все исследованные параметры. Уровень дегидрогеназной активности почвы может быть использован для диагностики интенсивности и направленности почвообразовательных процессов, как в естественных условиях, так и при загрязнении почвы нефтью и нефтепродуктами.

#### Литература

1. *Винокуров А.А.* Северо-Западный федеральный округ: особенности и направления регионального развития / А. А. Винокуров // Региональная экономика: теория и практика. – 2008. – № 5. – С. 12-21.
2. *Алимов А.Ф., Голубков С.М.* Изменения в экосистемах восточной части Финского залива // Вестник Российской академии наук. 2008. Т. 78, № 3. – С. 223-230.
3. *Хазиев Ф.Х.* Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 203 с.
4. *Галиулин Р.В., Галиулина Р.А.* Ферментативная индикация загрязнения почв тяжелыми металлами // Агрехимия. – 2006. – № 11. – С. 84-95.
5. *Шарапова И.Э., Гарабаджу А.В., Маркарова М.Ю., Щемелинина Т.Н.* Микробиологическая активность нефтезагрязненных почвенных субстратов при очистке с применением комплексных биосорбентов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - Т. 12, №1(5). - С. 1245-1249.

УДК 63.44

#### РАЗМЕРЫ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ В ПОЧВАХ

Л.М. Полянская

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [lpolyanskaya@mail.ru](mailto:lpolyanskaya@mail.ru)*

SOIL RESOURCES OF RUSSIA

L.M. Polyanskaya

*Soil science fakulty of MSU*

Предполагают, что малый размер бактерий в почве определяют естественные условия, которые лимитируют их развитие питательными веществами или стрессовыми ситуациями. Во многих образцах из озер, рек, почвы, снега и дождевой воды с помощью эпифлюоресцентного микроскопа были обнаружены мелкие бактериальные клетки с минимальным размером 0.2 мкм, что считается наименьшим диаметром бактериальной клетки [1]. Образование наночастиц, как ответной реакции бактериальных клеток на неблагоприятные условия среды и стресс-факторы, изучено в лабораторных экспериментах. Установлено, что культивирование полученных наночастиц на богатых питательных средах приводит к возврату их к исходным формам [2].



При определении численности бактерий и фракционировании их по размерам использовали метод «каскадной» фильтрации [3].

В обеих почвах (горной примитивной и аридной) значительно увеличилась при культивировании численность крупных клеток 1,85 и 0,43 мкм, если в исходных почвах вклад этих фракций был около 10-20%, то в инкубированных фильтратах он возрос до 50-60%. В исходных почвах клетки с размерами 0,38 и 0,23 мкм составляли около 70% всей численности бактерий, а в инкубированных фильтратах они составляли около 30% в фильтрате клеток  $\leq 0,23$  мкм и 45-50% в фильтрате клеток  $\leq 0,38$  мкм. Также в обеих почвах в культивированном фильтрате  $\leq 0,23$  мкм прослеживается тенденция к более равномерному распределению численностей крупных клеток с крупными размерами. Вследствие этого перераспределения процентного вклада отдельных фракций в общую численность бактерий происходит увеличение среднего объема и диаметра бактерий.

Основной вклад в биомассу 90-98% во всех образцах вносят клетки с диаметром 1,85 мкм, около 2-3% вносят клетки с размерами 0,38 мкм, а остальные размерные группы вносят вклад в 1% и менее. Возрастание примерно в 5 раз суммарной биомассы, происходит за счет биомассы бактерий с размером 1,85 мкм.

#### Литература

1. Maniloff J. Nannobacteria: size limits and evidence (Letter) // Science. 1997. V. 276. P. 1776 – 1777.
2. Лысак Л.В., Лопыгина Е.В., Кононова И.А., Звягинцев Д.Г. Численность и таксономический состав ультра-микробактерий в почвах // Микробиология. 2010. Т. 79. №3. С. 429–431.
3. Полянская Л.М., Городничев Р.Б., Звягинцев Д.Г. Размеры клеток бактерий в почвах, определяемые методом «каскадной» фильтрации // Известия РАН серия биологическая 2013, №2, С. 144-151.

УДК 547.472

#### ФИТОИНДИКАЦИЯ УСЛОВИЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННО-УРБАНИЗИРОВАННОГО РЕГИОНА

И.В. Припутина, Е.В. Зубкова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук,  
г. Пущино, [irina.priputina@gmail.com](mailto:irina.priputina@gmail.com)*

#### ASSESSMENTS OF NITROGEN AVAILABILITY IN FOREST SOILS BASED ON VEGETATION INDICATORS

I.V.Priputina, E.V. Zubkova

*\*Institute of physicochemical and biological problems in soil science of RAS*

**Введение.** Доступность почвенного азота играет важную роль в продукционном процессе и обеспечении видового разнообразия в лесных экосистемах. Влияние этого фактора на видовой состав фитоценозов объясняется разной требовательностью видов к азотному питанию. В отечественном лесоведении и за рубежом разработаны балльные экологические шкалы, которые позволяют выполнять анализ условий обеспеченности фитоценозов доступными соединениями азота на основе данных о видовом составе фитоценозов [4, 7-9]. Этот подход использован нами для индикации и оценки интенсивности процессов эвтрофирования в лесных экосистемах, что проявляется через смену менее требовательных к азотному питанию видов на более требовательные.

**Объекты исследования.** Были проанализированы данные о динамике видового состава травяно-кустарничкового яруса столичных рекреационных лесов за период 1957-2003 гг.,

опубликованные в работе [5]. Объекты исследования – три типа сосняков Серебряноборского лесничества, расположенного в пределах западных границ Москвы. На начало наблюдений рассматриваемые типы леса были определены как: *Pinetum tilietosocorylosum* (PT); *Pinetum quercetosocorylosum* (PQ); *Pinetum sorbosocorylosum* (PS). Для каждой постоянной пробной площади (ПП) имеется 4-х кратное описание видов и их обилия. Первые описания на всех площадках выполнены в 1957-61 гг., промежуточные в 70-90-х и последние в 2003 г. Поскольку геоботанические описания выполнялись не всегда синхронно, то весь примерно 45-летний период наблюдений можно условно разбить на два временных отрезка: первый – с 1957-1961 по 1989-1990, второй – с 1989-1990 по 2003.

Участки сосновых лесов в Серебряноборском лесничестве приурочены к дерново-слабоподзолистым почвам легкого гранулометрического состава, сформировавшихся на аллювиальных отложениях террас р. Москвы [3]. Согласно почвенным исследованиям, выполненным в 1950-1960-х гг. [2, 6], для этих почв были характерны маломощная лесная подстилка и пониженное содержание углерода и азота в гумусовом горизонте.

Методы. Обработка списков видов по четырем срокам наблюдений была выполнена с использованием программы EcoScaleWin [1]. Для характеристики трофических условий использованы: шкала богатства почвы минеральным азотом Г. Элленберга [8], основанная на оценке оптимальных для вида условий азотного питания; и шкала богатства почв азотом Д.Н. Цыганова [7], дающая представление о диапазонах толерантности видов. Шкала Элленберга разделяет виды в зависимости от их требовательности на 9 рангов: от видов, растущих только на очень бедных минеральным азотом почвах, до видов, встречающихся на почвах, очень богатых минеральным азотом. Шкала Цыганова имеет 11 градаций, ранжируя почвы от безазотных до избыточно богатых азотом.

Результаты. В начальный срок наблюдений сосняк с дубом (PQ) и сосняк рябиновый (PS) характеризовались как мало обеспеченные доступным азотом. Азотный статус сосняка с липой (PT) в первый срок наблюдений был выше и соответствовал почвам со средним содержанием азота. Для всех рассматриваемых лесных участков отмечен рост богатства почв за период наблюдений. Примерно за 45 лет суммарный балл по шкале Элленберга вырос для рассматриваемых биогеоценозов на 0.5 (PT) - 1.5 (PQ, PS) балла. Максимальный рост наблюдался в сосняке рябиновом, минимальный в сосняке с липой. Как следствие, к концу наблюдений исследуемые ПП «сблизились» по показателю обеспеченности почв минеральным азотом, располагаясь в области значений, соответствующей почвам со средним и повышенным содержанием минерального азота. Более интенсивный рост богатства почв азотом был характерен для периода от начала наблюдений в 1957-1961 годах до 1989-1990 годов. Затем произошла относительная «стабилизация» условий обеспеченности почв доступным азотом, а для сосняка с дубом (PQ) даже слабое понижение рассматриваемого показателя. Оценки по шкале Цыганова имеют схожую динамику, подтверждая дифференциацию начальных трофических условий между ПП и более интенсивный рост почвенного богатства азотом в период с 1957-1961 по 1989-1990 гг.

Таким образом, выполненные оценки позволили выявить особенности в условиях обеспеченности азотным питанием лесов Серебряноборского лесничества за период с 1957-1961 по 2003 гг. Эти изменения могут быть определены как тренд эвтрофирования. Полученные результаты свидетельствуют о повышении доступности азота в исследуемый период для всех участков, но отражают разную интенсивность тренда эвтрофирования в разные сроки мониторинга. Более интенсивный рост богатства почв азотом на всех ПП был характерен с 1957-1961 по 1989-1990 гг. В последующие годы уровень обеспеченности фитоценозов азотным питанием практически не изменился. Улучшение трофических условий сопровождалось повышением общего видового богатства и увеличением числа видов, требовательных к азотному питанию, в том числе стенобионтных видов с узким диапазоном толерантности к условиям среды.

С учетом положения исследуемой территории в пределах столичной агломерации рассмотрено влияние загрязнения воздушной среды  $\text{NO}_x$  на обеспеченность лесов азотным

питанием. Динамика интенсивности азотных выпадений хорошо согласуется с выявленными изменениями видового состава фитоценозов и богатства почв азотом. Это дает основание предположить, что тренд эвтрофирования лесов в 1960-1980-е гг. усиливался влиянием повышенных уровней поступления азота с атмосферными выпадениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Министерства инвестиций и инноваций Московской области (грант №14-05-03610 р\_центр).

#### Литература

1. *Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А.* Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: учебное пособие. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.
2. *Мина В.Н., Васильева И.Н.* Влияние подлеска на лесорастительные свойства почв сложных сосняков // Леса Подмосковья. М.: Наука, 1965. С. 43-62.
3. Стационарные биогеоценотические исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. Труды Лаборатории лесоведения АН СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 11-176.
4. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипов Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
5. *Рысин Л.П., Савельева Л.И., Полякова Г.А., Рысин С.Л., Беднова О.В., Маслов А.А.* Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН, 2003. 168 с.
6. Сосновые боры подзоны южной тайги и пути ведения в них лесного хозяйства / Под ред. Н.Е. Кабанова. М.: Наука, 1969. 297 с.
7. *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.
8. *Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulisen D.* Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa [Indicator values of plants in Central Europe] // Scripta Geobotanica. 1991. V. 18. Gottingen: Verlag Erich Goltze KG, 248 s.
9. *Landolt E.* Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Zurich: Veroff. Geobot. Inst. ETH., 1977. H. 64. P. 1-208.

АТМОСФЕРНАЯ ПЫЛЬ КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ТЕЛ НА ГОРОДСКИХ ЭОЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Прокофьева Т.В.<sup>\*</sup>, Шишков В.А.<sup>\*\*</sup>, Кирюшин А.В.<sup>\*</sup>, Иванников Ф.А.<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы 1-12, 119991, Москва, Россия

*e-mail: [tatianaprokofieva@yandex.ru](mailto:tatianaprokofieva@yandex.ru) ; [akiriushin@front.ru](mailto:akiriushin@front.ru)*

<sup>\*\*</sup> Институт географии РАН. Старомонетный переулок, 27, 119017, Москва, Россия

*e-mail: [vshishkov@yandex.ru](mailto:vshishkov@yandex.ru)*

<sup>\*\*\*</sup> ООО КЦ "ПОИСК", Москва, Россия

*e-mail: [ivannikovf@rambler.ru](mailto:ivannikovf@rambler.ru)*

ATMOSPHERIC DUST AS A MATERIAL FOR SOIL FORMATION: STUDYING EXPERIENCE OF SOILS ON URBAN EOLAN SEDIMENTS.

Prokof'eva T.V.<sup>\*</sup>, Kiriushin A.V.<sup>\*</sup>, Shishkov V.A.<sup>\*\*</sup>, Ivannikov F.A.<sup>\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> Moscow Lomonosov State University. Leninskie gory 1-12, 119991, Moscow, Russia

*e-mail: [tatianaprokofieva@yandex.ru](mailto:tatianaprokofieva@yandex.ru) ; [akiriushin@front.ru](mailto:akiriushin@front.ru)*

<sup>2</sup> Geography Institut of RAS. Staromonetny lane, 27, 119017, Moscow, Russia

*e-mail: [vshishkov@yandex.ru](mailto:vshishkov@yandex.ru)*

<sup>3</sup> "POISK" group, Moscow, Russia

*e-mail: [ivannikovf@rambler.ru](mailto:ivannikovf@rambler.ru)*

Почва в городе не утрачивает своей глобальной функции связующего звена между всеми оболочками планеты: является средой, через которую осуществляется взаимодействие атмосферы, различных объектов гидросферы, геологических отложений и живых организмов. Твердые атмосферные аэрозоли осуществляют связь между почвой и атмосферой. Уличная пыль, являясь неотъемлемым компонентом городской экосистемы, может оказывать значительное влияние на её компоненты, изменяя параметры городского климата и являясь источником загрязнения почв и вод. Вблизи автомагистралей, где интенсифицируется процесс переноса пыли, создается возможность не только поступления пыли в почву, но и формирования почвенных горизонтов из пылеаэрозольных выпадений.

Исследованы разными методами свойства твердых атмосферных выпадений и двух молодых почв, сформировавшихся на эоловых отложениях вблизи автомагистралей в течение 10-20 лет при высокой и средней пылевой нагрузке (примерно 330 г/м<sup>2</sup> и 30 г/м<sup>2</sup> в год соответственно).

Пылеаэрозоль поступает в почву в агрегированном состоянии. Он содержит: большое количество нефтепродуктов (до 2-3 г/кг) и тяжелых металлов, до 10% карбонатов, и до 7% органического углерода. В его гранулометрическом составе преобладают частицы размером 0,01 и 0,05 мм и менее 0,001 мм. Споры микроорганизмов и органические остатки в составе пылеаэрозоля свидетельствуют, что он является посредником для распространения живых организмов в городских экосистемах.

Исследованные почвы определены как урбостратоземы маломощные, на эоловых отложениях, подстилаемые дорожными покрытиями [1] или Urby-Leptic Technosols [2]. В изучаемых почвах на микроуровне диагностируется протекание почвообразовательных процессов связанных не только с трансформацией органических остатков, но и минеральной основы: застой влаги над асфальтовым покрытием приводит к формированию преременной окислительно-восстановительной обстановки, определяющей активное новообразование соединений марганца и железа, а насыщенность влагой способствует перекристаллизации карбонатов поступающих с пылеаэрозолем.

Химические свойства рассмотренных почв аналогичны свойствам типичных городских почв Москвы и свойствам пылеаэрозоля. Изучение состава пылевых выпадений дает представление о характере материала, постоянно поступающего на поверхность городских почв. Он обуславливает высокую загрязненность углеводородами

и тяжелыми металлами, карбонатность, высокое содержание органического вещества, преобладание лессовой фракции среди размерных фракций мелкозема. При изучении почв, сформированных на отложениях атмосферного пылеаэрозоля, подстилаемых непроницаемыми дорожными покрытиями, наиболее хорошо заметно, что именно пылеаэрозоль является материалом для формирования некоторых свойств, являющихся диагностическими для городских почв, т.к. в обычных условиях материал пылеаэрозолей быстро перемешивается с материалом городских почв за счет деятельности живых организмов.

Исследование проведено при поддержке фондов: РФФИ проект 15-04-04702 и РНФ проект 14-27-00133.

#### Литература

1. Прокофьева Т. В., Герасимова М. И., Безуглова О. С., Бахматова К. А., Гольева А. А., Горбов С. Н., Жарикова Е. А., Матинян Н. Н., Наквасина Е. Н., Сивцева Н. Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение, 2014, № 10, с. 1155–1164.
2. World Reference Base for soil resources// World soil resources reports 106. FAO UNESCO. Rome, 2014. -182 p.

УДК 631.423.6+504.064.2](571.63)

#### ПРОДУЦИРОВАНИЕ CO<sub>2</sub> ПОЧВАМИ ЮГО-ВОСТОКА ПРИМОРЬЯ НА ПРИМЕРЕ ЛАЗОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Л.Н. Пуртова<sup>1</sup>, Н.М. Костенков<sup>1</sup>, В.А. Семаль<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, [purtova@ibss.dvo.ru](mailto:purtova@ibss.dvo.ru)

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, [semal\\_vi@rambler.ru](mailto:semal_vi@rambler.ru)

#### CO<sub>2</sub> PRODUCTION BY SOILS OF LAZOVSKY RESERVE

<sup>1</sup>L.N. Purtova, <sup>1</sup>N.M. Kostenkov, <sup>1,2</sup>V.A. Semal

<sup>1</sup>*Institute of Biology and Soil Sciences FEB RAS, Vladivostok*

<sup>2</sup>*Far Eastern Federal University, Vladivostok*

В автоморфных почвах CO<sub>2</sub> практически единственное летучее соединение, в виде которого происходят потери углерода. В связи с этим исследование динамики скорости продуцирования углекислоты можно судить не только о напряженности биологических процессов, но и оценить потери органического вещества вследствие минерализации.

В России и за рубежом успешное применение нашли методы измерения эмиссии CO<sub>2</sub> *in situ*. В последнее время обращено внимание на использование абсорбционного метода при исследовании эмиссии CO<sub>2</sub> из почв. К сожалению, почвы Дальнего Востока являются практически неизученными в отношении почвенного дыхания, что представляет собой основную трудность и увеличивает неопределенность при оценке общего дыхания почв Российской Федерации. Незучеными остаются показатели эмиссии CO<sub>2</sub> почв природных ландшафтов заповедников Приморья, основным процессом почвообразования в которых является буроземообразование, что в значительной степени и определило актуальность данных исследований.

Лазовский заповедник имеет уникальное географическое месторасположение: его территория занимает как биологически насыщенную прибрежно-морскую зону, так и континентальную часть юго-восточных отрогов Сихотэ-Алиня, включающих в себя как типичные горные территории, так и широкие межгорные долины рек. Все это определяет и широкое разнообразие почв заповедника, включающее в себя не только зональные почвы буроземного ряда, но и спектр азональных почв. Варьирование морфологических признаков и различных свойств почв обеспечивается не только широтными изменениями климатических показателей, но и высотной зональностью почвенного покрова заповедника [5].

Специфические условия формирования и трансформации органического вещества, его сезонная динамика обусловлены не только особенностями муссонного климата, но и наличием уникальных девственных хвойно-широколиственных лиановых лесов в центральной части заповедника и прибрежных послепожарных сукцессий вторичных дубняков.

Цель работы - количественное определение эмиссии CO<sub>2</sub> в буроземах Лазовского заповедника. Объектами исследований явились наиболее распространенные на территории Лазовского заповедника почвы: бурозем типичный, серогумусовая типичная почва, бурозем темный [2, 6]. Эмиссию CO<sub>2</sub> определяли абсорбционным методом в условиях *in exp*. Наряду с исследованием эмиссии CO<sub>2</sub> из почв определяли показатели каталазной активности почв газометрическим методом [3]. Физико-химические параметры почв - содержание гумуса, исследовали по методу Тюрина, кислотность почв – потенциометрическим методом [1].

Почвы заповедника сформированы в пределах Южно-Приморской гидротермической провинции, для которой свойственно значительное выпадение осадков (от 600 до 800 мм в год) с суммой активных температур до 2300-2550 °С; высокие показатели радиационного баланса - 52,2 ккал/см<sup>2</sup> в год, с затратами энергии на почвообразование в 29,9 ккал/см<sup>2</sup> год. Поверхностные горизонты почв имеют слабокислую реакцию среды и высокие показатели содержания гумуса [4] (табл.1).

Таблица 1

Физико-химические свойства почв Лазовского заповедника

Почва	Горизонт	Глубина, см	pH		Гумус, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	
Бурозем темный р.25-09	AU	0-16	4,24	3,76	10,73
	AUB	16-29	4,18	3,89	2,64
Бурозем типичный р.23-08	AУ	0-15	4,74	3,7	11,40
	BM	15-88	5,68	4,46	2,38
Серогумусовая типичная р.1-02	AУ	0-12	6,34	5,95	22,39*
	AУВ	12-24	5,78	4,97	8,62

\* - потеря при прокаливании.

Наблюдения за эмиссией CO<sub>2</sub> проводили в лабораторных условиях (*ex. situ*), при 100 % полной влагоемкости (ПВ) и 60 % ПВ. При 60 % ПВ большее количество CO<sub>2</sub>, выделяемого в течение суток, свойственно для буроземов темных (табл. 2). Это, на наш взгляд, связано с большей микробиологической активностью буроземов [7], а также с обилием органического вещества в поверхностных горизонтах почв. Для буроземов свойственна средняя обогащенность почв каталазой - 4,0 O<sub>2</sub> см<sup>3</sup>/г за 1 мин.

Таблица 2

Изменение показателей продуцирования CO<sub>2</sub> в поверхностных горизонтах почв Лазовского заповедника (60 % ПВ и 100 % ПВ)

Почвы	Гори зонт	гCO <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> /сутки	гC-CO <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> /сутки	гCO <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> /сутки	гC-CO <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> /сутки
		60% ПВ		100% ПВ	
Бурозем темный р. 25-09	AU	7,56±1,36	2,04±0,65	2,21±0,54	0,60±0,23
Бурозем типичный р. 23-08	AУ	4,02±1,30	1,09±0,33	3,74±0,49	1,41±0,40
Серогумусовая типичная р. 1-02	AУ	5,06±1,42	1,37±0,29	3,48±0,73	0,94±0,27

При насыщении почв водой до полной влагоемкости (100 % ПВ) резко снизилось количество CO<sub>2</sub>, выделяемое почвой. Это было обусловлено созданием анаэробных условий и ухудшением газообмена между почвой и надпочвенным воздухом.

Таким образом, исследованиями эмиссии CO<sub>2</sub> абсорбционным методом в условиях *ex. situ* в почвах Лазовского заповедника на юге Приморья установлено, что большие показатели продуцирования CO<sub>2</sub> свойственны для буроземов с высоким уровнем содержания гумуса (бурозем темный). Средние показатели C-CO<sub>2</sub> при 60 % ПВ изменялись в ряду: бурозем

темный – 2,04 г С-СО<sub>2</sub> м<sup>2</sup>сутки, серогумусовая типичная почва – 1,37 г С-СО<sub>2</sub> м<sup>2</sup>сутки, бурозем типичный – 1,09 г С-СО<sub>2</sub> м<sup>2</sup>сутки. Это указывает на значительный вклад почв заповедника в общую эмиссию СО<sub>2</sub> почв Российской Федерации и необходимости создания реперных площадок для дальнейшего изучения эмиссии СО<sub>2</sub> почв природных ландшафтов.

#### Литература

1. *Аринушкина Е.В.* 1970. Руководство по химическому анализу почв. М: МГУ. 487 с.
2. Классификация и диагностика почв России. 2004. М: Изд-во Ойкумена. 341 с.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии. 1991. Под. ред. Звягинцева. М: МГУ. 304 с. 5.
4. *Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С.* 2004. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. №8. С. 918-926.
5. *Пуртова Л.Н., Костенков Н.М., Семаль В.А., Комачкова И.В.* 2013. Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов юга Приморья // Фундаментальные исследования. №. 1. Вып. 3. С. 585-589.
6. *Семаль В.А., Трегубова В.Г., Нестерова О.В.* 2012. Государственный природный заповедник Лазовский им. Л.Г. Капанова // Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации. Москва: НИА-Природа. С. 416-418.
7. *Щапова Л.Н.* 1994. Микрофлора почв юга Дальнего Востока России. Владивосток: Изд-во ДВО РАН. 172 с. 12.

УДК 595.14 (470.64)

#### БИОИНДИКАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) ГОРНО-ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЖИНАЛЬСКОГО ХРЕБТА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)

И.Б. Рапопорт, Н.Л. Цепкова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Кабардино-Балкарского научного центра РАН, г. Нальчик, e-mail: rap-ira777@rambler.ru; cenelli@yandex.ru*

#### BIOINDICATIVE POTENTIAL OF EARTHWORMS (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) OF MOUNTAIN-MEADOW ECOSYSTEMS OF DZHINAL RIDGE (CENTRAL CAUCASUS)

I.B. Rapoport, N.L. Tsepkova

*Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories, Kabardino-Balkarian Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

Исследована зависимость видового состава и структуры населения дождевых червей от экспозиции склонов, положения на ландшафте и степени пастбищной нагрузки в диапазоне высот 900-1100 м над ур. м. в экосистемах Джинальского хребта - западной оконечности Мелового (Пастбищного) хребта. Исследуемый район лежит в пределах пояса остепненных лугов эльбрусского варианта поясности [1]. Почвенно-климатические условия характерны для среднегорной зоны. Почвообразующие породы – глинистые сланцы и известняки. Преобладающие почвы - остаточные-карбонатные выщелоченные горные чернозёмы, на склонах южной экспозиции - горно-луговые чернозёмовидные [2]. Мощность гумусового горизонта в местах отбора проб 30-50 см, в прибрежной почве и на осыпных участках 10 см и менее. Среднее содержание гумуса в верхнем слое почвы 12,4. Реакция водной вытяжки из почвы (рН) варьирует от 7,19 до 7,82 (в среднем 7,6). Фитоценозы, слагающие остепненные луга в районе экостационара (разнотравно-коротконожковые, разнотравно-прямокоштровые, злаково-разнотравные, бобово-разнотравно-злаковые и др.), являются слабо нарушенными. Под влиянием выщаса в растительном покрове происходит

ряд дигрессионных смен, объединяемых обычно в три-четыре стадии деградации. Начальные стадии характеризуются снижением обилия луговых видов, увеличением роли видов, устойчивых к пастбищному воздействию, внедрением сорного разнотравья, сменой доминантов. К местам бывших стоянок скота приурочены сообщества, сложенные бурьянистым нитрофильным разнотравьем, основу которых составляет *Urtica dioica*. Автогенная восстановительная сукцессия, протекающая в бурьянистых нитрофильных сообществах, соответствует модели ингибирования [3]. Последней стадии дигрессии соответствует так же выбитая растительность водопойных участков. В изученных сообществах встречаются 7 видов дождевых червей. Видовой состав люмбрицид в условиях аридного эльбрусского варианта поясности соответствует степному типу. Большинство видов, слагающих ядро фауны - *Dendrobaena tellermanica* Perel, *D. mariupolienis mariupolienis* Wyss. и *Aporrectodea rosea* (Sav.) – благодаря комплексу морфо-физиологических адаптаций хорошо приспособлены к перенесению неблагоприятных гидротермических условий [4]. *D. schmidti* Michaelsen – полиморфный вид, представлен собственно почвенной морфо-экологической формой. В местах развития бурьянистой растительности в сообществах выявлены люмбрициды, не характерные для зональных условий - *D. octaedra* (Sav.), *Dendrodrilus rubidus tenuis* (Eisen), *Eisenia fetida* (Sav.). На высоте около 1000 м над ур. м. отмечено замещение собственно почвенного космополита *A. rosea* среднеярусным почвенным автохтонным *D. tellermanica*, доминирующим в экосистемах с разной степенью дигрессии. В верхних высотных поясах эльбрусского варианта поясности в направлении от теневых С, СЗ и ССЗ склонов к солнцепечным ЮЮЗ, ЮЮВ и Ю склонам, а затем к плакорам, температура почвы на глубине 20 см возрастает на 6-8° С [5]. На теневых склонах состав доминантов наиболее обширен, к их числу относятся все 5 отмеченных видов дождевых червей. Меньше всего видов (2) отмечено на соляных склонах. Доминирует *D. tellermanica*, реже - собственно почвенная морфо-экологическая форма *D. schmidti*. В поясе остепненных лугов поверхность хребтов выровнена, в рельефе преобладают пологие склоны и субгоризонтальные поверхности [1]. На плакорам доминирует *D. tellermanica*, реже наблюдается содоминирование *D. tellermanica* и *D. schmidti*. Преобладание платообразных форм рельефа обуславливает формирование в почвах плакоров мощного гумусового горизонта, вероятно, поэтому в этих сообществах наиболее часто встречается норник *D. m. mariupolienis*. В зональных условиях отмечены 4 вида люмбрицид, еще 3 вида добавляют к плакорной фауне азональные бурьянистые сообщества, также приуроченные к субгоризонтальным поверхностям. Почва под бурьянистым разнотравьем обогащена органикой и дольше сохраняет влагу. Наибольшее число видов встречается на элювиальных позициях (7), наименьшее - на транзитных (5). Малонарушенные биогеоценозы отличаются наиболее стабильными значениями биотопического видового богатства и показателей обилия дождевых червей. Это маловидовые сообщества с близкими значениями численности и индексов Шеннона, Симпсона и Пиелу. II-й стадии дигрессии - пастбищных доминантов - соответствуют минимальные значения видового богатства, общей численности, индекса биоразнообразия (индекс Шеннона) и близкое к минимальному значение выровненности обилий (индекс Пиелу). III стадия дигрессии отмечена на солнцепечных склонах. Там также встречаются всего 2 вида дождевых червей, синэкологические индексы почти не отличаются от рассчитанных для II стадии дигрессии. Наиболее выражено доминирование и неравноценный вклад разных видов в общую численность на сбитых водопойных участках (IV стадия). В прибрежных экосистемах видовое богатство и общая численность возрастают, что подчеркивает роль гидроморфного режима в формировании населения дождевых червей ксерофитизированного эльбрусского варианта поясности. Несмотря на то, что бурьянистое разнотравье тоже относится к IV стадии дигрессии, обогащение почвы азотом, развитие плотнoderновинных злаков и высокорослого разнотравья создают благоприятные условия для возрастания обилия и видового богатства дождевых червей – максимальными из всех



исследованных сообществ. В этих биогеоценозах наиболее высок индекс Шеннона и меньше выражено доминирование. При демутиационных процессах на смену низкорослым и колючим пастбищным растениям приходят высокорослые и ценные в кормовом отношении виды, характерные для травостоев сенокосов. Выровненность обилий люмбрид и индекс доминирования составляют верхний и нижний экстремумы соответственно. По остальным показателям население дождевых червей залежей занимает промежуточное положение между обитателями слабонарушенных и деградированных биогеоценозов. Из исследованных синэкологических характеристик наиболее достоверно различаются выборки, сформированные по положению на ландшафте, экспозиции склонов и степени дигрессии сообществ по средней общей численности и видовому богатству (тесты Краскела-Уоллеса и медианный). Достоверным маркером степени нарушенности экосистем является численность *D. tellermanica*.

#### Литература

1. Соколов В.Е., Темботов А.К. Млекопитающие. Насекомоядные. – М.: Наука, 1989. - С. 3-27.
2. Молчанов Э.Н. Почвенный покров Кабардино-Балкарской АССР. [карты]. – М.: Изд. Гл. Упр. Геодезии и картографии при Сов. Мин. СССР. – 1990.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (теория и современное состояние основных концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
4. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. – М.: Наука, 1979. – 275 с.
5. Коломыц Э.Г., Цветкова Н.Л. Информационная модель моносистемной организации высокогорных лугов (на примере Приэльбрусья) // Изв. Сам. НЦ РАН. – 2010. – С. 9-20.

УДК 574.42

#### БОТАНИЧЕСКИЙ САД МГУ – МОДЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

А.В. Раппопорт

*Биологический факультет МГУ, г. Москва, arapp@mail.ru*

#### BOTANICAL GARDEN OF THE MOSCOW STATE UNIVERSITY – THE MODEL PLOT FOR ECOSYSTEM RESEARCH IN URBAN ENVIRONMENT

A.Rappoport

*Biological faculty of the Lomonosov Moscow State University*

Долгие годы Ботанический сад, расположенный в 100 м от факультета почвоведения МГУ не рассматривался как объект для почвенно-экологических исследований. И лишь в конце XX века, когда под руководством Г.В. Добровольского и М.Н. Строгановой началось действительно серьезное изучение городских почв, оказалось, что и Ботанический сад МГУ заслуживает внимания не только как собрание удивительных растений, но и как совершенно уникальная экосистема, сформированная в условиях города и при активном участии человека, но, вместе с тем, непохожая ни на один ранее изученный тип биоценоза [2].

Результаты работы по изучению биоценоза Ботанического сада МГУ обсуждались в октябре 2011 г. на семинаре по теоретическим проблемам почвоведения, который основал и долгие годы вел Г.В. Добровольский. По результатам семинара была разработана межфакультетская программа: **Эколого-генетические и сравнительно-исторические исследования почвенного покрова, растительного и животного мира Ботанического сада МГУ**, в которую вошли исследовательские группы 3-х факультетов МГУ: почвоведения, биологического и географического. Результаты работы по Программе

обсуждались на круглом столе в рамках конференции Биодиагностика-2013 в феврале 2013 г. и были опубликованы [1].

Исследования показали, что высокую ценность имеют не только коллекции растений, но и почвы, которые характеризуются высоким уровнем плодородия, низким уровнем загрязнения и являются рефугиумом для многих групп живых организмов. Наличие различных биотопов, часто довольно контрастных, на относительно небольшой территории (500х600 м) позволяет выделить целый ряд модельных площадок, на которых можно вести экологический мониторинг. В качестве ключевых участков в Ботаническом саду МГУ были выбраны как открытые участки с травянистой растительностью, так и биотопы в дендрарии, где сомкнутость древесного яруса достигает 90%. Участки, занятые древесной растительностью, выбирались таким образом, чтобы были представлены как аборигенные, так и интродуцированные породы, но в любом случае достаточно широко распространенные на территории города. Это позволит, во-первых, сравнивать результаты работы с результатами, полученными для селитебных и общественных территорий города, и, во-вторых, разрабатывать рекомендации для городского хозяйства по созданию и уходу за озелененными территориями.

Исходя из вышеуказанных критериев, были заложены следующие опытные площадки:

1. Ельник – аборигенные хвойные насаждения.
2. Лиственничник – интродуцированные хвойные насаждения (лиственница Сибирская).
3. Липняк – аборигенные лиственные насаждения
4. Орехи (маньчжурские, серые) – интродуцированные широколиственные насаждения.
5. Газон обыкновенный – открытое пространство.

На этих площадках на протяжении последних 2-х лет более 10 научных групп проводят сопряженные исследования во всех ярусах биогеоценоза: почвенном, наземном (подстилка и травянистая растительность) и надземном (кустарники и деревья).

Полученные данные по распространению и динамике видов животных, растений и грибов в исследованных ботанических садах в совокупности с базовыми почвенными свойствами и контурами расположения растений планируется свести в один электронный ресурс с помощью ГИС (программа MapInfo v.12.5). Это первый такой проект для ботанических садов не только России, но и мира, которые, как правило, не рассматривают иные ресурсы кроме ботанических в качестве приоритетов в своей работе.

Таким образом, Ботанический сад МГУ – не только уникальный ботанический объект на территории города, но и резерват биоразнообразия и, возможно, основоположник нового экосистемного направления научной работы ботанических садов.

#### Литература

1. Раппопорт А.В., Лысак Л.В., Марфенина О.Е., Рахлеева А.А., Строганова М.Н., Терехова В.А., Митрофанова Н.В. Актуальность проведения почвенно-экологических исследований в ботанических садах (на примере Москвы и Санкт-Петербурга)//Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т.118. №5, 2013 г. С. 45-56.
2. Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Специфика антропогенных почв ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. №9 2005 г. 1094-1101 С.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ГОРОДСКИХ ПОЧВ ПОД ДРЕВЕСНЫМИ  
НАСАЖДЕНИЯМИ В ЛЕСНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ

Розанова М.С.\*, Горбов С.Н.\*\*\*, Прокофьева Т.В.\*, Безуглова О.С.\*\*

\*Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
[tatianaprokofieva@yandex.ru](mailto:tatianaprokofieva@yandex.ru)

\*\*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, [gorbow@mail.ru](mailto:gorbow@mail.ru)

ORGANIC MATTER IN URBAN SOILS UNDER PARK TREES PLANTATION IN  
FOREST AND STEEP ZONES.

\*Moscow State Lomonosov University, Moscow RUSSIA

\*\*Southern Federal University Rostov-on-Don, RUSSIA

Особенности биокруговорота в городских экосистемах мало изучены. Не ясны, в том числе, и особенности гумусообразования и формирования запаса органического углерода городских почв.

Проведено исследование и сравнение почв (с незначительным техногенным влиянием) под древесными насаждениями в городах Москва (технодерново-подзолистые почвы) и Ростова-на-Дону (черноземы глинисто-иллювиальные (черноземы обыкновенные вторично выщелоченные) с признаками урбопедогенеза). В Москве исследованы почвы БС МГУ на Ленинских горах. В Ростове-на-Дону исследование проведено под лесопарковыми и лесозащитными насаждениями в черте города.

Определено содержание Сорг методами бихроматного окисления и методом высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе общего органического углерода ТОС-L CPN Shimadzu, групповой состав гумуса по Тюрину (в модификациях Пономоревой-Плотниковой и Кононовой-Бельчиковой), рассчитаны запасы органического углерода с учетом плотности, мощности и содержания в горизонтах. Микроморфологические исследования проводились в прозрачных шлифах, приготовленных из образцов почв ненарушенного сложения, под поляризационным микроскопом Polam-113 (в диапазоне увеличения от 20 до 100).

До момента посадок на обоих участках исследования преобладали агропочвы зонального ряда (агро-подзолистые, агро-черноземы). Возраст посадок широколиственных пород примерно одинаков (60±10 лет). При посадке на черноземах поверхностной рекультивации не проводилось. После заложения дендрария БС МГУ проведены подсыпки торфокомпостных смесей на поверхность в первые годы существования посадок. В настоящее время уборка листвы не производится. Уровень техногенного воздействия (по данным исследования магнитной восприимчивости, содержания тяжелых металлов и количества выпадающего атмосферного пылеаэрозоля) слабый.

pH верхних горизонтов изученных почв составляет 5,9 — 7,2 в смоковских объектах и 6,0—7,8 в почвах Ростова-на-Дону. Содержание CaCO<sub>3</sub> в обоих случаях изменяется по профилю: в верхних насыпных горизонтах БС МГУ наличие карбонатов (от следовых количеств до 1%) обусловлено привнесом пыли и растворением включений карбонатного строительного мусора. В сохранившихся природных горизонтах карбонаты отсутствуют; верхние 30—70 см профильно-карбонатных черноземов Приазовья под лесопосадками оказались промыты от карбонатов, тогда как в горизонтах ВС их количество достигает 9—13%.

Лесные подстилки деструктивные, травянистый покров разреженный, местами в посадках в Ростове-на-Дону густой. При исследовании в шлифах в почвах БС МГУ отмечено большое количество сильно разложенных органических остатков с потерей клеточного строения и слабой-средней степени разложенности с сохранением клеточного строения. В верхнем горизонте чернозема – большое количество сильно разложенных остатков с потерей клеточного строения, ассимилированных почвенной массой. Содержание Сорг в поверхностных горизонтах 4—5% и 4—6% соответственно. Сгк/Сфк там же 1,1—1,3

(фульватно-гуматный гумус) и 0,9-2 (фульватно-гуматный, гуматный гумус). Запасы Сорг в 30-см толще по сравнению с природной и пахотной зональными почвами увеличились в обеих природных зонах: до 70—120 т/га и 70—100 т/га. Запасы Сорг в толще 1 м также растут (150—200 т/га и 150—270 т/га соответственно). В лесной зоне, по всей видимости, за счет наличия погребенных горизонтов и за счет современного накопления, а в степной в основном за счет накопления углерода в поверхностном горизонте. Вместе с тем, конденсированность гуминовых кислот в лесной зоне остается невысокой (соотношение E4/E6 около 6), тогда как в степной зоне она выше (E4/E6 около 3).

Несмотря на то, что посадка культурных древесных насаждений происходит в разных зонах на разной почвенно-породной основе (почвы), но за 60 лет наблюдается нивелировка различий. Это происходит как за счет однотипного воздействия растительности, так и за счет однотипного слабого воздействия городской окружающей среды. В срединных и нижних горизонтах профилей зональные черты сохраняются. Запасы Сорг как в верхних горизонтах, так и в метровой толще в целом возрастают. Несмотря на выявленные тенденции к сближению свойств почв разных природных зон, влияние зональных условий выражено в различии качества гуминовых кислот.

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ № 15-04-04702 и проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ.

УДК 631.417.2

## ГУМУСОВЫЕ ПРОФИЛИ ПОЧВ ПОД СУБАЛЬПИЙСКИМИ ЛУГАМИ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

И.А. Самофалова,

*ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, [samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)*

## HUMUS SOIL PROFILES UNDER SUBALPINE MEADOWS IN THE MIDDLE URALS

*I.A. Samofalova,*

*Perm State Agricultural Academy*

Групповой состав гумуса является диагностическим и классификационным признаком современных почв [4]. Соотношение компонентов в гумусе отражает генезис почв и природные условия формирования почвенного тела [1, 3, 5]. Показатели соотношения компонентов гумуса считают надежными при характеристике былых эпох гумусообразования и почвообразования [5]. Соотношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот и его изменение по профилю является часто употребляемым и надежным признаком при диагностике погребенных и ископаемых почв, стратификации на их основе отложений и реконструкции условий времени их формирования. Так, накопление гуминовых кислот характеризует почвообразование теплых условий, а фульвокислот – холодных и влажных условий [6].

Цель исследования – изучить гумусовые профили почв под субальпийскими лугами Среднего Урала. Объектом исследования был почвенный покров заповедника «Басеги». Исследования проводили в 2011-2013 гг. Почвенные разрезы (4 шт.) заложены в подгольцовом поясе под лугово-разнотравными ассоциациями на высоте 589, 597, 641, 646 м н.у.м. на выположенной слабонаклоненной поверхности между горами Северный Басег и Средний Басег. Использовали субстантивно-профильную классификацию почв [7]. Содержание органического вещества определяли по методу Тюрина в модификации Антоновой [2], групповой состав гумуса – по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой. Статистическая обработка проведена в программе «Анализ данных» в Microsoft Excel и программе STATISTICA 12.0.

Местоположение почв способствует формированию достаточно мощного профиля для горных территорий: 65-95 см, с мощным гумусовым профилем слабо дифференцированным на горизонты. Выделение горизонтов в срединной части профиля этих почв было

проблематичным: или серогумусовые горизонты (тогда органо-аккумулятивные почвы), или структурно-метаморфические (диагностируют буроземы или серые метаморфические почвы).

Специфические условия формирования почв определяют их свойства, и в том числе содержание гумуса. Аналитические данные обнаруживают в почвах незначительное варьирование содержания гумуса в верхней части профиля (от 5,69 до 7,71 %). Вниз по профилю данный показатель в почвах на высоте 589, 597, 641 м изменяется бимодально и только в почве на высоте 646 м происходит постепенное снижение с 7,71 до 6,6 %. В нижних горизонтах почв содержание гумуса является достаточно высоким (3,29-4,88 %).

Относительное содержание углерода в вытяжке также изменяется бимодально, постепенно снижаясь к срединной части профиля, а затем, резко повышается и вновь постепенно снижается. В почвах отмечается низкое содержание гуминовых кислот (ГК), причем с наименьшим размахом варьирования, чем фульвокислот. Однако, в пределах профиля выделяются максимумы накопления гуминовых кислот на глубинах 60-70 см (р. 61, высота 646 м н.у.м.), 52-65 см (р. 62, высота 641 м), 55-85 см (р. 58, высота 597 м), 28-40 и 56-65 см (р. 60, 589 м). Таким образом, распределение гуминовых кислот носит флуктуирующий характер, и позволяет зафиксировать наличие максимумов в пределах профиля (более 20 % от Собщ).

В почвах отмечается дифференциация содержания фульвокислот (ФК) по профилю: имеется как минимум два максимума. Широкий диапазон варьирования ФК (3,24-40,00 % от Собщ.) указывает на различные условия формирования почвенного профиля при изменяющихся условиях температуры и увлажнения. Накопление фульвокислот в профиле диагностирует влажные прохладные условия, при которых формировался соответствующий генетический горизонт. Для всех четырех профилей почв характерно наличие таких горизонтов.

Соотношение ГК и ФК в составе гумуса почв смещается в сторону ФК. Тип гумуса в горных почвах характеризуется как фульватный, так как соотношение Сгк:Сфк составляет менее 0,5. Однако, в срединной части профиля и ниже встречается более широкое соотношение, что свидетельствует о накоплении гуминовых кислот. Резкое повышение показателя Сгк:Сфк указывает на смену условий формирования почв: накопление ГК характеризует почвообразование теплых условий, а фульвокислоты – холодных и влажных условий. В верхней части профиля почв, ГК являются достаточно рыхлыми (показатель Сгк:Сфк варьирует от 0,11 до 0,47) и способны к гидролизу, то есть очень не стойкие, в связи, с чем легко переходят в раствор. В срединной части профиля Сгк:Сфк повышается до 0,77 и более, что указывает на наличие более зрелых гуминовых кислот в составе гумуса.

Среди характеристик гумусового профиля отмечается большей частью преобладание негидролизующих форм гумуса над растворимыми компонентами. Содержание негидролизующего остатка (Сно), состоящего из не полностью гумифицированных растительных остатков, колеблется в широких пределах (30-93 % от Собщ.).

Итак, анализ гумусового профиля исследуемых почв, показывает его сложное строение, что выражается в наличии нескольких максимумов в содержании гуминовых кислот, отношениях Сгк:Сфк приуроченных к погребенным горизонтам. Основные параметры гумусовых профилей фиксируют эволюционный ход формирования почв. Характер гумусовых профилей позволяет рассматривать почвы как полигенетические, несмотря на то, что морфологически реликтовые признаки не выявляются. Под современной толщей серогумусовых горизонтов почв аналитически, по гумусовому профилю, обнаружены погребенные почвы, а в разрезе 60 выявлены два профиля погребенных почв. Таким образом, под субальпийскими лугами при мощности профиля 60-90 см и морфологически, и аналитически не выделяется структурно-метаморфический горизонт ВМ в профиле и исследуемые почвы можно классифицировать как органо-аккумулятивные с погребенным гумусовым горизонтом.

## Литература

1. Алиева М.М. Гумусное состояние основных почв Гобустанского массива Азербайджана. // Гуминовые вещества в биосфере: труды IV всерос. конф., Москва, 19-21 дек. 2007. СПб.: СПбГУ, 2007. С. 560-568.
2. Антонова З.П., Скалабан В.Д., Сучилкина Л.Г. Определение содержания в почвах гумуса // Почвоведение. 1984. № 11. С. 130-133.
3. Владыченский А.С., Боровкова Е.М. Гумус горно-лесных почв северо-западного Кавказа // Почвоведение. 1986. № 3 С.73-80.
4. Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1989. 110 с.
5. Дергачева М.И., Феденева И.Н. Разные подходы к диагностике и реконструкции природной среды по признакам педогенеза // Современные проблемы почвоведения в Сибири: Материалы Международной научной конф. / под редак. А.В. Огородникова. Томск: Томский госуд. университет, 2000. Том 1. С. 163-166.
6. Калласс Е.В., Дергачева М.И. Гумусовые профили почв экотона тайга-степь Западной Сибири. Томск-Новосибирск: ООО Окраина, 2011. 127 с.
7. Полевой определитель почв / М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

УДК 631.45:632.51

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИ ВЗВЕШЕННОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ

СОРНЯКОВ (на примере дерново-подзолистой почвы)

В.П.Самсонова, М.И. Кондрашкина, А.В.Зоткина

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [ykbun@mail.ru](mailto:ykbun@mail.ru),

[kondra\\_mar@mail.ru](mailto:kondra_mar@mail.ru), [zontik1504@mail.ru](mailto:zontik1504@mail.ru)

### USE OF THE GEOGRAPHICALLY WEIGHED REGRESSION FOR THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SOIL PROPERTIES ON THE NUMBER OF SEPARATE SPECIES OF

WEEDS (case study)

V.P.Samsonova, M.I.Kondrashkina, A.V.Zotkina

Soil science faculty of MSU

Засоренность сельскохозяйственных угодий является одной из причин значительных недоборов урожая. Видовой состав и степень засоренности зависят от многих условий, среди которых не последнее место занимают свойства почв мест произрастания этих растений. Несмотря на многочисленные исследования, сведения о влиянии тех или иных свойств почв на засоренность часто противоречивы. Одной из причин этого может быть разный вид функциональных зависимостей в разных частях угодья, что может быть обусловлено предшествующей историей территории. Для анализа в этом случае может быть использована так называемая географически взвешенная регрессия, сравнительно недавно вошедшая в инструментарий исследователей и пока еще мало используемая в почвоведении и смежных науках [1,4].

Учет сорной растительности проводился в Солнечногорском районе Московской области. На угодье площадью 27 га маршрутным методом с шагом опробования 25 м было обследовано 175 площадок. На них рамочным методом (размер рамки 50\*50 см) проводился подсчет численности особей отдельных видов сорных растений. Из каждой точки буром были отобраны образцы почвы из верхней части пахотного горизонта (0-10 см). В образцах по общепринятым методикам определено содержание гумуса (%); подвижных форм фосфора и калия (мг/1кг почвы); рН<sub>KCl</sub>. Почва угодья определена как агродерново-подзолистая языковатая глубокопахотная глубокооуглеенная среднесуглинистая на покровном суглинке, подстилаемом мореной [2].

В год обследования культурный компонент агроценоза был представлен бобово-злаковой смесью – клевер красный, тимофеевка луговая, ежа сборная, кострец безостый, полевица белая, щучка дернистая. Был обнаружен 51 вид сорных растений, из них малолетних – 20 видов, многолетних корнеотпрысковых – 4; многолетних корневищных – 6 и многолетних других биологических групп – 21 вид. Представители выявленных видов имели неодинаковую среднюю численность и встречаемость по площади угодья. Встречаемость большинства видов низкая или единичная, что может быть обусловлено высокой средней численностью растений - 172 сорных и 110 культурных на 1 м<sup>2</sup>. Для некоторых видов, например, пастушья сумка - *Thlaspi arvense* L. - отмечается низкая встречаемость (0,4), но высокая средняя численность (32 шт/ м<sup>2</sup>), что свидетельствует о неравномерном распределении сорных видов по площади угодья. Ромашник непахучий - *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. напротив, при высокой встречаемости имеет низкую численность, что, напротив, свидетельствует о его равномерном распространении.

Из общего числа обнаруженных видов, выделяется пять, численность которых от 13 до 26 шт / м<sup>2</sup>, встречаемость средняя и высокая. Это незабудка полевая - *Myosotis arvensis* Hill, ромашник непахучий – *T. inodorum* (L.) Sch. Bip и фиалка полевая - *Viola arvensis* Murr., которые относятся к группе малолетних сорняков, бодяк полевой - *Cirsium arvense* (L.) Scop – многолетний корнеотпрысковый и одуванчик лекарственный - *Taraxacum officinale* Wigg – многолетний стержнекорневой. Имея высокую встречаемость, эти виды располагаются достаточно равномерно по площади угодья, однако их численность в разных точках опробования неодинакова. Это дает возможность предположить, что наряду с климатическими факторами, немаловажное значение имеют отдельные свойства почвы, такие как содержание гумуса, подвижных фосфора и калия, реакция почвенного раствора.

Как показывают наши исследования, высокий коэффициент корреляции указывают на значительную пестроту почвы по изученным свойствам (табл.1).

Таблица 1

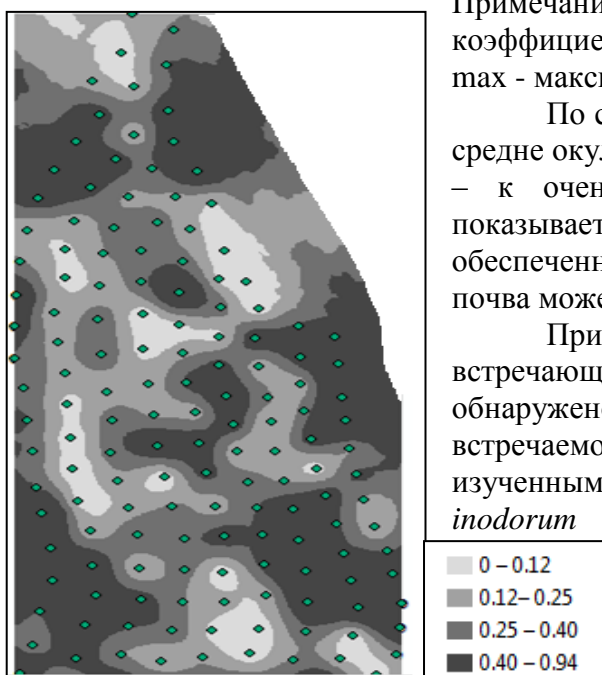
Статистические характеристики исследованных свойств почвы (глубина 0-10 см, n=175)

Свойство	$x_{cp}$	min	med	max	s	CV, %
Гумус, %	2,72	1,05	2,63	4,64	0,64	23,60
pH <sub>KCl</sub>	5,52	4,27	5,48	6,66	0,48	8,64
Фосфор, мг/кг почвы	573,87	22,18	563,37	1806,39	287,34	50,07
Калий, мг/кг почвы	99,19	14,68	74,66	337,96	57,63	58,10

Примечание:  $x_{cp}$  - среднее, s - стандартное отклонение, CV - коэффициент вариации, min - минимальное, med - медианное, max - максимальное значение.

По содержанию гумуса угодье может быть отнесено к средне окультуренным, по содержанию подвижного фосфора – к очень высокообеспеченным, подвижного калия – показывает граничные значения между слабо- и средне обеспеченным. По значениям реакции почвенного раствора почва может быть охарактеризована как слабокислая [3].

При анализе взаимосвязи между часто встречающимися видами и почвенными свойствами не обнаружено зависимости между численностью и встречаемостью *V. arvensis*, *C. arvense* и *T. officinale* с изученными почвенными факторами. Для численности *T. inodorum* выявлена связь с содержанием гумуса и значениями pH ( $r^2= 0,21$ ). Количество *M. arvensis* зависит от содержания подвижного фосфора ( $r^2= 0,29$ ). Все полученные связи слабые, что связано с изучением угодья целиком, без учета выявленной неоднородности



почвы по изученным свойствам.

На рис.1 представлена карта локальных квадратов коэффициента детерминации для связи *M. arvensis* с содержанием подвижного фосфора, из которой можно видеть, что есть области, где связь очень слабая (светлые тона, и очень сильная - темные тона). Усреднение этих зависимостей практически сводит к нулю общую зависимость.

Рис.1 Карта локальных квадратов коэффициента детерминации для связи *M. arvensis* с содержанием подвижного фосфора.

#### Литература

1. Балаиш В.А., Балаиш О.С., Харламов А.В. Эконометрический анализ геокодированных данных о ценах на жилую недвижимость. Прикладная эконометрика, 2011, №2, 62-77.
2. Классификация и диагностика почв России – Ойкумена – 2004, 339 с.
3. Минеев В.Г. Агрохимия. – М.: Издательство МГУ, 1990, 303 с.
4. Fotheringham A.S., Brundston C., Charlton M. Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships. New York:Wiley. 2002.

УДК 631.417

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ ЗОНАЛЬНЫХ БИОМОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

В.М. Семенов\*, Б.М. Когут\*\*

\*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,  
[v.m.semenov@mail.ru](mailto:v.m.semenov@mail.ru)

\*\*Почвенный институт имени В.В. Докучаева, г. Москва, [kogutb@mail.ru](mailto:kogutb@mail.ru)

#### DISTRIBUTION OF ACTIVE ORGANIC MATTER IN SOILS OF THE ZONAL BIOMES ON THE AREA OF EUROPEAN RUSSIA

V.M. Semenov\*, B.M. Kogut\*\*

\*Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of RAS

\*Dokuchaev Soil Science Institute

Активным органическим веществом называется потенциально-минерализуемая, преимущественно высокого энергетического и питательного статуса, быстро утилизируемая микроорганизмами, способная к химическим и биохимическим взаимодействиям, химически и физически незащищенная часть почвенного органического вещества (ПОВ) с продолжительностью существования менее 3-10 лет. Определение содержания активного ОВ производится по кумулятивному количеству С-СО<sub>2</sub>, выделившегося при инкубации (60% ППВ, 22°C) предварительно высушенных (65°C, 24 час) образцов почвы за время равное по продолжительности вегетационному периоду. Аппроксимируя кривую кумулятивного количества С-СО<sub>2</sub> уравнением кинетики первого порядка, вычисляется содержание и константа скорости минерализации потенциально-минерализуемого (активного) углерода в почве на момент начала инкубации. Активное органическое вещество ответственно за краткосрочную динамику многих биологических, физических и агрохимических свойств почвы, является прямым источником парниковых газов и необходимых растениям форм азота и фосфора.

Исследования проводили с образцами разных типов и подтипов почв региональных биомов европейской части России, включающими: сфагновый торфяник (Ненецкий автономный округ), аллювиально-дерново-луговую (Ненецкий автономный округ), аллювиально-дерновую (Архангельская обл.), аллювиально-дерново-глеевую (Архангельская обл.), дерново-аллювиальную (Архангельская обл.), низинную торфяно-перегнойную (Архангельская обл.), дерново-подзолистую супесчаную (Владимирская обл.), серую лесную



(Московская обл.), серую лесную (Тульская обл.), темно-серую лесную (Орловская обл.), чернозем выщелоченный (Пензенская обл.), чернозем типичный (Курская обл.), чернозем типичный (Воронежская обл.), чернозем обыкновенный (Воронежская обл.), лугово-черноземную (Воронежская обл.), черноземно-луговую (Воронежская обл.), бурую полупустынную, солонцеватую (Астраханская обл.), бурую лесную кислую (Краснодарский край). Представлены естественные угодья (лес, луг, степь), лесополосы, сенокосы, пастбища, залежи, пахотные земли (чистый пар, неудобренные и удобренные агроценозы), разные катены и почвенные горизонты.

Самое большое количество активного органического вещества (1013-1232 мг С/100 г) сосредоточено в сфагновом торфянике. В верхнем гумусовом горизонте содержание активного органического вещества уменьшалось в следующем ряду почв: низинная торфяно-перегнойная (262-450 мг/100 г) > аллювиально-дерново-глеевая (248 мг/100 г) > аллювиально-дерновая (158-177 мг/100 г) > дерново-аллювиальная (59-276 мг/100 г) > лугово-черноземная (207 мг/100 г) > бурая лесная кислая (81-233 мг/100 г) > чернозем выщелоченный (65-217 мг/100 г) > темно-серая лесная (78-221 мг/100 г) > чернозем типичный (43-186 мг/100 г) > серая лесная (56-144 мг/100 г) > чернозем обыкновенный (56-102 мг/100 г) = черноземно-луговая (71 мг/100 г) > дерново-подзолистая супесчаная (25-101 мг/100 г) > аллювиально-дерново-луговая (50 мг/100 г) > бурая полупустынная (7-22 мг/100 г). Из представленного ряда следует, что размеры активного пула почвенного органического вещества определяются не столько эколого-географической приуроченностью почвенного таксона, сколько конкретными условиями биомов, совокупностью био-физико-химических свойств почвы и степенью ее преобразования, в том числе размерами поступления и потерь углерода, темпами минерализации и стабилизации органического материала.

В темно-серой лесной почве верхней части склонового ландшафта содержится в 1.4 раза меньше активного органического вещества, чем в нижней его части, где происходит накопление материала, перераспределяемого в ходе эрозии. В поверхностном слое дернины содержится в 1.9-2.9 раза больше активного органического вещества, чем в гумусово-аккумулятивном горизонте исследуемых почв. С увеличением глубины содержание активного органического вещества в профиле серой лесной почвы уменьшается от 2.1 до 7.4 раза по сравнению с гумусовым горизонтом, в черноземе типичном – от 2.2-2.8 до 4.2-13.6 раза, в бурой лесной почве – от 2.9-3.2 до 4.2-8.1 раза. В отличие от перечисленных почвенных таксонов в бурой полупустынной почве активное органическое вещество достаточно равномерно распределяется во всех выделенных А, В, ВС и С горизонтах в интервале 7-23 мг/100 г, а для сфагнового торфяника и низинных торфяных перегнойных почв свойственна значительная аккумуляция активного органического вещества и в слое 25-50 см. Максимальный уровень содержания активного органического вещества, свойственный целинным и необрабатываемым почвам под естественной растительностью или залежью, превышает минимальный уровень в условиях бессменного чистого пара в 3.8-4.3 раза. Пул активного органического вещества чувствителен к почвозащитным агротехническим приемам и системам по воспроизводству почвенного органического вещества. В отдельных случаях при систематическом применении высоких доз органических удобрений обеспеченность пахотных почв активным органическим веществом может быть даже выше, чем целинных. В целом для всего массива образцов почв содержание активного органического вещества в гумусовом горизонте достоверно коррелировало с валовым содержанием Сорг ( $r=0.952$ ,  $P<10^{-4}$ ,  $N=53$ ).

Варьирование доли активного органического вещества от валового количества Сорг в почвах от 0.5 до 13.4% и константы скорости минерализации от 0.003 до 0.063 сут<sup>-1</sup> в зависимости от типов почв, угодий, севооборота, системы удобрения, местоположения в катене и глубины по профилю свидетельствует о разнокачественности состава почвенного органического вещества и разных механизмах его защищенности от разложения микроорганизмами. В пределах одного и того же типа почвы потенциальная минерализация органического вещества в гумусовых горизонтах составляет следующие величины: в

дерново-подзолистой супесчаной почве – 5.1-10.4%, в серой лесной среднесуглинистой – 4.2-8.5%, в темно-серой лесной – 2.1-6.7%, в бурой лесной кислой – 4.0-6.3%, в низинной торфяно-перегнойной – 4.2-5.9%, в бурой полупустынной – 1.6-5.7%, в дерново-аллювиальной – 2.4-5.2%, в черноземе типичном – 1.6-4.7%, в черноземе выщелоченном – 1.5-4.1%, в аллювиально-дерновой 1.8-3.2%, в черноземе обыкновенном – 1.5-1.9% от валового Сорг. Минерализационная способность сфагнового торфяника не превышает 2.4-3.2% от Сорг. Органическое вещество почв естественных угодий и залежи характеризуется большей минерализационной способностью, чем пахотных почв с минеральной системой удобрения или с нерегулярным внесением органических удобрений в низких дозах. Если в среднесуглинистых серых лесных, тяжелосуглинистых черноземных и глинистых бурых лесных почвах доля активного пула в составе почвенного органического вещества постепенно уменьшалась с глубиной с  $4.0 \pm 2.0$  до  $1.4 \pm 0.8\%$  от Сорг, то в легко суглинистой бурой полупустынной почве, наоборот, возрастала с  $3.2 \pm 1.8$  до  $10.6 \pm 2.8\%$ . Минерализационная способность почвенного органического вещества не зависела от валового содержания Сорг.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-04-01575-а.

УДК 574.2

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РОДА ACHILLEA

В.В. Семенова

*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала,  
[semenovav86@mail.ru](mailto:semenovav86@mail.ru)*

## DISTRIBUTION OF ELEMENTS IN SOIL-PLANT SYSTEM ON AN EXAMPLE OF SPECIES ACHILLEA

V.V. Semenova

*Caspian institute of biological resources of the Dagestan scientific center of the RAS,  
Makhachkala*

**Введение.** Почва является важнейшим объектом окружающей среды. В отличие от других объектов окружающей среды (воздух, вода), где протекают процессы самоочищения, почва обладает этим свойством в незначительной мере. Более того, для некоторых веществ, в частности для тяжелых металлов (ТМ), почва является кумулятором. Тяжелые металлы прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя труднорастворимые соединения. Таким образом, идет их накопление в почве [1]. Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв, поэтому избыточное накопление ТМ растениями обусловлено, прежде всего, их высокими концентрациями в почвах [3, 6]. Повидимому, существуют два ведущих фактора формирования элементного состава растений – генетический и экологический. Их долевое участие меняется в зависимости от изменения условий среды. Экологический фактор становится ведущим при техногенном загрязнении среды обитания тяжелыми металлами, особенно их подвижными формами [5].

Цель настоящей работы – изучение влияния транспорта на содержание тяжелых металлов (Zn, Pb, Cd) в почве и надземной фитомассе лекарственных растений рода *Achillea*: тысячелистника таволгового (*A. filipendulina* Lam.), тысячелистника благородного (*A. nobilis* L.), тысячелистника Биберштейна (*A. Biebersteinii* Afan.).

**Методы исследования.** Исследования проводили в 2008-2013 гг. Отбор растительных образцов проводили в период цветения растений. Для определения элементов в надземной массе брали среднюю пробу, после чего растительные образцы разделяли на корни, стебли, листья, соцветия. Пробы почвы брали из зоны расположения корневой системы. Отбор растительных и почвенных проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01. Анализ каждой пробы проводили в 2-х кратной повторности. Сухие пробы растительных образцов

озоляют (методом сухого озоления) при температуре 500°C. Зола растворяли в 20% HCl. Определение элементов в почвенных образцах проводилось методом экстракции 1М HCl. Измерение проводилось на полярографе ПУ-1. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «Microsoft Excel».

**Результаты исследования.** В некоторых точках Терско-Сулакской подпровинции Дагестана (с, Учкент) наблюдается преобладание тяжелых металлов в растениях, отобранных на расстоянии 50-70 м от дороги, чем на расстоянии 10 м. Это объясняется тем, что ветры, дующие с севера на юг, уносят ТМ дальше от дороги. Кроме того, определенную роль в накоплении ТМ имеет рельеф и расположение автомобильной дороги по отношению к рельефу, в данном случае дорога расположена выше, чем придорожная часть шириной 5-10 м, поскольку участок с уклоном с юга на север. В с. Учкент показатели элементов в растениях тысячелистника Биберштейна, отобранных на расстоянии 70 м от дороги, в 1,5 - 5,5 раза превышают показатели в растениях, отобранных на расстоянии 10 м, а в почвах содержание Zn, Pb, Cd на 10 метровой полосе выше. В надземной массе тысячелистника благородного, отобранного на расстоянии 50 м, значения цинка превышают показатели на 10 метровом расстоянии, а содержание свинца и кадмия в листьях больше на расстоянии 10 м от дороги.

Содержание свинца в надземной части тысячелистника таволгового, отобранного на светло-каштановой карбонатной легкосуглинистой почве, на расстоянии 5 м от трассы Махачкала – Манас, составляет 9,01 мг/кг, что превышает ПДК (ПДК=6 мг/кг по САН ПИН 232.1078-01 от 14.11.2001/22.03.02) в 1,5 раза.

На накопление элементов в почвах и растениях существенное влияние оказывает интенсивность движения автомобилей. В предгорных условиях, где интенсивность движения автомашин меньше, разница в содержании ТМ в однотипных почвах и растениях тысячелистника, отобранных на расстоянии 5 и 10 м, незначительна. Так, например, горно-луговая карбонатная среднесуглинистая почва и растения тысячелистника, отобранных в с. Эрпели и турбазе Терменлик Буйнакского района, характеризуются близкими показателями изучаемых элементов и составляют для почв: Zn - 18; 20, Pb - 11,0; 11,2, Cd - 0,98; 1,0 мг/кг, для тысячелистника обыкновенного соответственно: Zn - 5,52; 5,53. Pb - 0,48; 0,49, Cd - 0,52; 0,53 мг/кг сухого вещества.

На одинаковом расстоянии (10 м) от дороги интенсивность движения значительно повлияла на накопление элементов в почвах и растениях. Примером является горно-каштановая почва с близкими показателями гумуса и pH в с. Губден и Какамахи. В районе с. Губден интенсивность движения автомашин гораздо выше (1000 авт./сут.), чем в районе Какамахи (850 авт./сут.), поэтому накопление элементов в почве (в 1,2-1,3 раза) и растениях тысячелистника таволгового (в 1,1-1,5 раза), отобранных в с. Губден, тоже выше.

Растения под действием загрязнителей подвергаются значительным морфологическим изменениям, которые отражаются на росте побегов, корней, длине междоузлий, а также на размере листьев и соцветий. При малых уровнях загрязнения воздушной среды, видимые морфологические изменения растений могут и не наблюдаться. Симптомы острого повреждения растений токсическими веществами высоких концентраций достаточно хорошо изучены [2,4,7].

Нами также замечено влияние антропогенного фактора на изменение морфологических признаков растений. Так, например, у растений тысячелистника таволгового, отобранных на загрязненном участке (трасса Махачкала – Манас), высота растений составила 80 см, соцветия в щитках, имеющих диаметр 5 см, корзинки скучкованы, растение не разветвленное, листья длиной 7 см, междоузлия короткие, корневище тонкое. А у растений, отобранных на слабо загрязненном участке (с. Губден), высота 110 см, диаметр щитков 10 см, растение разветвленное, листья 12 см длины, корневище толстое, разветвленное.

Нами изучалось также влияние железной дороги в пригородной зоне (с. Шамхал). Было установлено, что на расстоянии 10 м от железнодорожного полотна в слое лугово-

каштановой почвы 0-10 см, отмечается повышенное содержание Pb. При этом превышение ПДК в почве достигает по свинцу 1,4 раза. Показатели цинка и кадмия ниже допустимого уровня. На содержание изучаемых элементов в растениях тысячелистника обыкновенного железная дорога не оказала заметного влияния. Показатели их ниже ПДК и составляли: Zn - 4,40, Pb - 0,39, Cd - 0,07 мг/кг.

При сравнении концентрации ТМ в нарушенных растениях с содержанием в фоновых растениях, произрастающих в одинаковых природно-географических условиях, выявились существенные различия. Так, концентрация элементов в надземной массе растений т. благородного в с. Стальское (50 м от дороги), превышает концентрацию их в растениях с. Стальское, отобранных вдали от трассы: свинца в 4,8, кадмия в 5,8 раза. В листьях и соцветиях растений с. Стальское (50 м) содержание Cd превышает ПДК в 1,5-1,6 раза. На участке с. Учкент (10 м) количество элементов в растениях т. Биберштейна выше, чем на контрольном участке с. Коркмаскала в 1,3-5,5 раза (табл. 6, 17). В растениях т. таволгового на загрязненном участке предгорной провинции (с. Губден, с. Какамахи) содержание ТМ выше, чем на контрольном (с. Какамахи): для Pb - в 1,8 - 2,2 раза.

#### Литература

1. Боев В.М., Утенина В.В., Быстрых В.В. Дисбаланс микроэлементов как фактор экологически обусловленных заболеваний // Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 68.
2. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде.- Минск: Наука и техника, 1989. 206 с.
3. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние / В.В. Добровольский. - М.: Мысль, 1983. - 272 с.
4. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений.- Киев, 1971. 146 с.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин.- Новосибирск: Наука, 1991. - 150 с.
6. Леванидов Л.Я. Марганец как микроэлемент в связи с биохимией и свойствами таннидов / Л.Я. Леванидов, С.Т. Давыдов. - Челябинск: Кн. изд-во, 1961. - 156 с.
7. Урманцев Ю.А., Гудсков Н.Л. Проблема специфичности и неспецифичности ответных реакций растений на повреждающее воздействие // Журн. Общ. Биол. 1986. Т. 48, № 3. С. 337 - 349.

УДК 631.415.12

#### КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ БУФЕРНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НЕНАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ И ВКЛАД ОТДЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ

Т.А.Соколова

*Факультет Почвоведения МГУ, г. Москва, sokolt65@mail.ru*

#### ACID-BASE BUFFER CAPACITY OF THE SOIL COVER OF UNDISTURBED SOUTHERN TAIGA LANDSCAPES AND CONTRIBUTION OF SOME INDIVIDUAL REACTIONS IN ITS DEVELOPMENT

T.A.Sokolova

*Soil Science Faculty of MSU*

Кислотно-основную буферность определяли методом непрерывного потенциометрического титрования водных суспензий в образцах, взятых по генетическим горизонтам, в основных компонентах почвенного покрова, занимающих разные геохимические позиции в ненарушенных ландшафтах южной тайги. Буферность к кислоте закономерно увеличивается от торфянисто-подзолисто-глеевых почв элювиальных позиций к дерново-глеевым почвам транзитно-аккумулятивных позиций параллельно снижению кислотности. Буферность к основанию варьирует по почвам и горизонтам в

зависимости не только от кислотно-основных свойств, но и от содержания подвижных соединений Fe, Al и Si.

Для дерново-глеевых почв был оценен вклад отдельных буферных реакций в формирование кислотно-основной буферности дерново-глеевых почв. При взаимодействии с кислотой в минеральных горизонтах основное количество протонов (> 80%) расходуется на вытеснение обменных оснований, а в органогенных горизонтах – на вытеснение протоном обменных оснований и растворение оксалатов Ca. В горизонтах O и A<sub>У</sub> значительный вклад (2-15%) в буферность к кислоте принадлежит соединениям Mn. На долю буферных реакций с участием соединений Al приходится от < 0,5 до 1-2% от общей буферности, на протонирование поверхностных OH-групп каолинита – 2-3%.

При взаимодействии с основанием из тех буферных реакций, вклад которых удалось количественно оценить, наибольшее значение имеют: депротонирование OH-групп на поверхности гидроксидов Fe (9-43%), депротонирование OH-групп на поверхности иллитовых кристаллитов (3-19%) и растворение не идентифицированных, возможно, аморфных алюмосиликатов (9-14%). Меньший вклад в формирование буферности к основанию принадлежит реакции депротонирования OH-групп на поверхности каолиновых частиц (1-5%) за счет низкой УП этого минерала, и совсем незначителен вклад реакции растворения соединений Fe.

УДК 631.44

#### ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ И НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

В.М. Телеснина, И.Е. Ваганов

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [vtelesnina@mail.ru](mailto:vtelesnina@mail.ru)*

#### SOILS AND SOME INDEXES OF BIOLOGICAL CYCLING IN POST-AGROGENIC ECOSYSTEMS IN SOUTH TAIGA

V.M. Telesnina, I.Ye. Vaganov

*Soil science faculty of MSU*

Исследования проводили на территории Мантуровского района Костромской области. Объекты представлены несколькими хронорядами из постагрогенных экосистем. I. Зарастающая пашня: 1) пашня, засеянная овсом (почва агродерново-подзолистая); 2) залежь с 2005 г. – луг (агродерново-подзолистая реградированная); 3) залежь с 2000 г. – заросли ивы козьей (агродерново-подзолистая реградированная); 4) лес осиново-березовый 40 лет (дерново-подзолистая постагрогенная); 5) березово-еловый лес 100 лет (подзолистая). II. Зарастающий сенокос: 1) луг, выкошенный в последний раз 2-3 года назад (агродерново-подзолистая реградированная); 2) заброшенный 12-13 лет назад сенокос (агродерново-подзолистая реградированная); 3) лес ивово-березовый 20 лет (дерново-подзолистая постагрогенная); 4) лес березово-еловый 95 лет (дерново-подзолистая). III. Кроме того, провели сравнительное исследование огорода, заброшенного 15-20 лет назад с экосистемой огорода, используемого в настоящее время (обе почвы – агроземы). Общая фитомасса биогеоценозов возрастает в ходе сукцессии, особенно после формирования сомкнутого древостоя – за счет многолетних частей деревьев. Возобновление древостоя осуществляется с большей скоростью на заростающей пашне, чем на заростающем сенокосе, что связано, возможно, с лучшими почвенно-растительными условиями по причине недавнего освоения почвы. На заброшенном огороде возобновление древостоя затруднено из-за конкуренции с сорно-рудеральным высокотравьем. Особое внимание было уделено динамике травяно-кустарничкового яруса, который является наиболее чувствительным показателем локальных экологических, в том числе почвенных условий. В ходе зарастания пашни наблюдается уменьшение надземной биомассы травостоя почти в 6 раз. Из доминантов постепенно уходят *Phleum pratense* и *Dactylis glomerata*, дающие максимальную биомассу на 5-7 летней залежи.

На стадии 90-100 летнего леса биомасса снова возрастает за счет кустарничков и мхов. Через 1-2 года после прекращения кошения происходит уменьшение травяной фитомассы на 60-80 г/м<sup>2</sup>. Через 7-8 лет после прекращения сенокоса надземная биомасса почти вдвое уменьшается за счет окончательного выпадения высокопродуктивных злаков. Биомасса травостоя сенокосного луга значимо выше биомассы травостоя заброшенного сенокоса, а биомасса последнего превышает биомассу травостоя следующих стадий сукцессии. Корневая фитомасса, характеризующаяся чрезвычайно высокой степенью пространственного варьирования, максимальна на луговых стадиях, особенно где преобладают рыхлокустовые злаки. В фитоценозе заброшенного огорода наблюдается самая высокая надземная биомасса травяного яруса – более 600 г/м<sup>2</sup>, в то время как корневая масса сопоставима с корневой массой на залежах с 2005 и с 2000 года. Уменьшение биомассы травяного яруса в ходе постагрогенной эволюции способствует уменьшению поступления в почву органического вещества и зольных элементов, что подтверждается почвенными исследованиями, поэтому данные о динамике биомассы трав важны для понимания постагрогенной эволюции почв. Наиболее существенное значение для накопления и преобразования гумусовых веществ в почве, а также для активности почвенных микроорганизмов имеет значение легкоразлагаемый опад, в который входят следующие составляющие: 1) надземная биомасса травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ), кроме зимнезеленых растений; 2) корневая биомасса травяно-кустарничкового яруса (за год корневым опадом становится примерно 1/3 ее часть, согласно данным Н.И. Базилевич); 3) лиственный опад мелколиственных пород. Единственным источником поступления зольных элементов и азота в почву пашни являются подземные части растений, поскольку надземные отчуждаются. После прекращения распашки поступление азота и зольных элементов существенно увеличивается. Второй максимум поступления азота и зольных элементов выявлен для 40-летнего осиново-березового леса – преимущественно за счет листового опада деревьев. Также установлено, что при постагрогенном лесовосстановлении по сенокосному лугу с уменьшением продуктивности травостоя и началом возобновления деревьев поступление азота и зольных элементов уменьшается почти вдвое, как за счет надземной, так и за счет подземной биомассы травяно-кустарничкового яруса. К 20-летнему возрасту вторичного мелколиственного леса запас поступающего с опадом азота остается на прежнем уровне, запас зольных элементов продолжает уменьшаться. В экосистеме заброшенного огорода наблюдается высокое значение запаса азота и зольных элементов, поступающих с опадом – оно значительно превышает соответствующий показатель в молодых залежах и сенокосном лугу. В ходе демулационной сукцессии по бывшей пашне увеличивается кислотность в верхнем минеральном горизонте почвы, что соответствует данным других авторов по постагрогенной динамике почв [4]. Наиболее резкое уменьшение показателя рН совпадает по времени с появлением древостоя. В почве 40-летнего мелколиственного леса можно наблюдать тенденцию к дальнейшему снижению рН. Максимальная кислотность как на глубине 0-10, так и на глубине 10-20 характерна для почвы 90-100-летнего леса, которая наиболее приближена к целинной. Динамика актуальной кислотности в верхней части профиля в ходе зарастания сенокоса заслуживает отдельного обсуждения. Поскольку мониторинг ведется авторами с 2005-2006 года, а в 2010 году было прекращено выкашивание «сенокоса», была возможность наблюдать динамику растительности и некоторых свойств почв после прекращения сенокоса «в натуральную величину во времени». При изучении свойств почвы в 2005 г. было установлено постепенное увеличение кислотности от стадии сенокоса к стадии 85-90-летнего леса [2]. В 2012 году выявлена несколько другая картина – почва луга, на котором недавно прекращено сенокосение, отличается от остальных более высокой кислотностью по сравнению с 2005 годом - рН в верхней части старопашотного горизонта уменьшился с 5.3 до 4.5-4.7. С одной стороны, надземная фитомасса травостоя уменьшилась примерно на 100-150 г м<sup>2</sup>, с другой – после прекращения выкашивания усилилось накопление растительного опада, что могло вызвать подкисление почвы в верхней части профиля. При этом увеличение кислотности от зарастающего сенокоса к 85-90-летнему лесу

выражено не столь отчетливо. Возможно, здесь играет роль не только гранулометрический состав почвы, но и степень ее окультуренности – при сенокосении, в отличие от распашки, не вносятся удобрения и, соответственно, нет периода их последствия, при котором сохраняется низкая кислотность. После прекращения использования огорода через 15-20 лет кислотность меняется мало – с 7,0-7,2 уменьшается до 6,6--6,8, т.е. почва остается нейтральной. Для изучаемых хронорядов выявлена разная динамика содержания органического углерода в старопашотной толще. Так, в ходе демутационной сукцессии по пашне, образованной на супесчаной почве, содержание углерода в слое 0-10 см явно увеличивается, достигая максимального значения в почве 90-100-летнего леса. Такая постагрогенная динамика содержания углерода в целом совпадает с данными других авторов [1; 6]. При демутации по сенокосному лугу динамика содержания органического углерода носит другой характер. Содержание углерода в почве луга, где сенокос прекратился всего 2 года назад, значительно превышает этот показатель на двух следующих стадиях сукцессии, что, опять же, особенно выражено для глубины 0-10 см. Отчуждение части травостоя при выкашивании, согласно данным А.А. Ларионовой с соавторами [3], может увеличивать аккумуляцию органического углерода в почве. Возможно, определенную роль играет резкое уменьшение на следующей стадии (10-13 летняя залежь по сенокосу) как подземной, так и надземной биомассы травостоя, и, как следствие, уменьшение почти вдвое запаса азота и зольных элементов, поступающих с опадом. Зарастающий сенокос 10-13 лет является уже практически промежуточной стадией между луговой и лесной экосистемой, хотя древостой и не сомкнутый и не развит горизонт лесной подстилки. Однако, продуктивность травостоя уже не такая высокая, как на луговой стадии, но при этом еще не накоплен запас детрита, обусловленный древесным опадом, поэтому содержание углерода почти вдвое ниже, чем в 2006 году, когда на этом же участке был чисто луговой фитоценоз. При зарастании заброшенного огорода происходит некоторое уменьшение содержания органического углерода в верхнем минеральном горизонте от 3% до 2,8%. Методом субстрат-индуцированного дыхания [5] была определена микробная биомасса в верхних минеральных горизонтах почв. Максимальной микробной биомассой характеризуются почвы огорода (более 400 мкгС/г почвы) и заброшенного огорода (270-300 мкгС/г почвы). В ходе зарастания лесом пашни микробная биомасса в целом увеличивается, особенно после прекращения распашки, что совпадает с резким приростом надземной и подземной биомассы травостоя. При постагрогенной сукцессии по сенокосу отчетливых закономерностей изменения микробной биомассы в почве не выявлено. Итак, изменение кислотности, гумусного состояния и микробной биомассы почв тесно связано с особенностями постагрогенной динамики растительности посредством количества и состав опада. Существенное влияние оказывает также характер и интенсивность сельскохозяйственного использования почвы в прошлом.

#### Литература

1. *Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Рыжова И.М., Бочарникова Е.О., Стольникова Е.В.* Углерод микробной биомассы и микробное продуцирование двуокси углерода дерново-подзолистыми почвами постагрогенных биогеоценозов и коренных ельников южной тайги (Костромская область) // Почвоведение. 2009. № 9. с. 1108-1116.
2. *Владыченский А.С., Телеснина В.М.* Сравнительная характеристика постагрогенных почв южной тайги в разных литологических условиях // Вестник МГУ, сер. 17, почвоведение, 2007, № 4. С. 3-11.
3. *Ларионова А.А., Ермолаев А.М., Никитишн В.И., Лопес де Гереню В.О., Евдокимов И.В.* Баланс углерода в пахотных серых лесных почвах при разных способах сельскохозяйственного использования // Почвоведение, 2009, № 2. С. 1464-1474.
4. *Токавчук В.В.* Оценка свойств серых почв при восстановлении леса на залежных землях лесостепной зоны: автореф. дис. канд. биол. наук. Красноярск, 2011. - 18 с.

5. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Bioche. 1978. V. 10. № 3.
6. Kalinina O., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Lyuri D.I., Najdenko L., Giani L. Self-restoration of post-agrogenic sandy soils in the southern Taiga of Russia: Soil development, nutrient status, and carbon dynamics // Geoderma. 2009., v. 152. p. 35-42.

УДК 631.4;574;504

БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ТРИАДНОГО ПОДХОДА  
К РАНЖИРОВАНИЮ КАЧЕСТВА ПОЧВ

В.А. Терехова\*,\*\*

\*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [vterekhova@gmail.com](mailto:vterekhova@gmail.com)

BIOINDICATION AND BIOTESTING AS THE BASIS OF TRIAD APPROACH BY RANKING  
THE QUALITY OF SOIL

V.A. Terekhova\*,\*\*

\*Institute of ecology and evolution RAS

\*\*Soil science faculty of MSU

Характеристика изменчивости видового разнообразия и/или структуры доминирующих групп почвенных сообществ считается эффективным методом оценки техногенных воздействий на почвы. Современная методология обоснования экологического риска заключается в выявлении критических уровней воздействия на биоту, которые интерпретируются «как начало наиболее быстрой трансформации экосистемы, либо как точка, после которой начинается выпадение основных компонентов биоценоза или разрушение системных связей» [1].

В последнее время в исследованиях для оценки качества природных сред все чаще применяется триадный подход, предложенный П. Чапменом [2] для донных отложений. Он включает изучение состояния природных сообществ, показателей биотестирования и данных химико-аналитических исследований химических характеристик. Получаемый на основе такого подхода интегральный индекс содержит мультипараметрическую информацию и представляется более полным и взвешенным, по сравнению, с индексами химического загрязнения почв или индексами биологического состояния качества почв.

Выбор информативных биоиндикационных (экологических) параметров и адекватных биотест-систем для характеристики токсичности загрязненных почв остается наиболее уязвимым звеном в процессах совершенствования системы биотического контроля качества и экологического нормирования наземных экосистем. В докладе обсуждается проблема выбора биотических параметров и их весовые коэффициенты, используемые для расчетов интегральных индексов на основе триадного подхода [3].

В отличие от почв, находящихся под импактным воздействием точечных источников загрязнения, в урбаноземах редко выявляются катастрофические уровни загрязнения. Биотические показатели в таких случаях приобретают особую ценность, поскольку именно реакции живых организмов и состояние биотических сообществ дают представление об экологическом качестве биоценозов и устойчивом функционировании почв. Результаты собственных исследований с применением триадного подхода к оценке урбаноземов и гуматного восстановления почвенных параметров позволили ранжировать степень нарушенности городских почв [4;5]. Различия в значениях интегрального индекса состояния почв, рассчитанных на основе данных триады дисциплин, соотнесены с известной пятибалльной шкалой оценки экологического качества почв. Сопоставление триадных индексов с категориями качества выявило «чистые» и «слабо нарушенные» почвы, которые выполняют экологические функции в урбозекосистемах.



## Литература

1. Воробейчик Е.Л. и др.. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.
2. Chapman P.A. Decision making framework for sediment assessment developed for the Great Lakes // *Human and Ecological Risk Assessment*. 2002. V. 8. № 7. P. 1641–1655.
3. Dagnino A. et al. "Weight-of-Evidence" approach for the integration of environmental "Triad" data to assess ecological risk and biological vulnerability // *Integr. Environ. Assess. Manage.* 2008. № 4. P. 314–326.
4. Терехова В.А., и др.. "Триадный подход к экологической оценке городских почв// *Почвоведение*. 2014. № 9. С. 1145–1152.
5. Pukalchik, V. M., Terekhova, O. Yakimenko et al. Triad method for assessing the remediation effect of humic preparations on urbanozems//*Eurasian Soil Science*. 2015. Vol. 48, no. 6. P. 654–663.

УДК 631.44

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ КАРТИН ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАЦИЙ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПЕДОГЕНЕЗА

*И.И.Толпешта*

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [sokolt65@mail.ru](mailto:sokolt65@mail.ru)*

### MODELLING OF EXPERIMENTAL X-RAY DIFFRACTION PATTERNS TO IDENTIFY THE TRANSFORMATIONS OF CLAY MINERALS IN SOIL ENVIRONMENT

*I.I. Tolpeshta*

*Soil Science Faculty of MSU*

Одна из важнейших экологических функций почв в биосфере состоит в биохимическом преобразовании верхних слоев литосферы в процессе педогенеза, одним из результатов которого является образование так называемых экзогенных соединений [1]. К таким соединениям можно отнести продукты трансформаций слоистых алюмосиликатов.

Под трансформационными изменениями глинистых минералов понимают совокупность таких изменений их кристаллических решеток, при которых изменяется химический состав и величина заряда, но сохраняется окристаллизованность минерала и его принадлежность к подклассу слоистых силикатов [3]. Трансформационные изменения слоистых силикатов в условиях педогенеза являются составляющей почвообразовательного процесса и относятся к группе процессов метаморфизма минерального вещества [4].

В зависимости от биоклиматических условий, особенностей состава минерала, кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий среды, состава почвенного раствора, времени протекания трансформаций, глинистые минералы трансформируются в различных направлениях, до разной глубины и с образованием различных продуктов трансформаций.

Промежуточными продуктами трансформаций глинистых минералов при почвообразовании часто являются смешанослойные структуры. Диагностика смешанослойных минералов, особенно, когда они находятся в смеси с другими минералами чрезвычайно сложна. Достоверные выводы о том, какие трансформации произошли с минералом можно сделать лишь на основании надежной диагностики и определения структурных и вероятностных параметров кристаллических решеток минералов.

Надежное определение состава глинистых минералов в смеси, а также их структурных характеристик может быть проведено путем сравнения профилей рассчитанных и экспериментальных дифракционных картин для нескольких состояний образца [2]. Основы

метода и алгоритм расчетов дифракционных картин были разработаны Б.А.Сахаровым и В.А.Дрицем [8]. В почвенных исследованиях, ввиду сложности объекта, описанные подходы стали использоваться сравнительно недавно [6,7].

**Цель настоящей работы** – оценить направление и глубину трансформационных изменений биотита, который был помещен на 1 год в горизонт АЕЛ подзолистой почвы в зону максимального распространения корней ели обыкновенной. Исследования проведены в Тверской области в Центральном-лесном заповеднике.

XRD - анализ биотита выполнен на приборе ДРОН-3 от 1,5 до 65 градусов  $2\theta$  с шагом 0,05 градусов и временем экспозиции 10 с. Моделирование рентгеновских спектров проводили с помощью программы Sybilla, которая является собственностью Компании Шеврон [5].

**Результаты исследования.** Моделирование дифракционных картин образцов в исходном состоянии и насыщенных этиленгликолем было проведено с ошибкой < 12%. Согласно расчетам, проведенным с помощью программы Sybilla, исходный образец тест-биотита представляет собой смесь двух фаз – иллита (I) и неупорядоченного иллит-сметита (I/S) в соотношении 83/17.

После пребывания в почве в илистой фракции тест-биотита произошли следующие изменения:

- 1) уменьшилось количество атомов железа в элементарной ячейке на 0,4;
- 2) уменьшилось количество межслоевого калия I/S с 1,44 до 1,22;
- 3) изменилось соотношение содержания иллитовых и иллит-сметитовых фаз в сторону увеличения содержания лабильных минералов (83/17 → 70/30);
- 4) в составе иллит-сметитов увеличилась доля смектитов (95/5 → 91/9);
- 5) уменьшилось количество пакетов в кристаллитах иллита (20 → 14).

Аналогичные изменения произошли и с образцом биотита в составе фракции средней пыли.

**Заключение.** После годовичного пребывания в горизонте АЕЛ подзолистой почвы в тест-биотите произошли структурные изменения, которые являются результатом процессов вермикулитизации и смектитизации – трансформационных преобразований слюд в лабильные структуры.

## Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука. 1990. – 261 с.
2. Сахаров Б.А. Количественное определение фазового состава и структурных параметров глинистых минералов методом симулирования дифракционных картин // Глины, глинистые минералы и слоистые материалы. Материалы I Российского рабочего совещания. Москва, ИГЕМ РАН, 2001, 156. С.
3. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах. Тула: Гриф и К. 2005. - 336 с.
4. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. М.:Наука. 1992. – 184 с.
5. Aplin A.C., Matenaar I.F., McCarty D.K., van der Pluijm, B.A. Influence of mechanical compaction and clay mineral diagenesis on the microfabric and pore-scale properties of deep-water Gulf of Mexico mudstones // Clays and Clay Minerals. 2006. V. 54. P. 500–514.
6. Hubert F., Caner L., Meunier A., Lanson B. Advances in characterization of soil clay mineralogy using X-ray diffraction: from decomposition to profile fitting // European Journal of Soil Science. 2009. V. 60. P. 1093–1105.
7. Hubert F., Caner L., Meunier A., Ferrage E. Unraveling complex <math><2\ \mu\text{m}</math> clay mineralogy from soils using X-ray diffraction profile modeling on particle-size sub-fractions: Implications for soil pedogenesis and reactivity // American Mineralogist. 2012. V. 97. P. 384–398.

8. *Sakharov B.A., Drits V.A. Mixed-layer kaolinite-montmorillonite: a comparison observed and calculated diffraction patterns // Clays and Clay Minerals. 1973. V. 21. P. 15–17.*

УДК 631.46

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИАНОПРОКАРИОТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

С.М. Трухницкая

*Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика*

*М. Ф. Решетнева, [trukhnitskaya@yandex.ru](mailto:trukhnitskaya@yandex.ru)*

CYANOPROCARYOTA USING FOR ESTIMATION OF SOIL ECOLOGICAL CONDITIONS

S.M. Trukhnitskaya

*Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev*

В настоящее время под воздействием техногенных процессов происходят значительные изменения в биосфере, деградация природной среды, разрушение естественных экосистем и ландшафтов. Диагностика подобных изменений важна для оценки состояния всех компонентов экосистем и сохранения гомеостаза. Почвенный покров, выступая аккумулятивным блоком, служит буфером, поскольку может аккумулировать в профиле токсичные соединения, превращая их в менее вредоносные формы. Однако существует необходимость оценки «здоровья» почв, т.к. возможности педосферы не безграничны. В качестве природных биоиндикаторов можно рассматривать автотрофный компонент почвенной микрофлоры.

Всего в почвах мира выявлено около 3 500 тысяч видов и внутривидовых таксонов фототрофных микроорганизмов (водорослей и автотрофных бактерий), из них для России отмечено около 1 200 тысяч представителей [1]. Особая группа автотрофных микроорганизмов – цианопрокариоты рассматривается в неразрывной связи с почвенными водорослями. Представители цианобактерий присутствует в любых экосистемах, их изучение имеет важное значение для оценки биоразнообразия и выявления закономерностей формирования альгофлоры наземных сообществ. Обычно цианобактерии отмечаются в начале трофических цепей. Они не требуют наличия в почве готового органического вещества, а сами привносят его в почву, фиксируя до 578 кг/га ежегодно [2]. *Cyanoprocaryota* выступают ключевым звеном альгобактериальных ценозов, эта уникальная группа автотрофов способна к фотосинтезу и азотфиксации, превращая азот в биологически доступные формы.

Способность цианобактерий к «цветению» - также интересный феномен. При этом происходит формирование сообществ с высокой численностью клеток в определенном объеме, изменение состава доминирующего комплекса в течение сезона, образование биопленок разного вида («войлочных», «кожистых») на поверхности почвы. Еще Ф. Фритч в 1907 г. предполагал, что наземные водоросли при их цветении служат дезинтеграторами породы и производят гумус, подготавливая почвы для заселения высших растений, особо отмечая значение цианобактерий (которые тогда относили к синезеленым водорослям).

Изучение литературных данных [2] и собственные наблюдения позволили отметить, что в формировании пленок цветения участвует небольшое число видов цианопрокариот, а не весь микробный пул. Подобное явление проявляется как в природных сообществах, так и в агро- и урбоэкосистемах.

При изучении чашечных и водных культур оказалось, что цианопрокариоты являются самым распространенным отделом в альго-цианобактериальных сообществах Красноярска и его окрестностей, и представлены 64 видами и внутривидовыми таксонами, принадлежащих 3 порядкам, 9 семействам и 17 родам.

Ведущим по числу видов является порядок Nostocales (53,9% от общего числа видов Цианопрокариота). Наиболее часто встречаются представители семейств Nostocaceae (47,6%), Phormidiaceae (15,9%) и Oscillatoriaceae (14,3%).

Следует отметить в качестве особенности присутствие в почвах изучаемых участков значительного числа видов-азотфиксаторов: *Nostoc microscopicum*, *N. paludosum*, *Cylindrospermum majus*, *C. stagnale*, *C. alatosporum*, доля которых составляет около 8% от общего числа Цианопрокариота.

Анализ видовой насыщенности таксонов изученных авторами участков Красноярской агломерации выявил преобладание в спектре ведущих семейств цианопрокариот: Nostocaceae (19,2% от общего числа видов), Phormidiaceae (15,9%), Oscillatoriaceae (14,3%). Среди почвенных водорослей, обнаруженных в окрестностях Красноярска высокой степенью видовой насыщенности обладают роды *Nostoc* – 15 видов (9,6% от общего числа видов), *Anabaena* – 11 видов (7%), *Oscillatoria* и *Phormidium* – по 9 видов (5,8%). Агротенные воздействия могут влиять на изменение продукции фототрофных цианобактерий, но при этом наблюдается и обратная связь – внесенная культура цианобактерий *Nostoc commune* обеспечивала достоверный прирост биологической урожайности в микрополевым опыте в периоды 2012-2013 гг., несмотря на засушливые условия 2012 г. в Красноярской лесостепи.

Своеобразие развивающихся сообществ, доминирование различных группировок цианобактерий при разной степени обогащения почв биогенными элементами позволяет использовать цианопрокариоты в качестве организмов для оценки экологического состояния почв, поскольку именно наличие пленок цветения и их видовой состав отражает состояние почвенного плодородия.

О перегрузке почв минеральными удобрениями можно судить по отсутствию азотфиксирующих цианей при массовом разрастании видов зеленых.

На недостаток азота в почве указывает массовое развитие гетероцистных цианобактерий.

Многовидовая альго-цианобактериальная ассоциация позволяет судить о комфортном состоянии почв природных ландшафтов. С точки зрения экологической экспертизы данное альгомикробное сообщество может быть рассмотрено как норма.

Неблагополучие почвы может отмечаться при таких признаках:

- доминирование одной таксономической группы – показатель зоны риска;
- отсутствие гетероцистных азотфиксаторов – преддверие кризиса;
- преобладание немногих видов одноклеточных зеленых приведет к накоплению фитотоксических свойств и может оцениваться как катастрофа.

Таким образом, цианопрокариоты могут рассматриваться в качестве объектов для оценки экологического состояния почв.

#### Литература

1. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І.Ю. Остіков, П.О. Романенко, Е.М. Демченко и др. Київ, 2001. 300 с.
2. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития / Сыктывкар, 2005, 333 с.

## СУПРА ИЛИ МАКРО: АНАЛИЗ ВОПРОСА О ПРИРОДЕ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Г.Н. Федотов\*, С.А. Шоба\*\*

\**Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва, gennadiy.fedotov@gmail.com*

\*\**Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, soil.msu@mail.ru*

## SUPRA OR MAKRO: ANALYSIS OF THE NATURE OF HUMIC SUBSTANCES

G.N. Fedotov\*, S. A. Shoba\*\*

\**Institute of ecological soil science of MSU*

\*\**Soil science faculty of MSU*

При рассмотрении природы и строения гумусовых веществ (ГВ), как правило, противопоставляются два подхода:

- ГВ представляют собой макромолекулы;
- ГВ являются супрамолекулярными образованиями.

С этих контрастных позиций проводят исследования и рассматривают полученные результаты.

В связи с тем, что супрамолекулярные образования состоят из низкомолекулярных органических соединений, связанных множественными нековалентными (слабыми) связями, при обнаружении в составе гуминовых кислот низкомолекулярных соединений делают вывод об их супрамолекулярной природе.

Однако реальная ситуация, вероятнее всего, является более сложной. Наряду с крайними точками (макромолекулярной и супрамолекулярной) нельзя исключать существования неких промежуточных по типам организующих их связей образований. Связано это с тем, что в почвах содержится большое число низкомолекулярных органических веществ и олигомеров, образующихся в результате распада биополимеров. Трудно ожидать, что эти вещества не будут сорбироваться на больших молекулах ГВ (независимо от их природы), обладающих, исходя из их строения [1], большим числом различных активных центров.

В этом случае с макромолекулами ГВ (если ГВ – макромолекулы) будет связано большое число органических молекул меньшего размера. Аналогичная ситуация должна наблюдаться и для супермолекул ГВ (если ГВ имеют супрамолекулярную природу) – на супермолекулах ГВ, имеющих четкие структуру и состав, должны сорбироваться органические молекулы меньшего размера, образуя внешний менее упорядоченный слой, молекулы в котором тоже связаны нековалентными связями.

Как следствие, вопрос состоит не в том, как отличить чистые, непокрытые сорбированными органическими молекулами макромолекулы ГВ от чистых супермолекул ГВ, а в том, как отличить макромолекулы ГВ от супермолекул ГВ с сорбированными на них молекулами низкомолекулярных органических веществ. В этом случае выделение низкомолекулярных органических веществ из больших молекул ГВ и определение их при помощи методов химического или физико-химического анализа не позволяет сделать вывод об их супра или макромолекулярной природе, так как низкомолекулярные вещества в сорбированном состоянии должны присутствовать в ГВ независимо от их природы. Причем совершенствование используемых методов, вероятнее всего, ничего не даст.

Для ответа на вопрос о природе ГВ мы предлагаем использовать представления о строении ГВ и вытекающем из этого строения физических свойствах. Следует отметить, что подобный подход уже применялся в науке при анализе вопроса о природе эластичности полимеров.

Как известно, макромолекулы в растворителе существуют в виде клубков, имеющих определенные размеры. Фрагменты цепей макромолекул (сегменты) непрерывно меняют свое положение в пространстве, и размеры клубков имеют вероятностный характер, отражая максимальное число конформаций (микросостояний) макромолекул, обеспечивающих существование данного макросостояния – частиц определенного размера.

Для супрамолекулярных образований ситуация принципиально иная. Супермолекулы имеют определенную структуру и состав, а супрамолекулярные ансамбли – структуру и соотношение между компонентами.

Таким образом, в макромолекулах сегменты непрерывно меняют свое положение в пространстве, а в супермолекулах или супрамолекулярных ансамблях существует достаточно жесткая структура, и части супрамолекулярных образований друг относительно друга не перемещаются.

Именно различие в этом свойстве – наличии или отсутствии перемещения частей больших молекул друг относительно друга в пространстве и было взято нами за основу при анализе природы ГВ.

В 60-е годы прошлого века для диблоксополимеров (полимеров образованных блоками сильно отличающимся по свойствам) было обнаружено явление микрофазного расслоения, заключающееся в том, что при определенных условиях фрагменты полимерной цепи, обладающие одинаковыми свойствами, стремятся объединиться. Клубки макромолекул взаимно проникают друг в друга, сегменты различных макромолекул взаимодействуют друг с другом и в возникающей при этом матрице перемещение макромолекул друг относительно друга сильно затруднено. При этом сегменты макромолекул сохраняют подвижность, меняя свое положение в пространстве. В результате образуются выделения новой фазы, возникающие из сегментов различных макромолекул, способных при конформационных перестройках собраться в определенных областях. Из-за неподвижности макромолекул в полимерной матрице друг относительно друга эти выделения имеют наноразмеры и образуют ограниченный набор структур – наноточки, наностержни, наноламели, алмазоподобные и гироидные образования.

Для супермолекулярных образований ситуация принципиально иная, как жесткие, невзаимопроникающие образования они могут перемещаться друг относительно друга, образуя выделения новой фазы значительно большего размера и отличающиеся разнообразием своего строения.

Гумусовые большие молекулы состоят из областей различной природы – гидрофильных и гидрофобных. Можно ожидать, что при определенных условиях должна происходить сегрегация с выделением одной из фаз в матрице другой фазы. В случае макромолекулярной природы ГВ подобные выделения новой фазы должны быть по своим размерам и строению аналогичны структурам, возникающим при микрофазном расслоении диблоксополимеров. Для супрамолекулярных образований (частиц) ГВ можно ожидать другого поведения – перемещения супрамолекулярных образований как целого и объединение между собой более гидрофобных частиц в матрице гидрофильных частиц.

Необходимо отметить, что сорбция на макромолекулах ГВ низкомолекулярных органических веществ, обеспечивающая «сшивку» и потерю подвижности сегментами макромолекул, способна превратить макромолекулы в образования, обладающие супрамолекулярными свойствами.

Полученные экспериментальные данные по электронно-микроскопическому изучению гумусовых матриц почвенных гелей, выделенных из различных почвенных образцов, показывают, что выделения новой фазы в матрице из ГВ имеют не только нано, но и микронные размеры и способны к перемещению по матрице.

Подобные результаты, исходя из приведенного выше анализа, можно рассматривать как подтверждение супрамолекулярной природы ГВ.

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АЛЬГОФЛОРЫ  
ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

А.С. Фомина, А.И. Сымонович, Е.Е. Гаевский

Биологический факультет БГУ, г. Минск, [alesya-fomina@yandex.ru](mailto:alesya-fomina@yandex.ru)

THE FEATURES OF THE TAXONOMIC STRUCTURE OF THE ALGAFLORA OPTIMIZED  
SOD-PODZOLIC SANDY SOILS

A.S. Fomina, A.I. Simonovich, E.E. Gaevskii

The Faculty of Biology, BSU, Minsk

Почвенные водоросли Беларуси являются мало изученной группой микроорганизмов. Исследования в области почвенной альгологии в республике проводились Э.Н. Ваулиной (1956) в 50-60-х гг. XX в. Полученные ею данные позволили установить таксономический состав почвенных водорослей некоторых районов Беларуси (Витебской, Минской и Брестской областей). Так в почвах Беларуси было установлено 210 видов и разновидностей водорослей.

Описания альгофлоры Беларуси приведены в работах Р. Гутвинского, Я. Колодийчука, Н.И. Сретенской, А.В. Топачевского, Д.О. Радзимовского и обобщены в таксономическом каталоге Т.М. Михеевой (1999). Комплексные исследования структуры сообществ почвенных водорослей окультуренных почв в литературе крайне немногочисленны. Альгофлора почв сельскохозяйственного назначения в республике не изучалась. Индикационная значимость видов почвенных водорослей для определения видов, пригодных в качестве альгоиндикаторов, как и оценка вклада различных жизненных форм почвенных водорослей в состав альгосообществ выявлена в нашей стране только для антропогенно-нарушенных территорий (Бачура, 2013). К настоящему времени в почвах Беларуси идентифицировано 312 видов и разновидностей водорослей.

Цель настоящей работы – изучение таксономической структуры водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации путем торфования и землевания, а также определение спектра экобиоморф почвенных водорослей по индексам жизненных форм.

Полевой опыт был заложен в 2006 г. на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Пересады Борисовского р-на Минской обл. на дерново-подзолистой связнопесчаной почве. Схема полевого опыта включала 5 вариантов: на опытные делянки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносили суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфоनावозный компост в дозе 200 т/га при соотношении навоза и торфа 1:1.

На шестой-седьмой год (2011-2012 гг.) оптимизации песчаной почвы возделывали многолетние бобово-злаковые травы (клевер луговой *Trifolium pratense* L., тимopheевка луговая *Phleum pratense* L., ежа сборная *Dactylis glomerata* L.). В восьмой год (2013 г.) выращивался – овес, в девятый (2014 г.) – кукуруза.

Отбор образцов проводили в июле и сентябре 2011-2014 гг. по методике, общепринятой в почвенной альгологии. Видовой состав водорослей выявляли методом почвенных культур со стеклами обрастания, водных и агаровых культур (Штина, Голлербах, 1976; Кузяхметов, Дубовик, 2001). Идентификацию водорослей осуществляли с помощью микроскопа Carl Zeiss Axiostar и общепринятых определителей, таксономическое положение объектов приведено по каталогу Т.М. Михеевой (1999).

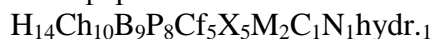
В оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почве идентифицировано 56 видов водорослей.

Были выявлены почвенные водоросли шести отделов: Cyanophyta - 18 видов (32,1%), Bacillariophyta - 9 (16,1%), Xanthophyta - 6 (10,7%), Euglenophyta - 3 (5,4%), Chlorophyta - 19 (33,9%) и Rhodophyta - 1 вид (1,8%). Синезеленые водоросли (цианобактерии) включали представителей из 10 родов, относящихся к 7 семействам, 3 порядкам классов Chroococcosphyceae (11,8%) и Hormogoniophyceae (88,2%). Наиболее широко были

представлены порядки Oscillatoriales и Nostocales (по 8 видов). Выявленные зеленые водоросли относятся к 4 классам, 5 порядкам, 9 семействам и 12 родам; наибольшим видовым разнообразием отличался порядок Ulothrichales (10 представителей).

Наличие большого разнообразия видов с равным преобладанием синезеленых (цианобактерий) и зеленых и значительной долей желтозеленых и диатомовых может указывать на улучшение свойств оптимизированной песчаной почвы, в частности водного режима и кислотности.

В работе представлена не только таксономическая структура почвенных водорослей, но и распределение по экобиоморфам или жизненным формам, которые характеризуют экологические особенности водорослей, независимо от систематической принадлежности. Располагая индексы жизненных форм в порядке убывания числа видов, мы получили спектр жизненных форм:



Большинство обнаруженных представителей – эдафотрофные водоросли, участие гидрофильных (hydr.) водорослей в формировании альгогруппировок исследуемых участков незначительно (представлено 1 видом *Cosmarium undulatum* var. *minutum* Wittr.), амфибиальных водорослей обнаружено не было.

Среди эдафотрофных водорослей доминирующее положение занимали представители Н-формы - 14 видов (25%). Это нитевидные зеленые и желтозеленые водоросли, неустойчивые против засухи и сильного нагревания. Десятью видами представлены (17,8%) почвенные водоросли Ch-формы - это одноклеточные и колониальные зеленые и желтозеленые водоросли, обитающие в толще почвы, при благоприятной влажности – и на поверхности почвы, отличаются исключительной выносливостью к колебаниям pH, влажности, засоленности, их обычно обозначают как убиквисты. Далее по убывающей расположились водоросли В-формы (16,1%) - холодостойкие, светолюбивые, многие солевывносимые, но неустойчивые против высыхания водоросли, предпочитающие нейтральную и щелочную среду, а также Р-формы - 8 видов (14,3%) – нитевидные синезеленые, устойчивы против засухи, тяготеют к голым участкам минеральной почвы, занимают пространства между растениями. Затем следуют представители Cf-формы (8,9%) – микроскопические талломы азотфиксирующих синезеленых водорослей, способные давать слизистые разрастания на поверхности почвы, требовательны к влаге и могут образовывать обильную слизь. Х-форма (8,9%) - одноклеточные желто-зеленые и зеленые водоросли, отличающиеся неустойчивостью против засухи и экстремальных температур. Незначительным количеством видов (2 вида) представлены водоросли М-формы (3,6%): М-форма - синезеленые в виде слизистых нитей, образующие макроскопические корочки или дерновинки на поверхности почвы. Единично встречались виды, относящиеся к С- и N-формам.

## Литература

1. Бачура Ю.М. Структура сообществ почвенных водорослей и их использование для альгоиндикации почв (на примере Гомельского региона): автореф. дис. ...канд. биол. наук // Гомельский госуниверситет им. Ф. Скорины, Гомель, 2013. 25 с
2. Ваулина Э.Н. Состав и распределение водорослей в некоторых характерных почвах БССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук // Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова, Л., 1956. 19 с.
3. Голлербах, М.М., Штина, Э.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
4. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: МГУ, 2005. 448 с.
5. Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. М.: МГУ, 1990. 80 с.
6. Кузьяметов Г.Г., Дубовик И.Е. Методы изучения почвенных водорослей. Уфа: Изд-во Башкирск. ун-та, 2001. 60 с.
7. Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск: БГУ, 1999. 396 с.



8. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

УДК 504.052:631.6(470.311).

БИОДИАГНОСТИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СРЕД

М. А. Хрусталева

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, mrnhr@rambler.ru*

*Biodiagnostics in the environmental assessment of soils and adjacent environments*

М. А. Khrustaleva

*Lomonosov State University of Moscow. [mrnhr@rambler.ru](mailto:mrnhr@rambler.ru)*

2015 год на 68-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН провозглашен Мировым годом почв с целью привлечения внимания общественности к их проблемам и подчеркнуть значение земельных ресурсов для экологии и обеспечения жизни людей.

Исследования почв проводились в западном Подмосковье в ландшафтах моренных равнин со слабо-холмистым и плоским рельефом. Почва гетерогенное образование. Источником поступления элементов в почвы и сопредельные среды является научно-технический прогресс. Одним из главных (93,2%) источников загрязнения компонентов ландшафтов является автотранспорт, АЗС; а также топки-котельни, ТЭЦ, радиация, выбросы промпредприятий, различные стоки и др., Для выявления источников загрязнения почв и сопредельных сред, определения уровней их содержания и оценки экологического состояния компонентов ландшафтов применяют более информативную биодиагностику. Экогеохимические исследования почв определяют их состояние по внешним признакам растений и химанализу. Так, например, недостаток в почве азота проявляется в изменении окраски листьев и, особенно, на его верхушке, которая становится светло-зеленой. При дефиците фосфора замедляется рост побегов, корней, задерживается цветение и созревание плодов. При малом содержании в почве калия, растения изменяют окраску листьев на темно-зеленую с голубоватым оттенком. Недостаток кальция в почве сопровождается задержкой роста корней и образованием новых почек. Малые величины магния способствуют появлению пятнистого хлороза листьев, сходного с мозаичной болезнью.

Резервом питания растений является фракция легкогидролизуемого азота, который тесно связан с органическим веществом. Содержание общего азота и калия в почвах имеет тенденцию к увеличению от весны к осени.

Проведение экобиогеохимических исследований с учетом диагностики можно оценить состояние почв и сопредельных сред. Биологический круговорот обеспечивает прохождения продукционных (созидание органического вещества) и деструкционных (разложение его) процессов. Продукционные процессы в антропогенных ландшафтах происходят в течение вегетации основной культуры, а в луговых — в течение всего вегетационного периода. Именно продукционные и деструкционные процессы обуславливают одновременное развитие растений в антропогенных ландшафтах и разновременное — в луговых. Продуктивность укосов ландшафтов антропогенных катен высока (до 50,1 ц/га в воздушно-сухом весе). Что касается луговых ландшафтов, то сухой вес их травостоев обусловлен посевами многолетних трав, что превосходит биопродуктивность таковой естественных, а однолетних 1,5-2,0 раза трав в пересчете на зеленую массу — в 1,2-2,6 раза. Запасы зольных элементов в надземной фитомассе культурных растений в 1,1-1,5 раза меньше по сравнению с продукцией луговых. Это происходит за счет уменьшения массы корней культурных растений в противоположность таковым луговых травостоев. Для антропогенных ландшафтов характерен искусственный отбор культурных растений, направленный на повышение урожайности и устойчивости, в противоположность естественному отбору.

Геохимическое состояние почв определяется составом почвообразующих и подстилающих пород, продуктов выветривания почв, дегумификацией, сокращением мощности гумусового горизонта и антропогенной деятельностью. Для почв изученных агроландшафтов характерен промывной водный режим, дифференциация и элювиально-иллювиальное распределение элементов. Экологическое состояние почв ухудшают процессы окультуривания, следствием которых является деградация, а также подтопление и затопление водами водохранилищ; урбанизация, строительство дачно-садоводческих хозяйств (которых в Московской области насчитывается 1.5 млн., а в России — до 30 млн.), различные стоки, горнодобывающая промышленность и др.

Освоение почв изменяет физико-химические свойства их и экологию в связи с применением механизации, загрязнения почв нефтепродуктами и мазутом. Основное свойство почв — созидание органического вещества. Плодородие почв обусловлено минерализацией пожнивных остатков, применением природно-обоснованных приемов вспашки, использованием севооборотов, внесением удобрений.

$pH_{\text{водн.}}$  почв агроландшафтов изменялся от 5,6 до 7,3, а  $pH_{\text{солев.}}$  — от 4,10 до 5,97 с повышением значений к осени. Запасы гумуса в слое 0-50 см невелики и имеют тенденцию к понижению его количества от весны (126 т/га) к осени (67 т/га). Потеря гумуса зависит от сочетания факторов; почвообразования, распашки, севооборота, внесения удобрений. При обеспечении почв органическим веществом происходит связывание токсичных (Al, Pb, Ni, As, Cd) элементов. Общего азота в почвах содержалось 0,04-0,27% с максимумом осенью. С органическим веществом взаимодействует фракция легкогидролизующего азота, которым почвы средне – и хорошо обеспечены. Содержание легкогидролизующего азота и его минеральных форм с глубиной увеличивается. Сужение величин отношения углерода к азоту указывает на степень окультуренности почв. Легкогидролизующим азотом почвы вполне обеспечены. Итак, экогеохимические и биодиагностические методы исследования позволяют оценить экологическое состояние и плодородие почв для жизни людей.

УДК 631.4

#### ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ПУЛОВ В РЕГИОНАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ И ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

О.В. Чернова\*, И.М. Рыжова\*\*

\*Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, Москва, ovcher@mail.ru

\*\*Факультет почвоведения МГУ, Москва, iryzhova@mail.ru

#### ASSESSMENT OF CARBON POOLS ANTHROPOGENIC CHANGES IN SOUTH TAIGA AND FOREST-STEPPE REGIONS OF EUROPEAN RUSSIA

O.V. Chernova\*, I.M. Ryzhova\*\*

\*Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences

\*\*Moscow Lomonosov State University Soil Science Faculty

Основные запасы органического углерода в экосистемах сосредоточены в биомассе растений (живой и отмершей) и в почвах (включая минеральные горизонты, подстилку и торф). Соотношение пулов углерода в экосистеме является важной характеристикой биологического круговорота, а вычисления бюджета углерода в большой мере основаны на учете динамики этих крупных пулов.

Региональные оценки обычно опираются на результаты экспериментальных исследований и данные ведомственной статистики, часто относящиеся лишь к одному углеродному пулу (Государственный лесной реестр, аграрная статистика, сведения о торфяных ресурсах). Несовпадение природных границ рассматриваемых пулов, а также различная точность характеризующих их эмпирических данных весьма затрудняют оценку величины и структуры запасов углерода конкретных территорий. Сложности возникают

также при попытке соотнесения данных государственной или ведомственной статистической отчетности с параметрами природных объектов.

Целью работы была оценка величины и структуры запасов органического углерода: актуальных (при современном состоянии экосистем и структуре землепользования) и потенциальных (для некоего гипотетического доисторического состояния с коренной растительностью) территорий двух административных областей Европейской России (Костромской и Курской), различных по природным характеристикам и типам землепользования.

Для оценки потенциальных и актуальных запасов углерода в фитомассе и 100-см слое почвы использованы сходные подходы: на единой картографической основе (Почвенная карта РСФСР. М:1:2 500 000 под ред. В.М. Фридланда, 1988) рассчитаны площади почв определенной классификационной принадлежности и гранулометрического состава; при оценке потенциальных запасов углерода учтено распределение естественной растительности (Карта растительности СССР М:1:4 000 000, 1990), а актуальных – современная структура земельных угодий и тип-возрастная структура лесных насаждений.

Основными информационными слоями являются слои Почвенной карты РСФСР (1988), которые были совмещены со слоями Карты растительности СССР (1990) на уровне типов доминирующей растительности. Полученные полигоны характеризуются классификационной принадлежностью преобладающей почвы, ее гранулометрическим составом и типом растительной ассоциации. При объединении сходных по характеристикам полигонов в картографические выделы получены схематические карты восстановленных почвенно-растительных комплексов. Для каждого выдела оценивали запасы углерода в 100-см слое почвы, в подстилке (степном войлоке) и биомассе естественной растительности, умножая полученные значения на площади соответствующих выделов. Потенциальные запасы углерода в почвах рассчитаны на основании нелинейной модели цикла углерода NAMSOM [3], необходимые параметры биологического круговорота (запасы фитомассы, чистая первичная продукция, запасы подстилок) получены путем усреднения характеристик однотипных растительных ассоциаций из базы данных «Продуктивность экосистем Северной Евразии» (<http://biodat.ru/db/prod/index.htm>) в границах соответствующих провинций Карты почвенно-географического районирования М:1:15 000 000 (под ред. Г.В. Добровольского и др., 2011).

Актуальная структура земельных угодий областей оценена на основе государственной статистической информации (Сборники Росстата за 2012 г., Лесные планы областей, сведения о месторождениях торфа). Учтены следующие категории земель: пашни; сенокосы и пастбища; молодые залежи (до 20-25 лет); леса и нелесная древесная растительность; земли под вырубками, гарями, погибшими насаждениями; болота; дороги; земли застройки, нарушенные, прочие. Запасы углерода в современных почвах оценены на основании усредненных данных экспериментальных исследований, как собственных, так и из литературных источников. Запасы углерода фитомассы современных лесов вычислены на основании онлайн программы оценки запасов углерода в лесах [1], фитомассы сельскохозяйственных земель – с использованием показателей, рассчитанных Ф.И. Левиным по данным перспективных урожаев на госсортоучастках [2]. Разница между полученными таким образом потенциальными и современными пулами органического углерода позволила ориентировочно оценить их изменение под влиянием хозяйственной деятельности в регионах, различных по природным характеристикам и типам землепользования.

Выявлено, что за антропогенный период запасы органического углерода территорий модельных областей уменьшились в разной степени. В Костромской области (южная тайга) заметное снижение углеродного пула фитомассы (на 40%) обусловлено активным использованием лесного фонда, а небольшое уменьшение запасов органического углерода в почвах (на 1-2%) - слабым развитием здесь сельскохозяйственного производства. В этом регионе максимальными запасами органического углерода характеризуются болотные торфяные почвы (24-65 кг /м<sup>2</sup>). В автоморфных пахотных почвах они обычно несколько

ниже (4,4-6,9 кг С/м<sup>2</sup>), а в почвах сенокосов и пастбищ – могут быть выше (5,5-7,5 кг С/м<sup>2</sup>), чем в аналогичных почвах под естественными лесами. Показано, что в южной тайге перевод пахотных земель в залежи не может оказать существенного влияния на увеличение запасов органического углерода в почве, но способствует увеличению общего запаса углерода в экосистемах за счет роста запасов фитомассы и формирования подстилки.

В Курской области (лесостепь) высокая степень распашки территории и практически полное сведение древесной растительности привели к значительному уменьшению углеродных пулов как фитомассы так и почвы (на 80 и 23-27%, соответственно). Максимальные запасы почвенного углерода (33-38 кг С/м<sup>2</sup>), характеризующие целинные тяжелосуглинистые и глинистые выщелоченные и типичные черноземы значительно снизились в пахотных аналогах (до 23-28 кг С/м<sup>2</sup>) и несколько меньше – в почвах под сенокосами и пастбищами. Широкомасштабный перевод пахотных земель в залежи здесь невозможен, но оптимизация структуры сельскохозяйственных угодий, увеличение площадей пастбищ и сенокосов за счет сокращения пахотных земель может несколько увеличить запасы почвенного органического углерода и предотвратить дальнейшее их снижение.

В обоих рассмотренных регионах современные запасы углерода в 100-см слое почв (включая подстилку и торф) превышают таковые в растительной биомассе (в Курской области – многократно). Таким образом, интенсификация антропогенного использования территории, как в лесном, так и в сельскохозяйственном производстве, повышает роль почвенного покрова в сохранении углеродного баланса территорий.

#### Литература

1. *Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н.* Региональная оценка бюджета углерода лесов (РОБУЛ). Версия 1.1. М.: ЦЭПЛ РАН, 2011. [www.cepl.rssi.ru/regional.htm](http://www.cepl.rssi.ru/regional.htm)
2. *Левин Ф.И.* Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агрохимия*. 1977. № 8. С. 36 – 42.
3. *Рыжова И.М., Подвезенная М.А.* Запасы гумуса в автономных почвах природных экосистем Восточно-Европейской равнины и их чувствительность к изменениям параметров круговорота углерода // *Почвоведение*. 2003. № 9. С.1043-1049.

УДК 550.47:631.46

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ АЭРОБНОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА ПАХОТНОЙ ПОЧВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСКУССТВЕННЫХ НАРУШАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

М.В. Чистотин

ВНИИ агрохимии, г. Москва, [chistotinmv@yahoo.com](mailto:chistotinmv@yahoo.com)

POTENTIAL ACTIVITY OF AEROBIC METHANE OXIDATION BY AN ARABLE SOIL AS INFLUENCED WITH ARTIFICIAL DISTURBANCES

M. V. Chistotin

*All-Russian Research Institute of Agrochemistry*

Аэробное окисление почвенными микроорганизмами относится к главным стокам атмосферного метана. Значение пахотных почв как объектов исследования цикла метана определяется их большой площадью, а также расширенными, в сравнении с другими экосистемами, возможностями целенаправленного воздействия на биогеохимические процессы. Активность популяций аэробных почвенных метанотрофов контролируется температурой, поступлением O<sub>2</sub> атмосферы, концентрацией аммонийного азота. Для пахотных почв существенным фактором является также интенсивность механических обработок, которые изменяют количество микронизов для существования микроорганизмов [1, 2].

Для инкубационного эксперимента использованы образцы почвы севооборотного поля, находящегося на территории Полевой опытной станции РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва). Почва данного поля диагностирована как дерново-подзолистая легкосуглинистая [3]. В каждой из двух точек, расположенных на расстоянии около 10 м, образцы были отобраны из двух слоев пахотного горизонта (2—5 и 12—15 см), а также из элювиального горизонта (слой 22—25 см). В момент отбора закономерное изменение влажности почвы с глубиной в слое 0—25 см отсутствовало; влажность находилась в интервале 13,9—15,0 %.

Исходная потенциальная активность окисления метана была определена при инкубации почвенных монолитов (масса сухой почвы 32—41 г) с естественным сложением и влажностью. В эксперименте также оценивали изменение активности метанотрофных популяций в результате искусственно смоделированных воздействий и в течение 11 мес после них. Для этого почвенные образцы, отобраные без сохранения естественного сложения, были подсушены на воздухе в течение 5 сут до влажности 5 % и, в одном из вариантов, также просеяны через сито с отверстиями 5 мм; затем почву увлажнили до влажности 19,1 % и поместили в пластиковые шприцы при плотности сложения, соответствующей исходной при отборе; масса сухой почвы 32 г. Повторность эксперимента 2-кратная. В течение инкубации влажность почвы поддерживали на постоянном уровне. Периодически шприцы герметично закрывали; динамику концентрации метана в газовой фазе измеряли в течение 6—8 сут.

При начальной концентрации  $\text{CH}_4$ , равной атмосферной (около  $2 \text{ млн}^{-1}$ ), почвенные монолиты потребляли 0,05—0,42 нг  $\text{CH}_4$  на 1 г сухой почвы в сутки. Слой 22—25 см превосходил по этому показателю вышележащие слои почвы. При начальной концентрации  $400 \text{ млн}^{-1}$  нетто-потребление метана было выше на 2—3 порядка. В этом случае тренд изменения показателя с глубиной выражен не был. Корреляция между потенциальной активностью окисления метана одними и теми же образцами при атмосферной и при повышенной концентрации не наблюдалась; это может свидетельствовать, что за потребление  $\text{CH}_4$  в каждом случае ответственны специфичные популяции, обладающие ферментными системами соответственно с высоким и с низким сродством к субстрату.

Разрушение естественного сложения и подсушивание почвы вызвало снижение потенциальной активности окисления метана при атмосферной концентрации. При измерении, выполненном через 5—13 сут после увлажнения почвы, она не превышала  $0,04 \text{ нг CH}_4 \text{ г}^{-1} \text{ сут}^{-1}$ , а в нескольких вариантах была ниже  $0,01 \text{ нг CH}_4 \text{ г}^{-1} \text{ сут}^{-1}$ . Не выявлено влияние на обсуждаемый показатель разрушения крупных агрегатов путем просеивания через сито 5 мм. В течение 11 мес после воздействий потребление метана оставалось на уровне не выше  $0,05 \text{ нг CH}_4 \text{ г}^{-1} \text{ сут}^{-1}$ ; максимальные значения показателя наблюдались для слоя 22—25 см. Для одной из двух точек отбора в течение аэробной инкубации наблюдалось нетто-выделение метана почвой слоев 2—5 и 12—15 см. Вероятно, это связано с усилением разложения имевшейся в пахотном горизонте мортмассы растений, которое обусловлено разрушением естественного сложения, и с отсутствием существенного эффекта экспериментальных воздействий на метаногенное микробное сообщество.

Автор благодарит Е.В. Березовского и Н.Ф. Хохлова (РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева), предоставивших полезную информацию.

#### Литература

1. *Le Mer J., Roger P.* Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review // *European j. of soil biology.* 2001. Vol. 37. P. 25—50.
2. *Smith K.A., Ball T., Conen F., Dobbie K.E., Massheder J., Rey A.* Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes // *European j. of soil science.* 2003. Vol. 54. P. 779—791.

3. *Гречин И.П.* Почвы опытной станции полеводства ТСХА // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. 1955. Вып. 1 (8). С. 127—144.

УДК 631.41:631.46

СРЕДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

М.В. Чугунова\*, А.О. Герасимов\*

*\*Санкт-Петербургский Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, г. Санкт-Петербург, [chugunova54@gmail.com](mailto:chugunova54@gmail.com)*

MICROBIOLOGICAL ACTIVITY AS INDICATOR OF THE URBAN SOILS'  
ECOLOGICAL STATE

M.V. Chugunova\*, A.O. Gerasimov\*.

*\*St.-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety RAS*

Количество городов и их площади во всем мире постоянно увеличиваются. Поэтому изучение такого важного элемента урбоэкосистем, как почвенный покров, приобретает особую актуальность и значимость. Известно, что городские почвы формируются при наложении антропогенного воздействия на природные процессы. В результате образуются почвы-урбаноземы, по биологическим и физико-химическим показателям значительно отличающиеся от своих природных аналогов. В связи с этим поиск информативных показателей состояния городских почв и надежных методов их определения в настоящее время является одним из главных направлений экологических исследований.

Интегральным и наиболее важным показателем качества любой почвы служит состояние произрастающих на ней растений. Однако, на наш взгляд, который совпадает с мнением других исследователей, не менее значимым индикатором при биомониторинге почв является почвенная микрофлора [3, 6]. Это обусловлено тем, что именно почвенные микроорганизмы, осуществляя минерализацию растительных и животных остатков и тем самым являясь основным звеном в круговороте биогенных элементов в биосфере, представляют собой важнейший источник почвенного плодородия.

Для оценки состояния почв существует целый ряд микробиологических показателей, среди которых, как мы полагаем, наиболее важным и надежным следует считать характеристику функциональных способностей микрофлоры, так как именно функциональные свойства и их разнообразие определяют интенсивность протекания в почве важнейших биохимических процессов и в конечном счете - тип превращения веществ, свойственный той или иной почве.

Важнейшей функцией почвенной микрофлоры является ее средорегулирующая активность, связанная с процессами биологического круговорота [1]. Преобразуя поступающие в почву органические и минеральные вещества, микроорганизмы ограничивают диапазон колебаний химических свойств почвы и тем самым обеспечивают относительное постоянство условий обитания. Для изучения регуляторных функций микрофлоры мы использовали способ исследования, в основу которого положен принцип провоцирования ответной биологической реакции почвы путем внесения в нее доступного для микроорганизмов энергетического вещества [2]. Внесенное вещество нарушает в грунте биологическое и химическое равновесие и стимулирует преимущественное развитие видов, способных к его использованию. Это приводит к быстрой смене доминирующих форм микроорганизмов и интенсивному потреблению внесенного соединения, то есть в конечном счете к восстановлению экологического равновесия. Под влиянием ингибирующих антропогенных факторов характер ответной биологической реакции почвы может меняться и в некоторых случаях необратимо, что обязательно повлечет за собой снижение экологической гибкости и устойчивости ценозов, а, следовательно, и всей почвенной экосистемы в целом.

В связи с этим целью наших исследований было количественно оценить состояние городских почв, испытывающих различную антропогенную нагрузку, по способности их микрофлоры к регуляции экологической обстановки.

Объектами исследования служили почвы разных районов Санкт-Петербурга: газонов вблизи транспортных магистралей и городского сада. На этих участках почвенный покров представлен антропогенно преобразованными почвами – урбаноземами. Пробы отбирали с глубины 0-5 см в течение нескольких лет трижды за год (весной, летом и осенью).

Оценку регуляторных механизмов (средорегулирующей активности) проводили по интенсивности ответной реакции микрофлоры на внесение глюкозы (1% от веса сухой почвы), которую устанавливали по количеству выделившейся углекислоты в динамике ежедневно в лабораторных условиях адсорбционным методом [4]. Определения заканчивались, когда после прохождения пика активности количество углекислого газа начинало уменьшаться. Таким образом, показателем характера ответной биологической реакции почв на внесение глюкозы служил уровень максимальной энергии процесса выделения  $\text{CO}_2$ , а критерием нарушения функционирования микробоценоза являлось статистически значимое снижение максимального суточного количества  $\text{CO}_2$ , выделившегося из загрязненной почвы, по сравнению с контролем после добавления глюкозы. Контролем служили природные аналоги исследованных почв, удаленные от источников загрязнения на 50-100 км. Определения проводили в 4-х кратной повторности; полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа.

В результате проведенных исследований, было установлено, что среди изученных почв в наибольшей степени регуляторные функции микрофлоры были угнетены (более, чем в 2 раза в течение всех лет наблюдений) в почве газона вдоль одной из наиболее оживленных автомагистралей Центрального района Санкт-Петербурга. Можно сделать вывод, что данная почва находится в зоне высокого экологического риска и процессы деградации ее микробоценозов могут быть необратимыми [5]. Среди исследованных объектов экологическое состояние почвы городского сада было наилучшим. Средорегулирующая активность ее микрофлоры в большинстве случаев мало отличалась от контрольного уровня. Следовательно, данная почва находится в зоне низкого экологического риска, а процессы деградации микробоценозов являются быстро обратимыми. Ингибирующее воздействие антропогенных факторов на микрофлору исследованных городских почв, определяемое по снижению ее средорегулирующей активности, имело выраженную сезонную динамику. Во все годы наблюдений для большинства почв оно было наиболее высоким весной, достигало минимума летом и осенью вновь возрастало.

Анализ проведенных экспериментов свидетельствует, что средорегулирующая активность почвенной микрофлоры является чутким показателем экологического состояния городских почв. Степень ее изменения в урбаноземах по сравнению с контролем варьировала в зависимости от типа функциональной зоны и района города, а также от сезона и года наблюдений. Способ ее определения характеризуется функциональной простотой, экономичностью и не требует наличия сложной и дорогостоящей аппаратуры.

#### Литература

1. Аристовская Т.В., Чугунова М.В., Зыкина Л.В. Скорость биологической реакции почвы на внесение органических веществ как показатель способности микрофлоры к регуляции условий почвенной среды// Микробиология, 1988. Т. 57, вып. 5. С. 860-867.
2. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М.: Изд-во АН СССР. 1952. 792 С.
3. Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. Биологическая оценка токсичности почв методом биотестирования// Агрохимия. 2009, № 3. С. 84-88.
4. Головкин Э.А. О методах изучения биологической активности торфяных почв// Матер. научной конф. «Микробиологические и биохимические исследования почв». Киев, 28-31 окт. 1971 г. Киев: Урожай, 1971. С. 68-71.

5. *Кречетов П.П., Алябина И.О.* Оценка потенциального экологического риска техногенного воздействия на экосистемы// Мат. межвузовской конференции: «Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией», Тюмень, 18-19 марта 1999 г. Тюмень, 1999. С. 24-27.
6. *Терехова В.А.* Биотестирование почв: подходы и проблемы// Почвоведение. 2011, № 2. С. 190-198.

УДК 573:631.417

ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ: ЭВОЛЮЦИЯ, СТРУКТУРА, ФУНКЦИИ\*

С.Н.Чуков

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,*

*[S.Chukov@mail.ru](mailto:S.Chukov@mail.ru)*

BIOSPHERE HUMIC SUBSTANCES: EVOLUTION, STRUCTURE, FUNCTIONS.

S. N. Chukov

*St. Petersburg State University, St. Petersburg, [S.Chukov@mail.ru](mailto:S.Chukov@mail.ru)*

\*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 14-04-01623)

Гуминовых вещества (ГВ) в биосфере играют важнейшую роль, которую трудно переоценить. Их значение не только в общепризнанном значении их как геохимического аккумулятора – крупнейшего в биосфере резервуара углерода, азота и других элементов а также огромного количества энергии, необходимой для функционирования биоты. Особое значение имеет локализация ГВ. Покрывая поверхность контакта твердой фазы с жидкой и газообразной фазами почвы, они являются той химически активной пленкой, которая определяет характер межфазных взаимодействий в верхних наиболее биохимически активных горизонтах почвенного профиля, формируют и стабилизируют почвенную структуру и поровое пространство почвы. Именно ГВ являются биохимическим и геохимическим медиатором, через который в почвенном профиле идут пути миграции элементов, происходит контакт живого и косного материала, пересекаются большой геологической и малый биологической круговороты.

Процесс гумификации является поистине одним из самых масштабных процессов в планетарном цикле углерода. В результате формируется один из крупнейших резервуаров углерода в биосфере – органическое вещество почв и его важнейший компонент - ГВ. Почвенный гумус долго недооценивался учеными и только после того как в 80-90-е годы прошлого века в связи с проблемой роста концентрации углекислого газа в атмосфере были предприняты серьезные усилия по оценке основных параметров глобального цикла углерода, почвы заняли в нем достойное место. Количество углерода органических соединений в почвенном покрове планеты по оценкам разных авторов колеблется от 1500 до 3000 на 10<sup>9</sup> тонн [1], что более чем в три раза превышает количество углерода во всей живой наземной биомассе (500-600 на 10<sup>9</sup> тонн).

Неудивительно, что В.И.Вернадский (а за ним и В.А.Ковда) провидчески поставил «гумосферу» в один ряд с атмосферой, гидросферой, другими сферами и оболочками земного шара! А ведь в то время еще не были известны масштабы проявления многих экологических функций почвенного гумуса. Среди таких важнейших функций ГВ можно указать их уникальную биологическую и физиологическую активность, которая была открыта сравнительно давно (в 1912 г.), но ее активные исследования начались только в 70-е годы. А в 90-е – 2000-е годы уже началось активное производство гуминовых препаратов и их активное применение в качестве физиологических стимуляторов роста и развития растений и животных. Они нашли применение и в медицине. Однако, несмотря на активную практическую эксплуатацию этой важной экологической функции ГВ, природа и механизмы их действия до сих пор остаются дискуссионными, несмотря на то, что количество публикаций по этой теме пошло уже на тысячи.



Одной из причин этого является проблемы оценки структуры ГВ и взаимосвязи с их важнейшими экологическими функциями. ГВ по своему происхождению являются продуктом стохастического синтеза, что обуславливает нестехиометричность их состава и нерегулярную гетерогенную структуру, что не позволяет дать точную химическую формулу. Следует признать, что ГВ - одна из наиболее сложных для изучения групп природных соединений, которые представлены в биосфере не только в концентрированной (гумусовые горизонты почв, торф и т.п.) но и в рассеянной форме (нижние горизонты почв, наземные и грунтовые воды и т.п.).

Гетерогенность и гетерополидисперсность ГВ обуславливают достаточно широкую вариабельность их свойств и характеристик, которая проявляется не только в различиях молекулярной структуры, но и в диалектической противоположности (синергизме и антагонизме) целого ряда свойств (стабильность – динамичность и др.).

На практике обычно ограничиваются количественным определением различными методами тех или иных молекулярных фрагментов в составе ГВ. Однако особенно важной характеристикой является содержание в свободных радикалов (СР), которые определяют их реакционноспособность и биохимическую активность. От этого зависит биотермодинамическая устойчивость ГВ, а также проявление многих экологически значимых функций ГВ: физиологической и биопротекторной активности [4], ионообменных свойств и многих других. Кроме того, СР в ГВ принимают активное участие в процессе окислительной свободнорадикальной полимеризации, который, по мере формирования макромолекул ГВ постепенно сменяется процессом их фрагментарного обновления в стадии «равновесной» почвы, когда состав и структурно-функциональные параметры органического вещества почв становятся константными.

Однако наибольший интерес в аспекте эволюции гуминовых веществ в биосфере представляет процесс «дальнейшей гумификации» (по Д.С.Орлову), протекающей в условиях либо дефицита, либо полного отсутствия свежих органических остатков. Наши исследования [3, 4] показали, что в пахотных, а еще более в погребенных почвах (максимально полно исключенных из биологического круговорота), вся система органического вещества почв начинает эволюционировать в сторону нового равновесного состояния, а их ГВ претерпевают сильнейшую эволюцию своей молекулярной структуры. Эта эволюция, заключающаяся в преимущественном накоплении ароматических структур, причем в основном полисопряженных и поликонденсированных, подобных структурам каменного угля. Причем при погребении почв процесс эволюционирования ГВ к новому равновесному (для биогидротермических условий погребенной почвы) состоянию происходит относительно быстро – в течение всего 300-400 лет [3]. Далее, на протяжении по крайней мере 2000 лет, заметных изменений в структуре ГВ уже не происходит. По сути этот зафиксированный нами процесс представляет собой механизм длительной консервации ГВ в биосфере, конечным итогом эволюции которых является максимально устойчивые в условиях современной биосферы структуры подобные «черному углероду» или каменному углю.

#### Литература

1. Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., и др. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М.: Наука, 2007. - 315 с.
2. Князев Д.А., Фокин А.Д., Очкин А.В. Свободно-радикальная конденсация как естественный механизм образования гуминовых кислот // Почвоведение. 2009. №9. С. 1061-1065.
3. Багаутдинова Л.В., Рюмин А.Г., Кечайкина И.О., Чуков С.Н. Трансформация гуминовых кислот погребенных почв Вестник СПбГУ» сер. Биол. Сер. 3. вып. 2 2012. С. 92-109.
4. Кечайкина И.О., Рюмин А.Г., Чуков С.Н. Постагрогенная трансформация органического вещества дерново-подзолистых почв Почвоведение, 2011, № 10. с. 1–14

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В АГРОЧЕРНОЗЕМАХ ТИПИЧНЫХ ГЛИНИСТО-ИЛЛЮВИАЛЬНЫХ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Чурагулова З.С.\* , Ишбулатов М.Г.\* , Юмагузина Л.Р.\*

\*ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»,

г. Уфа [Lija1968@mail.ru](mailto:Lija1968@mail.ru)

DYNAMICS OF THE HUMUS IN THE SOIL (CLAY AND ILLUVIAL) IN THE BASHKIR

Churagulova Z. S., Ishbulatov M. G., Yumaguzina L. R.

FGBOU VPO "The Bashkir state agricultural university", Ufa

**Аннотация.** Представлены материалы стационарного изучения содержания гумуса в агрочерноземах за период времени 1965-2014 гг. Под воздействием длительного антропогенного воздействия в гомогенном слое почв лесопитомника происходит уменьшение содержания гумуса различными темпами. Динамика носит колебательный характер. Регулирование возможно и внесением органических удобрений и сидераций.

**Ключевые слова.** Динамика, агрочерноземы, гомогенный горизонт, фитоценозы, вынос гумуса, прикорневая почва, тенденция, регулирование, сидераты.

Эволюция почв и почвенного покрова, обусловленные активным антропогенезом, который приводит к изменению природных экосистем и в значительной степени зависит как от характера воздействий, так и от особенностей природных свойств экосистем, их устойчивости к различным видам нагрузки. Черноземы широко используются в пашне. В целинном состоянии они плодородны, являются эталоном, а при вовлечении в пашню они «выпахиваются» и легко поддаются деградации, в первую очередь происходит уменьшение содержания гумуса. Изменения гумуса в черноземах, выделенных в различных почвенно-климатических условиях, отражены в трудах многих известных ученых России, СНГ и за рубежом [2,3,4,6].

Уменьшение содержания гумуса наиболее четко проявляются в лесных питомниках, где выращивают посадочный материал, необходимый для восполнения лесных ресурсов, создания полезационного лесоразведения, рекультивации нарушенных земель и т.п. Характерной особенностью питомнического хозяйства является интенсивное механическое воздействие на почву, ежегодный вынос биомассы и ризосферной почвы. Моделирование антропогенно-преобразованных почв в целях установления экологического равновесия невозможно без посадочного материала, выращенного в созданных оптимальных условиях, поэтому изучение динамики содержания гумуса почв лесных питомников остается актуальной.

**Цель исследований:** изучить динамику изменения содержание гумуса в пахотного слоя агрочерноземов среднемощных среднегумусных глинистого гранулометрического состава.

**Объекты и методы исследования.** Стационаром проведения исследований является Чишминский лесной питомник Государственного бюджетного учреждения «Уфимское лесничество» Республики Башкортостан. Питомник расположен в квартале 43, в 3,5-км от ж.д. станции Чишмы на запад, в км от д. Ирик на север. Координаты на карте: 54<sup>0</sup> северной широты и 55<sup>0</sup> восточной долготы. Общая площадь составляет 20,0 га. Территория района исследований расположена в пределах Прибельской увалисто-волнистой равнины.

Работы выполнены с использованием методических указаний, принятых в почвоведение и агрохимии, а также современной классификацией [1,5].

**Результаты и обсуждение.** Исследования проводились на агрочерноземах глинисто-иллювиальных среднемощных среднегумусных глинистого гранулометрического состава аккумулятивно-гумусового отдела постлитогенных почв. Они сформированы на пологом юго-восточном склоне в условиях континентального умеренно-увлажненного климата на почвообразующих породах, представленных делювиальными, эллювио-делювиальными,

желтовато-бурыми карбонатными глинами и суглинками. Генетические горизонты исследованных почв представлены следующей формула PU-AU-AUe-BI-C(ca).

Выращиваемые сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix Sukaczewii* Djil); березы повислой (*Betula verrucosa* Ehrh.) и др. во время выкопки периодически отчуждают из почв питомников до 5 т/га органического вещества самими сеянцами и более 10 т/га ризосферного мелкозема, богатого гумусом, ферментами и микроорганизмами [7].

Темпы изменений содержания гумуса подвержены значительным колебаниям. В начале наблюдений содержание гумуса убывает на -0,12% в год, в середине происходит повышение на +0,13%, а в конце наблюдений снова понижение на -0,03%. Такие резкие колебания и значительное снижение содержания гумуса в агрочерноземах происходит в условиях теплого, сухого климата на территории питомника, после распашки естественной травянистой растительности, создались условия для интенсивной минерализации органического вещества почвы. Вода, используемая для полива, не только способствовала ускорению минерализации органики, но и способствовала смыву мелкозема, так как поверхность территории питомника имеет уклон.

**Выводы.** Изучение и оценка интенсивности и тенденции проявления антропогенных процессов в почвах питомников позволили выявить необходимость предотвращения негативных явлений и оптимизация их лесорастительных свойств. Это возможно внедрением травопольных севооборотов, рациональным подбором древесных растений. Использование исследуемой площади осуществлялось с периодическим внесением органических и минеральных удобрений, мелиорантов, травосеянием, и применением других химических средств.

Таким образом, в ходе обследования выявлено, что в агрочерноземах произошло изменение содержания гумуса. Рекомендовано внесение следующих норм органоминеральных удобрений за весь период выращивания сеянцев в травопольном севообороте с учетом средней обеспеченности почв гумусом: органических удобрений 20-30 т/га, азотных удобрений 80-100 кг/га по действующему веществу (д.в.).

#### Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1961. 491 с.
2. *Бурангулова М.Н., Гарифуллин Ф.Ш., Хазиев Ф.Х., Курчиев П.А., Галимов Г.Ф. Галимов Г.Ф., Шушпанов Г.П.* Изменение черноземов под влиянием орошения// Антропогенные ландшафты и проблемы охраны природы. Уфа, 1988. – С. 113-122.
3. *Добровольский Г.В.* Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы/ Г.В.Добровольский, Е.Д. Никитин// МАИК Наука. Интерпериодика.- М.: Наука, 2000. 185 с.
4. *Докучаев В.В.* Русский чернозем (1883). Цит по изд. М.:Изд-во с.х. лит-ры,1952, 632 с.
5. Классификация и диагностика почв России/ Авторы и составители: *Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова.* – Смоленск: Ойкумена,2004. -342 с.
6. *Ковда В.А.* Как сохранить и рационально использовать черноземы 1989. Пушкино,1983. 27 с.
7. *Чурагулова З.С.* Почвы лесных питомников Южного Урала: состояние, изменения, оптимизация, М.: Лесная пр-ть, 1974 138; – М.: ТИССО, 2003. 312 с.

СТРУКТУРНЫЙ ПЕРЕХОД В ГУМУСОВОЙ МАТРИЦЕ ПОЧВЕННЫХ  
ГЕЛЕЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

С.А. Шоба\*, Г.Н. Федотов\*\*

*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, soil.msu@mail.ru*

*\*\*Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва, gennadiy.fedotov@gmail.com*

SOIL RESOURCES OF RUSSIA

STRUCTURAL TRANSITION IN THE HUMIC MATRIX OF SOIL GELS AND ITS EFFECT  
ON SOME PROPERTIES OF SOILS

S. A. Shoba\*, G.N. Fedotov\*\*

*\*Soil science faculty of MSU*

*\*\*Institute of ecological soil science of MSU*

С позиций общепринятой в почвоведении модели почвы как биокосные системы состоят из твердой, жидкой, газообразной фаз и живых организмов. Твердая фаза почв преобладает, и она включает в свой состав частицы различных размеров – от макроскопических до коллоидных.

Было экспериментально показано, что коллоидные частицы коагулируют на крупных частицах, а впоследствии А.Ф. Тюлин ввел понятие пленки-гели, которые покрывают крупные почвенные частицы [1]. Эти пленки обуславливают функциональное взаимодействие между элементами почв и, следовательно, являются в них системообразующим компонентом.

В составе гелевых пленок присутствуют минеральные, органические и органо-минеральные компоненты. Однако долгое время недоучитывалась роль строения гумусовых веществ (ГВ), которые обладают в гелевых пленках определенной структурной организацией.

В 90-х годах прошлого века методом малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) было показано, что из частиц ГВ размером несколько нанометров возникают и существуют в растворах фрактальные образования размером 100-200 нм. Эти экспериментальные данные позволили сделать вывод, что в растворах гумусовые вещества существуют в виде фрактальных кластеров из первичных частиц ГВ (Ф-кластеров).

Позднее было показано, что коллоидная составляющая почв организована фрактально. Дальнейшие исследования при помощи электронной, атомно-силовой и туннельной микроскопий показали, что в почвенных гелях гумусовая матрица состоит из кластеров размером 100-200 нм, которые образованы частицами размером 2-12 нм [2]. Сопоставление этих результатов с данными по структурной организации ГВ в растворах позволило сделать вывод, что гумусовая матрица почвенных гелей образована из Ф-кластеров, связанных между собой [2].

Однако ряд моментов оставался неясным. Прежде всего, речь идет о силах, которые заставляют объединяться первичные частицы ГВ в Ф-кластеры

Для пояснения вопроса следует обратить внимание на строение первичных частиц ГВ – наличия в них расположенных неупорядоченно полярных групп и неполярных участков молекул [3]. Хорошо известно, что участки молекул органических веществ, содержащих полярные группы – гидрофильны, а неполярные участки – гидрофобны. Неупорядоченность расположения полярных групп в молекулах ГВ позволяет предположить наличие у первичных частиц ГВ мозаичности поверхности – гидрофобные участки поверхности частиц ГВ чередуются с гидрофильными участками. Амфифильность ГВ, вытекающая из строения молекул ГВ, была доказана экспериментально [4].

В связи с тем, что полярные участки поверхности частиц ГВ содержат карбоксильные группы, вокруг них должны существовать ионные атмосферы, перекрывание которых термодинамически невыгодно. Гидрофобные же области первичных частиц ГВ должны стремиться контактировать между собой, уменьшая свой контакт с водой и увеличивая тем

самым трансляционную энтропию воды и системы в целом. В результате из-за мозаичности поверхности частиц ГВ, отталкивания ионных атмосфер полярных участков частиц ГВ и взаимодействия между собой гидрофобных участков возникают фрактальные образования из первичных частиц ГВ – Ф-кластеры. При увеличении их концентрации из-за низкой степени заполнения объема Ф-кластеров частицами ГВ (наличия в них большого количества пустот) Ф-кластеры взаимопроникают друг в друга, взаимодействуя между собой через оставшиеся на поверхности частиц ГВ гидрофобные участки, что делает этот процесс термодинамически выгодным.

Рассмотрим процессы, которые должны происходить при высушивании почв в гумусовой матрице почвенных гелей, образованной взаимопроникающими Ф-кластерами.

При удалении воды из системы на основе взаимопроникающих Ф-кластеров у части ветвей кластеров возникает контакт с воздухом, что должно приводить к термодинамически невыгодному увеличению площади контакта гидрофильных участков поверхности первичных частиц ГВ с воздухом. Система в этих условиях будет изменяться в направлении нового состояния с минимумом свободной энергии. В результате, вероятнее всего, произойдет перестройка структуры фрактального кластера, приводящая к укорачиванию его ветвей и уплотнению. При подобной перестройке гидрофобные участки первичных частиц ГВ увеличивают свой контакт с воздухом и между собой, что должно приводить к формированию гидрофобных снаружи и гидрофильных внутри областей первичных частиц ГВ вокруг остающейся в Ф-кластерах воды. Фактически процессы, происходящие при высушивании почв (почвенных гелей), являются аналогом обращения мицелл ПАВ при контрастной смене полярности растворителя.

Проведенное рассмотрение процесса удаления воды из влажных почв позволяет сделать однозначный вывод о том, что в гумусовой матрице почвенных гелей во влажной почве существование системы обеспечивают гидрофобные связи между первичными частицами ГВ, а в сухой почве – гидрофильные связи между первичными частицами ГВ.

Существование в почвах в зависимости от влажности двух механизмов, определяющих прочность почвенных гелей и соответственно почвенной структуры, позволяет предполагать наличие области влажностей, в которых должен происходить переход от доминирования одного механизма к другому, структурной перестройки (*структурного перехода*) в почвенных гелях.

Целью работы являлась проверка наличия структурного перехода в гумусовой матрице почвенных гелей и влияние структурного перехода на некоторые свойства почв.

Полученные экспериментальные результаты подтвердили наличие структурного перехода и его влияние на водоустойчивость почвенной структуры, рН водных вытяжек, гидрофильность поверхности почвенных частиц и электрические свойства почв.

#### Литература

1. Тюлин А.Ф. Органно-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений. – М.: АН СССР, 1958. – 52 с.
2. Федотов Г.Н., Добровольский Г.В. Возможные пути формирования наноструктуры в почвенных гелях // Почвоведение, 2012, №8, с. 908-920.
3. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд. МГУ, ISBN 5-211-00934-7. 1990. 325 с.
4. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.

РОЛЬ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВ ФИТО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСТОЙЧИВОМ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГИДРОСФЕРЫ

Н.М.Щеголькова\*, В.Диас\*\*, К.Ю.Рыбка\*, Д.С.Алмашин\*

\* *Институт водных проблем РАН, г.Москва, [nshchegolkova@mail.ru](mailto:nshchegolkova@mail.ru)*\*\**Докторант (Россия), независимый консультант (Португалия), [verissimo.dias@gmail.com](mailto:verissimo.dias@gmail.com)*ROLE OF ARTIFICIAL SOIL IN PHYTO-TREATMENT FACILITIES FOR HYDROSPHERE  
SUSTAINABLE FUNCTIONING

N.Shchegolkova \* V.Dias \*\* K.Rybka \* \* D.Almashin

*Institute of Water Problems of RAS, Moscow, [nshchegolkova@mail.ru](mailto:nshchegolkova@mail.ru)*\*\* *Independent Consultant, Portugal, [verissimo.dias@gmail.com](mailto:verissimo.dias@gmail.com)*

Проблема очистки сточных вод становится насущнейшей проблемой человечества, так как дефицит водных ресурсов связан в основном не с недостатком пресной воды, а с ее загрязненностью. Приоритетными загрязняющими веществами по количеству поступления со стоками остаются органические вещества, соединения азота и фосфора. Ряд систем биологической очистки сточных вод основаны на процессах, которые протекают в почвенной толще и природных водоемах: сорбция, микробиологическая трансформация, ассимиляция в биомассу, коагуляция, седиментация, улетучивание, фильтрация. Первыми почвенными системами очистки сточных вод были так называемые поля орошения и поля фильтрации, а основателем и разработчиком первых сооружений почвенной очистки сточных вод был известный почвовед В.Р.Вильямс [1]. Поля фильтрации и орошения формировались на хорошо дренированных почвах, часто в поймах рек, стоки поступали в искусственно сформированные карты, обвалованные земляными валиками. Главными процессами очистки являлись седиментация взвешенных частиц, биохимические окислительно-восстановительные превращения органического вещества, ассимиляция биогенных элементов в биомассу растений, используемых для посадки на полях. Проявлялась ярко выраженная сезонная неоднородность процессов очистки, связанная с зимним замерзанием сооружения. Сточные воды в этот период намораживались сверху и таяли весной. Отрицательным моментом являлось также достаточно быстрое заиливание почв и снижение скорости фильтрации со временем. При не очень высокой эффективности очистки (в среднем около 50% по БПК<sub>5</sub>), поля фильтрации достаточно долго служили горожанам. Например, в Москве Люблинские поля фильтрации работали с 1899 по 1970 год, Люберецкие поля фильтрации в 1914-1975 гг. Постепенно их сменили станции аэрации, где главным процессом очистки являются микробиологические превращения, ассимиляция и сорбция в аэротенках с активным илом. Главной причиной смены полей на станции стал рост города и недостаток площадей, так как удельная площадь сооружения на одного жителя различается для полей и сооружений с активным илом в несколько раз. Но самой главной причиной замены полей на сооружения явилось ужесточение нормативов на качество сточной воды, так как поля не позволяли очищать воду до необходимых нормативов. Однако многолетний опыт почвенной очистки сточных вод в Москве показал, что это приемлемый способ очистки при наличии территории для их размещения, по данным мониторинга очищенных стоков можно утверждать, что в почвах протекали не только процессы удаления органических веществ (взвешенных и растворимых), но и азота, фосфора [2].

С 70-х годов 20 века в мире активно развивается очистка воды с применением фито-очистных систем. Данные технологии известны как Constructed Wetlands или для русскоязычных специалистов – фито-очистные сооружения (ФОС) – [3]. ФОС представляют собой искусственные системы, сконструированные и построенные для очистки сточных вод, состоящие из элементов аналогичных естественному природному ландшафту со встроенными техническими элементами. Главными признаками ФОС являются: 1) искусственно созданные водно-растительные сообщества, функционирующие в потоке воде, со специфическим микробиоценозом, развивающимся в ризосфере; 2) наличие

низкоскоростного потока воды от источника загрязнения к приемнику очищенных вод. Одними из наиболее эффективных являются ФОС с горизонтальным потоком воды через гравийную загрузку глубиной не более 1,5 м с посаженными на ней влаголюбивыми растениями (например, представители родов *Phragmites*, *Scirpus* и *Typha*). Главным отличием таких ФОС от других ландшафтных систем очистки (лагуны, пруды доочистки, биоплато, поля орошения) является возможность встраивать некоторые технические элементы (аэраторы, насосы) при сохранении общего течения процесса по естественному ландшафтному типу и сохранении высокого времени пребывания воды (более 7-8 суток). Технические узлы системы позволяют осуществлять также рециркуляцию потока.

С точки зрения почвоведения, ФОС теоретически могут представлять собой потенциальное место для образования почвы гидроморфного типа. Однако, следует учитывать, что процессы в ФОС не совпадают с почвообразованием по темпам и масштабам. Отличием является и то, что в большинстве ФОС поток воды проходит в боковом направлении, тогда как в почвах, в основном, – в вертикальном. Что касается гипотетического формирования горизонтов в ФОС, следует отметить, что формируемые здесь горизонты не описывались исследователями (ФОС работают около 40 лет и вскрытие таких сооружений происходит крайне редко). Можно лишь утверждать, что в ФОС формируется дерновый оторфованный горизонт. Самым близким аналогом из природных почв могут служить аллювиальные почвы. В ФОС формируется специфический биоценоз, эффективно удаляющий загрязняющие вещества, в том числе ксенобиотики. Эффективность очистки воды в ФОС по сравнению с полями фильтрации в несколько раз выше. Так, например, ФОС с горизонтальным потоком и принудительной аэрацией могут удалять ХПК от 150-218 на входе до 10-24 мгО/л на выходе,  $N_{\text{общ}}$  от 35-60 на входе до 7-11 мг/л на выходе,  $P_{\text{общ}}$  от 3,2-8,9 на входе до 0,02-0,6 мг/л на выходе. Кроме того, в ФОС происходит обеззараживание сточных вод: общее содержание колиформных бактерий снижается от  $7,7 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^7$  на входе до  $3,0 \cdot 10^1 - 2,9 \cdot 10^2$  КОЕ/100 мл на выходе.

Роль этих искусственных почв для устойчивого функционирования гидросферы не ограничивается только очисткой сточных вод. Сформированный в ФОС специфический бактериоценоз вместе с очищенными водами попадает в природные водоемы, где продолжает функционировать, интенсифицируя процессы самоочищения природных вод. Роль бактериоценоза очистных сооружений в процессах самоочищения рек-водоприемников ранее доказана нами на примере реки Москвы [2]. Площадь этих искусственных почв в удельном выражении к количеству жителей не соизмерима с площадью других искусственных почв, например с сельскохозяйственными территориями. Если на 1 жителя планеты необходимы десятки и сотни квадратных метров для получения пищи, то для очистки стоков в ФОС необходимо от 0,2 до 10 м<sup>2</sup> на 1 жителя.

## Литература

1. *Никитинский Я.* Результаты микробиологических исследований, произведенных на опытной биологической станции на полях орошения гор. Москвы 1905-1907 годах // К вопросу о механизме действия биологического способа очистки сточных вод. М.: Гор. тип. 1909. 76 с.
2. *Щеголькова Н.М., Веницианов Е.В.* Охрана загрязненной реки: интенсификация самоочищения и оптимизация водоотведения. М.: РАСХН. 2011. – 388 с.
3. *Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю.* Фито-системы для очистки сточных вод: современное решение экологических проблем // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, № 2, с. 46-55.
4. *Kadlec, Robert H. Treatment wetlands / Robert H. Kadlec and Scott Wallace.* (2009) - 2nd ed. p. cm. Includes bibliographical references and index. ISBN 978. LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. 1048 p.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ,  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРЕОБЛАДАЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
СТРАТЕГИИ СРЕДИ ЧЛЕНОВ ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
ВЕРХОВЫХ БОЛОТ

А.В. Якушев, Т.Г. Добровольская, А.В. Головченко, Е.Н. Юрченко

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, a\_yakushev84@mail.*

FEATURES PHYSIOLOGICAL DIVERSITY, PHYSIOLOGICAL STATE AND PREVAILS  
AMONG THE MEMBERS ENVIRONMENTAL STRATEGY HETEROTROPHIC BACTERIAL  
COMPLEX UPLAND MOORS

A.V. Yakushev, T.G. Dobrovolskaya, A.V. Golovchenko, E.N. Yurchenko

*Soil science faculty of MSU*

Актуальность и практическая значимость сохранения болот связана как с проблемой сохранения биоразнообразия на планете, так и с сохранением больших природных запасов углерода, способных при их высвобождении в атмосферу вызвать усиление глобального «парникового эффекта». Выбор основным объектом исследования верховых болот связан с тем, что на территории нашей страны по площади и запасам торфа они преобладают над всеми другими типами болот. Кажется парадоксальным, что верховые торфяники, обладая высокими запасами жизнеспособной микробной биомассы, характеризуются низкими темпами минерализации торфа. Несмотря на то, что анализ бактериальных сообществ торфяных почв проводится уже более полувека, остается еще много вопросов, на которые предстоит ответить микробиологам. В последние годы появился ряд работ по изучению бактериальных сообществ торфяных почв в которых обобщены результаты анализа причин медленной деструкции торфа [1,2,3]. На основании этих работ можно заключить, что процессы микробной деструкции в верховых болотах блокированы совместным действием множества неблагоприятных факторов: высокой степенью обводнённости, низкими температурами, кислотностью, анаэробнозом, токсичностью сфагнолов и т.д.

Поэтому целью данного исследования было выявить отличительные особенности микробного комплекса верховых болот (торфяных горизонтов и очёса мха сфагнума) по сравнению с микробными сообществами минеральных почв и низинных болот. В задачи исследования входило: 1. Изучение особенностей таксономического состава гетеротрофных бактерий верховых болот 2. Изучение физиологического разнообразия бактериального комплекса 3. Изучение особенностей физиологического состояния членов сообщества 4. Изучение преобладающей среди членов микробного сообщества экологической стратегии. Для реализации поставленных задач был применён единый подход, реализованный на базе комплексного структурно-функционального метода характеристики микробных популяций в природе [4]. Водная суспензия почв вносилась в ячейки культуральной планшеты, с внесёнными в них различными питательными средами. Кривые периодического роста возникших на различных средах бактериальных ассоциаций детектировали по оптической плотности сред. На основании калибровочной прямой производился пересчёт оптической плотности в концентрацию клеток в среде. В конце роста были сделаны посевы на агаризованную ГПД среду, чтобы выяснить состав ассоциаций, развившихся на полимерах. Кинетика роста ассоциаций на полимерах описывалась математической моделью периодической культуры. Новизна подхода заключается в изучении микроорганизмов *in situ* не на уровне таксонов или крупных функциональных групп, а на основе кинетики роста микробных ассоциаций в селективных условиях в жидких питательных средах. Метод основан на анализе параметров комплексной модели роста периодической культуры. Кинетические параметры таких ассоциаций отражают метаболическую готовность микроорганизмов к росту на питательной среде и их физиологическое состояние. Способность к росту на различных средах – их физиологическое разнообразие. В результате полученные параметры определяются особенностями экологических стратегий



микроорганизмов. Посев на плотную среду из исходного инокулята позволяет охарактеризовать таксономический состав доминантов почвенного сообщества. Посев из ассоциаций, сформировавшихся на селективных питательных средах, характеризует состав синтрофных группировок, выполняющих определенную функцию в природе. Данный метод является значительно более информативным по сравнению с классическими методами посева на селективные питательные. Наша гипотеза состоит в том, что доля метаболически готовых к росту на различных питательных средах ассоциаций (воспринимаемые нами как целое), отражает действительную метаболическую готовность к потреблению полимеров *in situ*. Наша гипотеза состоит в том, что доля быстрорастущих ассоциаций отражает долю быстрорастущих бактерий (*r*-стратегов) в сообществе оёса.

Объектами исследования выступали образцы оёса мха сфагнума и торфа из горизонтов верховых (рН солевой 2.5–4, степень разложенности 5–10%) и низинных торфяных почв (рН солевой 5.6–6.1, зольность 7–13%), отобранные в июне и августе 2010 г. до глубины 1 м на территории постоянной пробной площади Западно-Двинского лесоболотного стационара Института лесоведения РАН в Тверской области (олиготрофная остаточно-эутрофная торфяная почва) и до глубины 3 м в июне–августе 2009 г. из болотных массивов Западной Сибири (Томская обл.): олиготрофного “Полынянка” 57°03′ с.ш., 82°42′ в.д. (рН солевой 2.6–5.2, зольность 3–6%) и евтрофного “Таган” 56°21′ с.ш., 84°47–48′ в.д. (рН солевой 5.7–6.2, зольность 9–14%). Для сравнения анализировались горизонты автоморфных почв: А пах чернозема выщелоченного, агроторфяной почвы, дерново-подзолистой почвы (Московская обл.), горизонт листовенной подстилки, отобранной в лесополосе на территории г. Моквы. При инокуляции жидких питательных сред суспензиями торфов всегда формировались ассоциации, активно растущие на легкоразлагаемых полимерах крахмале, пектине, ксилане, ксилозе, твин-20, казеине. Редко потребляются труднодоступные полимеры целлюлоза и хитин. Бактериальные ассоциации верховых торфов отличаются от автоморфных почв в большей степени, чем ассоциации низинных торфов, которые потенциально готовы к быстрому разложению полимеров. Ассоциации верховых торфов даже в благоприятных условиях не способны к быстрому росту (меньше значения максимальной удельной скорости роста  $\mu_m$ ). Ассоциации медленнее реагируют на появление пищевых субстратов (метаболическая готовность к росту  $\gamma$  больше). Но у них более эффективный метаболизм (больше  $Y$  - «урожай» на питательных средах). Все это указывает на наличие внутренних, связанных со структурой микробных ассоциаций, причин медленного разложения верхового торфа, медленно разлагающегося даже после осушения в отличие от внешних причин (недостаточная аэрация, отсутствие почвенных животных и т. д.) в низинном торфе, быстро минерализующемся при снятии внешних ограничений (осушение).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-04-00536-а в части анализа торфяных почв и гранта РНФ № 14-14-00625 в части анализа дерново-подзолистой почвы.

## Литература

1. Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Кухаренко О.С., Якушев А.В., Семенова Т.А., Инишева Л.И. Структура микробных сообществ верховых и низинных торфяников Томской области // Почвоведение, 2012, № 3, с. 317–326.
2. Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Якушев А.В., Манучарова Н.А., Юрченко Е.Н. Влияние механического измельчения сфагнума на структуру и физиологическое состояние бактериальных сообществ // Микробиология. 2014. том 83. № 6. С. 712–721.
3. Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Звягинцев Д.Г. и др. Функционирование микробных комплексов верховых торфяников - анализ причин медленной деструкции торфа / Товарищество научных изданий КМК, Москва, 2013. С. 128.

4. Якушев А.В. Комплексный структурно-функциональный метод характеристики микробных популяций //Почвоведение. 2015. № 4. с. 429-446.

## СИМПОЗИУМ 3

### ПОЧВЫ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

УДК 631.42

#### ПАЛЕОСРЕДА ГОЛОЦЕНА ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО И БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПАЛЕОПОЧВ СРЕДНЕГО ГОЛОЦЕНА БАССЕЙНА РЕКИ МОСКВА

А.Л. Александровский\*, Н.О. Ковалёва\*\*, Е.М. Столпникова\*\*, О.И. Тютерева\*\*

\**Институт географии РАН, alexandrovskiy@mail.ru*

\*\**Институт экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова*

#### HOLOCENE PALEOENVIRONMENT ACCORDING ISOTOPIC AND BIOCHEMICAL ANALYSIS OF MIDDLE HOLOCENE SOILS OF MOSCOW RIVER BASIN

A.L. Alexandrovskii, N.O. Kovaleva, E.M. Stolpnikova, O.I. Tutereva

\**Institute of geography, RAS*

\*\**Institute of Ecological Soil Science of MSU*

Феномен второго гумусового горизонта впервые был описан в Западной Сибири. Его образование было объяснено меньшей влажностью климата в прошлом, и последующим наступанием леса на степь (Драницын, 1914). Затем эти горизонты были обнаружены разными авторами в лесах и лесостепи от Западной Украины до Дальнего Востока. В целом они очерчивают полосу шириной около 300 км по южной окраине лесной зоны, что четко прослеживается в пределах великих равнин Евразии: Восточноевропейской и Западносибирской, а также распространены под лесами в лесостепи. Имеются они в предгорьях и в горах, также на переходе от леса к степи. Были сделаны выводы о сходстве состава гумуса вторых гумусовых горизонтов с гумусом черноземов по содержанию фракции 2 и значениям оптической плотности (Александровский, 1983). Однако в последнее время, в основном по инициативе зарубежных исследователей, возможности данных методов были поставлены под сомнение и, в связи с этим, исследования состава гумуса в традиционных направлениях исследования генезиса и эволюции почв значительно сузились. Цель данной работы - показать значение комплекса методов анализа состава и свойств гумуса при выяснении генезиса и эволюции почв, на примере палеопочв с темноцветными гумусовыми горизонтами. В южной части Москвы, на склонах Теплостанской возвышенности и в долине реки Москва исследованы почвы с гумусовыми горизонтами разного генезиса: светлогумусовые горизонты дерново-подзолистых почв, темногумусовые реликтовые, антропогенные пахотные и сформированные под антропогенными лугами, горизонты, содержащие материал культурного слоя. Основные объекты приурочены к районам Тушино, Борисово, Шипилово, Курьяново и Братеево. Состав гумуса определялся методом Тюрина в модификации Пономаревой, Плотниковой, измерение оптической плотности выполнено на спектрофотометре СФ-18 (Орлов, Гришина, 1981) (аналитик Смирнов Т.И.), возраст почв измерен в радиоуглеродных лабораториях Киева и Москвы, изотопный состав гумуса ( $\delta^{13}\text{C}$ ) – на масс-спектрометре Thermo V Plus IRMS (руководитель лаборатории – В.В. Тиунов).

Во всех исследованных профилях почв по очень темному – до черного, - цвету и структуре выделяются реликтовые и погребенных горизонты ранне- и среднеголоценового возраста. Для погребенной черноземной почвы из разреза Братеево-4, залегающей на глубине 2,0-2,4 м в пойменном аллювии, получена дата  $8760 \pm 310$  лет. Возраст второго гумусового горизонта из разреза Шипилово -  $5370 \pm 120$  лет и  $5790 \pm 130$  лет. В пойменном разрезе Курьяново, на левом берегу Москвы-реки, выявлена почва, содержащая слой раннего железного века и раннего средневековья. По средневековой постройке получена дата  $900 \pm 100$

лет, по гумусу почвы – от  $2000 \pm 50$  до  $2850 \pm 70$ . Погребенная почва из раскопа Борисово-1 содержит в пахотном горизонте средневековую керамику. В разрезе Тушино вскрыты погребенные почвы аллереда (глубина 210 см,  $11780 \pm 290$  лет), среднего (180 см,  $5460 \pm 160$  лет) и позднего (130 см,  $1780 \pm 80$  лет) голоцена.

Эти горизонты отличаются низкими величинами коэффициента отражения и самыми темными тонами окраски (10 YR 4/2). Наибольшие коэффициенты отражения, соответствующие светлой окраске горизонтов, типичны для седиментационных толщ, перекрывающих погребенные почвы, также как и наибольшие значения тангенса угла наклона спектральной кривой (0,07-0,10). Исследование группового состава гумуса обсуждаемых почв обнаруживает гуматно-фульватный тип гумуса в современных гумусовых горизонтах и фульватно-гуматный и гуматный – в погребенных (Сгк/Сфк – 2,5). Электронные спектры поглощения гуминовых кислот характеризуются пологими кривыми без максимума в области 620 нм, что говорит об отсутствии меланинов грибного происхождения, следовательно, и об отсутствии застойного переувлажнения. При этом максимальные значения коэффициента экстинкции приурочены к темноцветным горизонтам погребенных почв (до 0.32) и не имеют аналогов среди современных почвенных типов. Последний факт очень высоких величин коэффициента экстинкции характерен только для ископаемых гумусовых горизонтов, описанных Бирюковой (1978) для погребенных в лессах плейстоценовых почв Чебаково-Балахтинской впадины, и Дергачевой, Зыкиной (1988) - для ископаемых почв Новосибирского Приобья. О значительной ароматичности гуминовых кислот свидетельствуют и величины показателя гумификации, по Гореловой – до 13,99. Интересно отметить, что характерные для черноземов значения принимает и показатель светопоглощения ( $D_s$ ). Его величины - 111 и 104, - близки к таковым в серых лесных почвах (100, по Орлову, Бирюковой(1989)) и черноземах (108), а значение 155 тяготеет к лугово-черноземным почвам (330) и рендзинам (147). Дерново-подзолистые же почвы обладают значительно меньшими величинами  $D_s$  -около 20.

Величины показателя магнитной восприимчивости погребенных гумусовых горизонтов отличны от значений выше- и ниже-залегающих слоев, и хорошо коррелируют с величинами изотопных отношений. Изотопные кривые демонстрируют отчетливые минимумы, приуроченные к гумусовым горизонтам погребенных почв: почва с раннеголоценового возраста ( $11780 \pm 290$  лет) - -25,64 %, среднеголоценовая почва ( $5460 \pm 160$ ) - -25,40 %, почва с радиоуглеродной датой  $1780 \pm 80$  - -25,81 %. На фоне типичных для перекрывающих слоев максимумов в -24,5 % полученные цифры свидетельствуют о смене климатических ритмов в развитии поймы реки Москва. Неизменно расцвет древних поселений связан с периодами благоприятного климата и пониженного уровня грунтовых вод, с развитием травянистой разнотравно-злаковой растительности, а смена археологических культур вызвана длительным обводнением поймы. В раннем железном веке, как и в эпоху средневекового климатического оптимума педогенез преобладал над седиментогенезом, и поймы рек активно заселялись. Дневные горизонты обсуждаемых почв обнаруживает следы бурного развития влаголюбивой луговой растительности, так как изотопное отношение в них достигает величин – -26 - -27 %, что соответствует умеренно-гумидному климату (Ковалёва, Добровольский, 2013).

Таким образом, наиболее ярко изменения палеосреды голоцена записаны в сходных изменениях спектров поглощения ГК, величинах коэффициентов экстинкции и Сгк/Сфк.

## Литература

1. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М: Наука, 1983, 150 с.
2. Бирюкова О.Н. О природе окраски лесса и лессовидных пород /Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 1978, № 4. с. 139-142.
3. Дергачева М.И., Зыкина В.С. Органическое вещество ископаемых почв. Новосибирск: 1988, 127 с.

4. Драницын Д.А. Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на севере Обь-Иртышского водораздела. // Изв. Докучаев. почв. ком., 1914. Вып. 2., с. 31-93.
5. Ковалева Н.О., Добровольский Г.В., Столпникова Е.М. Изотопный состав углерода в диагностике изменений климата: состояние проблемы и вероятные сценарии. // Труды Института экологического почвоведения МГУ. - Вып. 13. - М: МАКС Пресс, 2013. 168 с.
6. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Влияние качественного состава гумуса на отражение света почвами. //Аэрокосмические методы в почвоведении. М, 1989, с. 7.
7. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М: Изд-во МГУ, 1981, 272 с.

УДК 631.432

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМОВ  
ПОД ЧЕРНЫМ ПАРОМ И ПОД МОНОКУЛЬТУРОЙ КУКУРУЗЫ

Т.А. Архангельская\*, О.С. Хохлова\*\*

\*Факультет почвоведения МГУ, Москва, [arhangelskaia@gmail.com](mailto:arhangelskaia@gmail.com)

\*\*ИФХ и БПП РАН, Пущино, [olga\\_004@rambler.ru](mailto:olga_004@rambler.ru)

MODELING SOIL HYDROLOGY IN TWO ARABLE CHERNOZEMS  
UNDER BARE FALLOW AND UNDER CORN

T. A. Arkhangel'skaya\*, O. S. Khokhlova\*

\*Soil Science Faculty, Moscow State University

\*\*Institute of Physical, Chemical and Biological Problems in Soil Science, RAS

В условиях меняющегося климата очень важно понимать, как и насколько быстро меняются свойства почв, в том числе в условиях антропогенной нагрузки. В почвах степной и лесостепной зон карбонатное состояние, наряду с гумусным, относится к группе свойств, определяющих типовую принадлежность почв и их классификационное положение [2]. При распашке карбонатный профиль почв значительно меняется, переходя в новое, отличное от естественного устойчивое состояние [5]. Различные режимы агроиспользования по-разному влияют на карбонаты в лесостепных почвах и способны привести к существенной перестройке карбонатного профиля почв и, вероятно, к негативным последствиям для человека. Например, появление карбонатов в пределах корнеобитаемого слоя, означающее, по сути, карбонатное засоление прежде бескарбонатных в этой части профиля почв, способно изменить режим потребления сельскохозяйственными растениями питательных веществ и, как следствие, привести к снижению урожаев и плодородия почв. Засоление почв является одним из опаснейших процессов среди разнообразных проявлений антропогенной деградации почв [1]. Поэтому понимание механизмов изменчивости карбонатного профиля при смене гидротермических режимов лесостепных почв в результате как естественных, так и антропогенных воздействий – важная и актуальная проблема устойчивого развития.

В работе О.С. Хохловой [3] была сформулирована гипотеза о связи наблюдаемого карбонатного состояния почв с многолетними микроклиматическими условиями их функционирования. Целью нашей работы была проверка этой гипотезы на примере экспериментальных участков Воронежской опытной станции ВНИИ кукурузы, где уровень залегания карбонатов под пятидесятилетним черным паром на 60–80 см выше, чем под постоянно культивируемой монокультурой кукурузы. Мы предположили, что постепенный подъем карбонатов на участке под паром связан с восходящими потоками влаги, отсутствующими под растительностью. При этом интенсивность внутripочвенных вертикальных потоков влаги определяется не только наличием или отсутствием растительности, т.е. антропогенным фактором, но и естественными климатическими факторами, в первую очередь количеством осадков.

С целью проверки правдоподобности данного предположения была проведена серия расчетных экспериментов с использованием модели Hydrus-1D [6]. При моделировании сравнивали гидрологические режимы двух участков, расположенных под черным паром и

под кукурузой. Плотность исследованных почв менялась от 1.22 г/см<sup>3</sup> на глубине 5 см до 1.61 г/см<sup>3</sup> на глубине 100 см; содержание ила – от 21 до 28 %, физической глины – от 52 до 58 %. По данным о плотности и гранулометрическом составе были рассчитаны гидрологические параметры выделенных слоев; рассчитанный коэффициент фильтрации составил от 4–5 см/сут в глубоких слоях почвы до 47 см/сут в верхнем горизонте.

При моделировании учитывали, что исследованные черноземы сформированы в автоморфных условиях с уровнем залегания грунтовых вод на глубине более 8–10 м и что погодные условия территории отличаются высокой временной изменчивостью. Экстремальные значения месячных сумм осадков, зарегистрированные в июне, равны 7 (в 1960 г.) и 219 мм (в 1988 г.); экстремальная суточная сумма осадков – 95 мм (в 1988 г.); экстремальные температуры воздуха в июне равны –1.6 and 38.9° С.

Моделирование гидрологического режима черноземов с апреля по сентябрь проводили для слоя мощностью 2 м. На нижней границе задавали условие свободного дренажа. Расчеты проводили для четырех вариантов влагообеспеченности: (1) осадки соответствуют многолетней норме; (2) выпадает половина многолетней нормы осадков; (3) выпадает двойная норма осадков; (4) выпадает тройная норма осадков. При этом учитывали неравномерность распределения осадков в течение месяца, которую моделировали двумя способами. В варианте (а) задавали, что вся месячная сумма осадков выпадает в течение двух суток в начале месяца, а затем наступает 28-дневный период постепенного иссушения почвенного профиля за счет испарения и (в случае наличия растительности) транспирации. В варианте (б) месячную сумму осадков равномерно распределяли по трем дням в начале каждой декады, а затем следовал 9-дневный период иссушения. Эвапотранспирацию во время периодов иссушения рассчитывали, используя стандартный метод ФАО–56 [4]. Расчеты проводили для каждой комбинации условий (1)–(4) и (а)–(б).

Во всех сериях расчетов профильное распределение влаги на двух участках существенно различалось. Содержание влаги в верхнем полуметровом слое было выше под кукурузой, а в слое 0.5–2 м влажность почвы была существенно больше под черным паром. При увеличении количества выпадающих осадков расхождения во влажности почв между двумя участками увеличивались. Под растительностью вертикальные потоки влаги в почве практически отсутствовали; по-видимому, это связано с тем, что поступающая с осадками влага перехватывалась корнями и двигалась к поверхности почвы по корневой системе, а не по почвенным порам. Под паром наблюдались внутрипочвенные потоки влаги, как восходящие, так и нисходящие. Мощность слоя, в котором при моделировании наблюдались восходящие потоки влаги, увеличивалась с увеличением количества поступающих осадков. Это позволяет предположить, что в процессе постепенного подъема почвенных карбонатов особую, ключевую роль играют годы с аномально высокой влагообеспеченностью.

Таким образом, математическое моделирование движения влаги в почвенном профиле показало, что черный пар резко меняет гидрологический режим черноземов. В отсутствие транспирирующей растительности накопленная во время обильных осадков влага двигается вверх не по корням растений, а непосредственно по почвенным порам, перенося с собой растворенные и взвешенные вещества и способствуя аккумуляции карбонатов в верхней части профиля.

#### Литература

1. *Добровольский Г.В.* Глобальный характер угрозы современной деградации почвенного покрова // Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М., Наука, 2003. С. 279–288.
2. *Лебедева И.И.* Черноземы Восточной Европы: Автореф. дис. д-ра геогр. наук / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. М., 1992. 49 с.
3. *Хохлова О.С.* Карбонатное состояние степных почв как индикатор и память их пространственно-временной изменчивости. Дис. докт. геогр. наук. - М., 2008. - 241 с.

4. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. 1998. 307 pp.
5. Khokhlova O.S., Chendev Yu.G., Myakshina T.N. Change in pedogenic carbon stocks under different types and duration of agricultural management practices in the central Russian forest steppe // Sustainable Agroecosystems in Climate Change Mitigation. Ed. by Maren Oelbermann. Wageningen Academic Publishers, 2014. Chapter 2. P. 33-52.
6. Simunek J., Sejna M., van Genuchten M.Th. The HYDRUS-1D Software Package for Stimulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media. US Salinity Laboratory, USDA. 1998. 204 pp.

УДК 631.816.11

ПОТЕРИ КАРТОФЕЛЯ ЗА СЕЗОН ХРАНЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ВНОСИМЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Б.Дж. Багирова, Х.Дж. Багиров

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, [hasill\\_1873@mail.ru](mailto:hasill_1873@mail.ru)*

LOSS OF THE POTATOE FOR A STORAGE SEASON DEPENDING  
ON APPLIED DOSES OF THE MINERAL FERTILIZERS

B.D.Baghirova, H.D.Bagirov

*Institute of Soil Science and Agrochemistry NASA*

Основными направлениями экономического и социального развития Азербайджанской республики намечены меры по улучшению удовлетворения потребностей населения в плодоовощной продукции и, в частности, картофелем.

В целях изучения воздействия сбалансированных норм минеральных удобрений на урожай и качественные показатели картофеля на выщелоченных горных черноземах Азербайджана были заложены полевые опыты в 4-х кратной повторности с сортом картофеля «Лорх». Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль – без удобрений. 2. N60P60K60. 3. N90P60K60. 4. N90P90K60. 5. N90P90K90. 6. N120P90K90. 7. N120P120K90. 8. N120P120K120. 9. N150P120K120. 10. N150P150K120. 11. N150P150K150. Азот применяли в виде аммиачной селитры, фосфор в виде простого суперфосфата, калий в виде хлористого калия.

Для семенного картофеля важно сохранить клубни без ухудшения их посевных и урожайных качеств. Для того чтобы, успешно выполнить эту задачу необходимо хорошо знать свойства клубня картофеля и условия, при которых они лучше сохраняются.

При хранении в клубнях картофеля идут непрерывные физиологические и химические изменения. Физиологические изменения происходят в процессе дозревания, покоя и пробуждения почек с последующим их прорастанием.

В период дозревания, продолжительность которого 25-30 дней, в клубнях интенсивно происходят биологические процессы, картофель значительно теряет в весе из-за быстрого испарения воды. [1]

Как показывают данные проведенных исследований, минеральные удобрения влияют на сохранение картофеля.

Наши исследования показали, что если в контрольном - неудобренном варианте процент испорченных клубней составляет 4,4 %, то при внесении минеральных удобрений в вариантах N90P90K90 этот показатель составит 4,5 %. При этом, самый высокий процент испорченных клубней был получен при внесении N150P150K150 – 4,7 %. [2]

В справочнике картофелеводства (1987 г.) указано, что общая потеря картофеля за сезон хранения для второй зоны СССР, куда относится и Азербайджан, составляет 4 % (при длительном хранении, для буртов). К этим 4 % относится естественная убыль, отходы в результате прорастания, отходы частично загнившего картофеля и абсолютная гниль. [3]

Таким образом, применение оптимальной нормы удобрений по сравнению с контролем существенно не изменяет процент потери картофеля при длительном хранении (6 месяцев).

#### Литература

1. *Амиров З.С.* Пути повышения урожайности картофеля. Баку: Азернешр, 1987, 96 с.
2. *Багирова В.Дж.* Баланс питательных веществ и оптимизация уровня агрохимических показателей плодородия почв под культуру картофеля в северной части Малого Кавказа. Дис. канд. с/х наук. Баку, 1992, 146 с.
3. Справочник картофелевода. М.: ВО «Агропромиздат», 1987, 351 с.

УДК 631.4

#### РОЛЬ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ В БИОСФЕРЕ ЗЕМЛИ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

П.Н. Балабко, [balabkopetr@mail.ru](mailto:balabkopetr@mail.ru), А.А. Снег, [sneg\\_anna@mail.ru](mailto:sneg_anna@mail.ru)

*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва*

#### THE ROLE OF FLOODPLAIN SOILS IN EARTH'S BIOSPHERE AND HUMAN LIFE

P.N. Balabko, A.A. Sneg

*Soil science faculty of MSU*

Речные долины занимают особенное место среди ландшафтов суши Земли. Вся история человеческого общества тесно связана с долинными ландшафтами. В долинах многих рек до сих пор сохранились места обитания первобытного человека. Реки служили и в настоящее время служат транспортными путями. Вслед за поселениями первобытных людей на террасах долин рек строятся крепости и замки, монастыри и первые города. На берегах рек были построены многие города России: Москва в долине Москвы-реки, Владимир на берегах Клязьмы, С-Петербург на Неве, Брянск на левом берегу Десны, Калуга, Рязань, Муром в долине реки Оки, Воронеж, Ростов-на-Дону на реке Дон, Ярославль, Кострома, Нижний Новгород, Казань, Самара, Саратов, Волгоград, Астрахань на берегах великой реки России - Волге, Новосибирск на Оби, Красноярск на Енисее, Якутск на Лене и т.д. В настоящее время большинство городов и промышленных центров создаются вблизи рек. Что же привлекает человека к ландшафтам речных долин? В первую очередь это красота ландшафта и пресные речные воды для орошения полей и пастбищ. Особое положение в долинах рек занимают поймы с плодородными почвами и разнообразием флоры и фауны. Большинство почв пойм обладает благоприятными условиями для развития пригородного овощеводства, а заливные пойменные луга являются природной кормовой базой высокоразвитого животноводства. Академик В.Р. Вильямс неоднократно отмечал, что без пойменных лугов невозможно развитие такой важной отрасли сельского хозяйства, какой является животноводство. На пойменных лугах во все времена заготавливалось необходимое количество сена для крупного рогатого скота, лошадей, овец и коз. В сене имеются все необходимые для животных минеральные вещества и витамины. Пойменные луга – это лучшие пастбищные угодья.

Речные долины и их поймы – это большие природные дренажи суши Земли, по которым в сторону морей переносится в виде твердого и жидкого стока огромная масса веществ, в том числе важных для жизни соединений, макро- и микроэлементов. Значительная часть элементов оседает в поймах и поэтому речные поймы часто называют копилками плодородия, кладовыми плодородия, долинами плодородия и т.п. В самом деле, малый биологический круговорот элементов питания в системе почва-растение разворачивается в поймах рек на таком отрезке большого геологического круговорота элементов (в системе суша-океан), где сосредоточен интенсивный транзитный перенос и частичная аккумуляция этих элементов, не удержанных в биологическом круговороте на водоразделах и террасах

рек. Поэтому с биогеохимической точки зрения поймы рек с полным основанием относят к транзитно-аккумулятивному типу ландшафтов.

Поймы речных долин служат своеобразным геохимическим барьером, на котором задерживаются и частично аккумуляруются выносимые с водоразделов и надпойменных террас продукты выветривания и почвообразования. Последние всегда содержат биофильные (полезные для жизни) элементы питания растений. Эти обстоятельства, наряду с устойчивой обеспеченностью влагой, создают в пойменных почвах особо благоприятные условия для жизни растений, почвообитающих животных и микроорганизмов. Именно поэтому пойменные почвы отличаются высокой «плотностью жизни». Академик В.И. Вернадский называл поймы «сгущением жизни» на Земной суше.

Действительно, пойменные почвы отличаются от водораздельных огромным количеством обитающих в них беспозвоночных животных и микроорганизмов. Особенная роль в переработке органических остатков и формировании зернистой структуры пойменных почв принадлежит дождевым червям.

Огромную санитарно-гигиеническую роль выполняет притеррасная заболоченная часть поймы, задерживая сток загрязняющих веществ (промышленные и бытовые отходы, животноводческие стоки, остатки удобрений, пестицидов; тяжелые металлы, радионуклиды) в пойменные почвы центральной поймы и далее в речные воды. Мощным биологическим фильтром в притеррасной пойме является наличие торфяных и осоковых болот, стариц, зарослей тростника, рогоза и другой влажнолуговой и болотной растительности. Притеррасные области пойм представляют собой участки, где происходит осаждение растворенных веществ, поступающих с водораздельных пространств и отложения болотной железной руды, трепела, фосфорнокислых солей в виде вивианита, известкового туфа, сидерита и др. Залежи торфа в притеррасной части пойм лесной зоны используются в качестве органического удобрения и топлива.

Следует отметить, что поймы с разветвленной сетью малых речек и протоков, многочисленных пойменных озер и стариц накапливают и удерживают огромные массы воды. Преобладающие в почвенном покрове пойм аллювиальные луговые суглинистые и тяжелосуглинистые почвы в течение вегетационного периода находятся во влажном состоянии, поэтому даже в засушливые 2002 и 2010 годы на пойменных лугах речных долин лесостепной и степной зон России была возможность заготовить корма для животных и вырастить урожай овощных культур и картофеля. Только на аллювиальных дерновых супесчаных почвах естественная растительность в эти годы выгорала, здесь нередко случались пожары.

Долины рек являются жилищем и убежищем для многих диких животных. Здесь можно встретить волка, лису, бобра, ондатру и др. В реках и озерах сосредоточены значительные запасы рыб, а в конце лета пойменные озера служат местами отдыха перелетных птиц.

Лесные и луговые экосистемы пойм речных долин являются поставщиками ягод, грибов, ценных лекарственных растений. Среди луговых трав встречаются медоносные растения. Молодые ивовые заросли нередко используются в качестве поделочного материала. В пойменных лесах и кустарниках заготавливаются дрова для топлива.

Несмотря на большое народнохозяйственное значение и экологическую роль экосистем речных долин России, используются они нерационально. Не соблюдается главное правило, установленное вековой историей использования земель речных долин, а именно соотношение в пойме леса, луга и пашни. Неумеренная распашка почв надпойменных террас и пойменных почв в долинах рек некоторых регионов России привела к эрозии почв, заилению рек, их обмелению, образованию многочисленных островов-осередков, сокращению длины речного русла, эвтрофикации водной поверхности рек и озер. Поэтому необходимо выполнять рекомендации и инструкции по соблюдению режима водоохраных зон в поймах рек. Совершенно недопустимо осушение притеррасной части поймы и распашка почв прирусловья.



Отсутствие ухода за пойменными лугами, пастьба скота по сенокосным угодьям обусловили их засоренность и заочкаренность. Однако многочисленные исследования, проведенные на пойменных лугах, показывают, что заливные луга чрезвычайно отзывчивы на меры поверхностного улучшения (правильный уход за лугами, соблюдение сроков сенокосения, систематическая борьба с сорняками, подсев семян трав, внесение небольших доз минеральных удобрений сразу же после схода паводковых вод, организация загонной пастьбы скота на пастбищах).

Таким образом, лесные, луговые и водные экосистемы речных долин России имеют большое народнохозяйственное значение и выполняют важную экологическую роль в биосфере Земли. Многофункциональная роль экосистем речных долин и их легкая ранимость требует более бережного к ним отношения.

УДК 631.4

#### ПОЧВЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО ДОСТОЯНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Шешукова А.А.

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, [geosoil@mail.ru](mailto:geosoil@mail.ru)*

#### SOILS OF HISTORICAL PARKS AS BASIS FOR CONSERVATION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OF SAINT PETERSBURG CONSERVATION

Bakhmatova K.A., Matinian N.N., Sheshukova A.A.

*Saint Petersburg state university, Saint Petersburg*

Величественные парковые ансамбли пригородов Санкт-Петербурга, городские парки и сады – своеобразная «визитная карточка» Северной столицы. В парках, создававшихся на протяжении XVIII-XIX веков, нашли отражение разнообразные стилевые особенности садово-паркового искусства. Историко-культурное значение таких объектов, как Летний сад или парки Петергофа, неопределимо. Вместе с тем, как объекты городского озеленения, парки выполняют и важнейшие экологические функции, являясь компонентами «экологического каркаса» города [1, 3].

Почвы парков являются уникальным объектом исследований генетического почвоведения, поскольку представляют собой продукт антропогенной трансформации природных почв и последующего саморазвития этих почв под влиянием комплекса естественных и антропогенных факторов. Строительство парков сопровождалось коренной трансформацией основных компонентов природной экосистемы. В целях придания большей живописности территории менялся рельеф: засыпались понижения, создавались террасы и холмы. Проводилась осушительная мелиорация, менялся рисунок гидрографической сети. Естественная таежная растительность замещалась широколиственными лесами в сочетании с луговыми пространствами. Варианты преобразования исходных почв различались в зависимости от ландшафтных условий и архитектуры парка. Основная цель преобразования почв заключалась в адаптации эдафических условий к произрастанию декоративных растительных сообществ. Иногда почвы конструировались применительно к потребностям определенных видов растений.

Спектр направлений эволюции почвенного покрова парков определяется совокупностью факторов почвообразования, действующих в данном ландшафте. По сравнению с почвами природных экосистем эти факторы определенным образом модифицированы: изменены водный режим, параметры биологического круговорота (и качественные, и количественные), условия миграции и аккумуляции элементов. Например, в парках, благодаря сочетанию осушительной мелиорации и изменения состава и пространственной структуры растительного покрова, изменяется микроклимат. В итоге почвы парков обычно оказываются теплее и суше, чем зональные почвы по соседству, и это явление также содействует произрастанию «более южных» сообществ растений (в случае

Петербурга – широколиственных древесных пород и сопутствующих им неморальных видов травянистой растительности).

В парках зональные элементарные почвообразовательные процессы изменяют степень выраженности, появляются новые сочетания процессов, нетипичные для изначальных ландшафтов. В первую очередь эти изменения захватывают гумусовый горизонт. Как следствие, почвенный покров парков включает в себя не только почвы, профиль которых трансформирован непосредственно, но и те природные почвы, которые изменились в результате длительного функционирования в новом режиме. Все это позволяет выдвинуть тезис о своеобразии почв и почвенного покрова парков, по сравнению с другими территориями, на которых антропогенный фактор играет значительную роль в почвообразовании. Для антропогенных парковых почв типичны более глубокое преобразование профиля при большей гетерогенности антропогенной толщи, по сравнению с агропочвами и агроземами; меньшее количество техногенных включений, лучшие физические характеристики (плотность, порозность, структурность), более высокое содержание гумуса и пониженный уровень рН, по сравнению с типичными городскими почвами [2]. В крупных парках более значительную роль играют природные факторы дифференциации почвенного покрова и больше доля преобразованных естественных почв, чем внутри городской застройки, где абсолютно преобладают почвы антропогенные. В сравнении с сельскохозяйственными землями, компонентный состав почвенного покрова в парках совершенно иной (агроземя/агропочвы в одном случае и урбостратоземы/стратоземы/стратифицированные/турбированные и природные почвы с ненарушенным профилем в другом случае). В парках могут встречаться почвы, которые могут быть отнесены к агроземам (иногда постагрогенным, иногда современным), но эти почвы не занимают главенствующего положения в СПП парков.

Почвенный покров парков – уникальное природно-антропогенное образование, здесь можно выявить широкий спектр переходов между антропогенными и природными почвенными разностями. Почвенный покров пригородных парков, как и пахотных земель, более или менее «вписан» в почвенный покров прилегающих природных территорий.

Формы и степень проявления антропогенного фактора различны для разных парков: в крупных ландшафтных парках не производят, например, уборку опавшей листвы с поверхности почвы (за исключением луговых участков), постоянную подсыпку или замену гумусовых горизонтов. Глубокие почвенные горизонты подвергаются трансформации только при коренной реконструкции парка. Но такое событие прерывает эволюционную линию развития почвенного покрова, создавая новую стартовую точку для эволюции при том же самом или измененном сочетании факторов. Краткосрочные периоды трансформации парковых почв сменяются длительными периодами эволюции. Периоды трансформации фиксируются в профиле в виде стратифицированных, турбированных горизонтов, погребенных артефактов или инженерных конструкций. Наряду с «положительными» процессами (проградация зональных почв), в парковом почвообразовании имеется ряд негативных тенденций: загрязнение почв техногенными соединениями, деградация почв под влиянием рекреационной нагрузки и т.д.

Изучение почвенного покрова исторических парков, наряду с теоретическим значением, имеет и важный прикладной аспект. Создание оптимальных почвенных условий было одним из секретов успеха ландшафтных архитекторов и садовых мастеров 18-19 веков. Без поддержания почвенных режимов, адекватных потребностям культурной флоры, невозможно обеспечить устойчивость парковых насаждений. Проведенные исследования могут послужить теоретической основой создания новых парковых экосистем в условиях мегаполиса. Выявление направленности изменений почвенного покрова парков на современном этапе его эволюции дает возможность предотвратить деградацию почв и уникальных ландшафтов, а при необходимости – грамотно провести реставрационные работы.

## Литература

1. *Владимиров В.В.* Урбоэкология. Курс лекций. М., изд-во МНЭПУ, 1999. 204 с.
2. *Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В.* Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск, Ойкумена, 2003. 270 с.
3. Почва. Город, Экология. Под общ. ред. Г.В. Добровольского. М., изд-во «За экономическую грамотность», 2007. 309 с.

УДК 502/504

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ В ЗОНЕ АНТРОПОГЕННОГО ОПУСТЫНИВАНИЯ

Н. Б. Бембеева

*МБОУ «Яшкульская многопрофильная гимназия», с. Яшкуль, n.bembееva@yandex.ru*

### ENVIRONMENTAL EDUCATION AND PROMOTION OF KNOWLEDGE ABOUT SOIL IN THE AREA ANTROPOGENIC DESERTIFICATION

N.B. Bembееva

*MBOU «Yashkul Gymnasium» with. Yashkul*

Процесс опустынивания продолжается, несмотря на предпринятые в прошлом и предпринимаемые ныне глобальные усилия по борьбе с ним. Важным направлением экологического образования становится повышение осведомленности об опустынивании, деградации земель и засухе, а также о способах решения этих проблем [1].

Деградация земель в засушливых районах Калмыкии привела к возникновению антропогенной пустыни. В учебнике «Природоведение» А.А. Плешакова, Н.И. Сонина в качестве примера варварского отношения к природе была приведена статья об опустынивании Черных земель Калмыкии. Уже в 5 классе учащиеся узнавали, что причинами опустынивания являются распашка земель и чрезмерный выпас скота, знакомились с народными традициями природопользования. Они решали экологические задачи и вычисляли, сколько гектаров земли было утрачено в 70-е годы прошлого века, во сколько раз были перегружены пастбища [4].

Для целенаправленного формирования у обучающихся экологического мышления требуется соблюдение логической взаимосвязи воспитательной работы с образовательными программами, обеспечения взаимодействия содержания учебного процесса с деятельностью во внеурочное время.

В последнее десятилетие снижается уровень экологического образования школьников, так как из учебных планов школ изъяты пропедевтические курсы природоведения; наблюдается сокращение часов на преподавание естественнонаучных предметов, географии; практически отсутствуют курсы по экологии. В этих условиях воспитание экологической культуры школьников возможно в процессе экологизации всех учебных дисциплин, поскольку экологические проблемы носят глобальный, междисциплинарный характер [2]. Прочной основой становления экологического сознания личности может служить этнопедагогическое наследие калмыков, выраженное в обычаях и традициях материальной и духовной культуры [3].

В условиях внедрения новых образовательных стандартов в школах предлагаются межпредметные элективные курсы, реализуются программы внеурочной деятельности, являющиеся неразрывной частью образовательного процесса и способствующие формированию метапредметных универсальных способов учебной деятельности (путем выполнения творческих, исследовательских, проектных работ).

Актуальным объектом исследовательской и проектной деятельности в школах Калмыкии как в учебное время (экологический практикум), так и во внеурочное

(экологические клуб, кружок, научное общество учащихся) является изучение состояния почв региона, решение проблем деградации земель.

Участница экологического клуба Яшкульской СОШ стала победителем республиканской конференции юных исследователей окружающей среды в 1995 году с исследованием антропогенной деградации почв. Охрана и воспроизводство почвенных ресурсов как компонентов окружающей природной среды изучались в районном Доме школьников в рамках проекта «Возрождение традиционного пастбищного животноводства» в 2003 – 2005 гг. (Диплом и грант Межвузовской конференции, 2006 г.). Лауреатом Всероссийской акции «Летопись добрых дел по сохранению природы» в 2007 году стала учащаяся Яшкульской многопрофильной гимназии с исследовательской работой по теме «Фитоиндикация почвенно-грунтовых условий села Яшкуль». В гимназии работает Всероссийский клуб «Живое наследие» творческая образовательная среда которого включает секцию почвоведения. Под руководством ученых Калмыцкого государственного университета члены клуба проводят химический анализ почв, изучают влияние подтопления на экологическое состояние почв района. Члены кружка растениеводов гимназии исследуют структуру почв, проводят опыты по рекультивации земель пришкольного участка, подвергшихся вторичному засолению.

Ориентиром для организации деятельности учащихся по охране почв служит экологический календарь. 17 июня — Всемирный день по борьбе с опустыниванием и засухой отмечается в школах района встречами с работниками заповедника «Черные земли», экскурсиями на территорию «Антропогенная пустыня». Школьники участвуют в работах по фитомелиорации открытых песков.

Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций (ООН) провозгласила период с января 2010 года по декабрь 2020 года Десятилетием ООН, посвященным пустыням и борьбе с опустыниванием, с целью содействия проведению мероприятий по охране засушливых земель. 2015 год объявлен ООН Международным годом почв. Блоки информации, подготовленные к этим датам в библиотеке гимназии, помогают детям подобрать актуальную тематику экологических исследований и вести работу по охране природы своего региона. В течение 2015 года, учащиеся составили презентации об ученых - почвоведех, участвовавших в создании Красной книги почв России – академике Г. В. Добровольском и исследователе почв Калмыкии, научном руководителе «Национальной программы действий по борьбе с опустыниванием в Калмыкии» (под эгидой ЮНЕП, 1994-1995 гг.) Л.Н. Ташниновой.

#### Литература

1. 2010–2020: Десятилетие Организации Объединенных Наций, посвященное пустыням и борьбе с опустыниванием. Общие сведения. [Электронный ресурс]: URL: [http://www.un.org/ru/events/desertification\\_decade/background.shtml](http://www.un.org/ru/events/desertification_decade/background.shtml)
2. *Макшеева А.И.* Экологическое образование в течение всей жизни как один из путей к устойчивому развитию // Вестник Мининского университета. 2013, № 4,
3. *Мургаева С.И.* Народные традиции в экологическом воспитании старшеклассников (на материале Республики Калмыкия): автореферат дис. на соискание учен. степени канд. пед. наук: 13.00.01 / С. И. Мургаева; рук. работы Г. Н. Волков. - М., 2000. - 25 с.
4. *Плешаков А.А., Сонин Н.И.* Природоведение. 5 кл: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений – М.: Дрофа, 1999. - С.174 - 177.

## «СИМБИОНТ» - ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СТИМУЛЯТОР РОСТА

Ю.П. Бондарев, Т.А. Зубкова

*Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, dusy.taz@mail.ru*

"SYMBIONT" – ECOLOGICAL SAFETY OF GROWTH STIMULANTS

Yu.P. Bondarev, T.A. Zubkova

*Soil Science faculty of Lomonosov MSU, Moscow*

В настоящее время в условиях общего загрязнения биосферы и пахотных почв актуальна проблема получения качественных и экологически чистых продуктов питания. Эффективным средством повышения продуктивности аграрного сектора экономики становится искусственное регулирование ростом и развитием культур. Применение этих препаратов дает возможность повысить урожайность, устойчивость к стрессовым ситуациям (заморозки, засуха, засоление), к болезням. Для получения качественной и экологически чистой продукции необходимо ограничить применение чисто химических средств защиты и стимуляторов роста. Актуальны биологические регуляторы роста, полученные на основе непосредственно чистых культур и продуктов их жизнедеятельности. К таким относится препарат «Симбионт», представляющий собой раствор продуктов жизнедеятельности сообщества микроорганизмов, выделенных из корней женьшеня [2].

Исследования «Симбионта» показали, что он не содержит тяжелых металлов, не проявляет фунгицидной активности против возбудителей корневых гнилей зерновых и фитофторозов пасленовых. «Симбионт» увеличивал продуктивность различных сельскохозяйственных культур: капуста «Слава 231» - прибавка 11-13%, огурцы «Нежинские» - 17-30%, перец «Бодрость» -31%, баклажан «Универсал-3» - 14-17%, гречиха «Баллада» - 9-11%, сахарная свекла - 10-20%, рис - 10,7%, арбуз «Огонек» и «Херсонский ранний» - 36-40% [1]. Технология применения «Симбионта» включает предпосевную обработку семян и (или) обработку вегетирующих растений.

Доказана эффективность применения препарата «Симбионт» совместно с различными микроэлементами (бор, медь, кобальт, йод, никель, молибден, железо, марганец) за исключением цинка. Однако избыток или недостаток микроэлементов отрицательно влияет на биохимические процессы в растениях, положительный эффект только при определенных концентрациях в зависимости от вида культуры.

Препарат при ничтожно малых количествах проявляет исключительную физиологическую активность: стимулирует ростовые процессы в течение всего периода вегетации растений, способствует формированию сильной корневой системы, повышает устойчивость растений к вредителям, болезням и различным стрессовым ситуациям, что в итоге приводит к повышению урожайности и качества продукции.

Таким образом, доказано, препарат является экологически безопасным и малотоксичным для теплокровных животных, рыб и пчел, не оказывает раздражающего действия на кожу, слизистые оболочки глаз, не обладает кумулятивными свойствами и аллергенным действием. Применяется в микроколичествах, поэтому уровни его содержания в воде, почве и растениях ничтожно малы. Обладает широким спектром действия и применяется для стимуляции роста и развития практически всех сельскохозяйственных культур.

## Литература

1. Бондарев Ю.П., Кузьменкова В.С., Присяжная А.А. Регулятор роста «Симбионт». Возможности и способы использования. НИА-Природа. М. 2004. 32 с.
2. Гусейнов Л.М., Бондарев Ю.П., Поник Н.В., Щербакова В.С. Сообщество микроорганизмов для получения регулятора роста растений, способ получения регулятора и регулятор роста растений: Патент на изобретение № 2161884.2001.

## ПОЧВЫ В «ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АТЛАСЕ РОССИИ»

М.И. Герасимова\*, М.Д. Богданова\*\*, Т.В. Котова\*\*\*

*Географический факультет МГУ, Москва*\* [maria.i.gerasimova@gmail.com](mailto:maria.i.gerasimova@gmail.com); \*\* [md-bogdanova@yandex.ru](mailto:md-bogdanova@yandex.ru); \*\*\* [tkot@geogr.msu.su](mailto:tkot@geogr.msu.su)

## SOILS IN THE “ECOLOGICAL ATLAS OF RUSSIA”

M. Gerasimova, M. Bogdanova, and T. Kotova

*Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University*

Роль почв и почвенного покрова исключительно велика в формировании устойчивости и функционирования экосистем. Информация о свойствах и режимах почв, строении почвенного покрова необходима при решении многих экологических проблем. Большое значение имеют функционально-экологические аспекты в картографировании почв, предполагающие обращение к тем свойствам почв и факторам почвообразования, которые определяют функционирование и изменчивость почв, в том числе при антропогенных воздействиях.

Почвенные карты – обязательный компонент современных атласов, комплексных и специализированных. В национальных атласах разных стран содержится много различных карт почвенной тематики [1]; они отражают условия формирования экологических обстановок, трансформации и миграции загрязняющих веществ различного химического состава, разные аспекты функционирования почв и геохимических ландшафтов, факторы их устойчивости, характер и интенсивность процессов почвообразования. О востребованности почвенной информации свидетельствует факт издания специализированных почвенных атласов: Национального атласа почв России (2011) и Европы – Soil Atlas of Europe (2005).

В первом издании Экологического атласа России [5] карты почвенной тематики весьма разнообразны и включены в основные разделы атласа. В новом издании Экологического атласа России, который разрабатывается на Географическом факультете МГУ [2], запланировано 16 карт почвенного содержания (масштабы 1:20 млн, 1:30 млн и 1:40 млн.). Они размещены практически во всех разделах атласа; в большинстве карт было обновлено содержание по сравнению с первым изданием, некоторые оригинальные карты составлены впервые.

Раздел о природных факторах формирования экологической обстановки содержит *базовую почвенную карту*, составленную в новой субстантивно-генетической классификации; в частности, кроме природных почв, показаны крупные ареалы агро-почв. Ее дополняет карта *структур почвенного покрова*, которая отражает распределения поверхностного стока, следовательно, возможности развития миграционных потоков вещества, связанные с открытыми или замкнутыми структурами. Контрастность компонентов почвенного покрова влияет на условия латеральной миграции веществ, что показано более детально на *ландшафтно-геохимической карте*, основанной на концепции миграционных структур (R\L принцип), сочетающейся с оценкой биогеохимического потенциала зональных ландшафтов [4]. Физико-химическим условиям водной миграции и аккумуляции химических элементов в почвах посвящена *почвенно-геохимическая карта*. Более дифференцированно возможности аккумуляции химических элементов и соединений даны на двух *картах геохимических барьеров* – поверхностных (биогеохимических) и внутрипочвенных (хемосорбционных, термодинамических, карбонатных и других). Геохимические барьеры и их сочетания в почвах контролируют состав и интенсивность геохимических потоков природных и техногенных веществ, они влияют на устойчивость почв и ландшафтов к различным видам техногенных воздействий. Карты барьеров основаны на идее М.А. Глазовской, предложившей интерпретировать почвенные горизонты как геохимические барьеры, а также на характеристиках диагностических горизонтов в новой классификации почв. К оригинальным картам рассматриваемого раздела относится *карта почвенных и ландшафтно-геохимических процессов*, представляющая комбинаторику

процессов в автономных почвах страны. *Тепловой, мерзлотный и водный режимы почв* определяют тренды и интенсивность процессов почвообразования, биологическую активность почв, условия трансформации и миграции загрязняющих веществ.

Почвенные аспекты современной экологической обстановки отражены на нескольких картах более конкретного содержания, характеризующие устойчивость почв к загрязнению *нефтью и нефтепродуктами* (авторы М.А. Глазовская, Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев), *свинцом, селеном и цезием*. Содержание карт основано на экспертной оценке способности почв к самоочищению и оценке рисков загрязнения по комплексу природных факторов и свойств почв. На карте *«Гумус в почвах»* (авторы О.Н. Бирюкова и М.В. Бирюков) даны запасы и содержание гумуса в автономных почвах, что можно рассматривать как «фон», обеспечивающий практически все современные почвенные и ландшафтно-геохимические процессы, в первую очередь, связанные с функционированием почв и их устойчивостью к любому загрязнению. *Карта деградации почв* основана на экспертном знании авторов о специализации видов деградации, при разнообразных антропогенных воздействиях. Содержание карты представляет собой комбинации вызванных ими негативных процессов.

Карта *экологических функций почв* составлена впервые; на ней реализуется концепция Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина. Для картографической интерпретации представлений о многих экологических функциях почв, оценивалась условная интенсивность их проявления на качественном уровне по трем градациям выраженности; 11 частных функций были объединены в 4 группы: биоценоотические, ресурсные, средоохранные и геосферные. По интегральной интенсивности функционирования были выделены три группы почв, среди которых самое эффективное функционирование свойственно высокогумусным почвам.

В раздел по оптимизации окружающей среды включена карта *«Красная книга почв России»* составленная впервые в таком формате. Она базируется на одноименной монографии под редакцией Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина [3] и отражает пространственное распределение почв – объектов охраны по субъектам Федерации. По целям охраны были выделены 8 категорий охраняемых почв: эталонные природные, редкие, сильно окультуренные почвы – модели высокого плодородия, среда обитания краснокнижных видов животных и растений, объекты мониторинга, учебные и научные станции, палеопочвы, археологические памятники. В категорию «Полифункциональные почвы» включены почвы с несколькими равнозначными целями охраны. Карта отражает разнообразие почв-объектов охраны, их количество и распределение по территории России, «специализацию» отдельных регионов в отношении целей охраны распространенных в них почв.

Для отображения пространственно-временных взаимосвязей в информационно насыщенных легендах карт широко использовались табличные, в том числе матричные, формы их представления. Таким образом, в новом издании Экологического атласа России сохранены и усовершенствованы карты почвенной тематики и введено несколько оригинальных карт.

Большинство карт составлено М.И. Герасимовой и М.Д. Богдановой, редактор Т.В. Котова. Соавторами отдельных карт являются И.П. Гаврилова, Н.С. Касимов, Е.Д. Никитин, Е.М. Никифорова.

#### Литература

1. Герасимова М.И., Богданова М.Д. Почвенные карты в национальных атласах разных стран // Почвоведение, 2015, № 9 (в печати).
2. Касимов Н.С., Котова Т.В., Тикунов В.С. Экологический атлас России: новый проект // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт / Мат-лы Межд. науч. конф. Барнаул, ИВЭП, 2011. С. 277–282.
3. Красная книга почв России. Под редакцией Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина. МАКС Пресс. 2009. 576 с.

4. Ландшафтно-геохимическая карта России. Масштаб 1:7 500 000. Авторы: Касимов Н.С., Гаврилова И.П., Герасимова М.И., Богданова М.Д. М., 2013.
5. Экологический атлас России. С-Петербург: КАРТА, 2002.

УДК 631.4

## ФИТОЛИТЫ В ПОЧВАХ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЯХ КАК ИСТОЧНИКИ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.А.Гольева

*Институт географии РАН, г. Москва, [golyevaaa@yandex.ru](mailto:golyevaaa@yandex.ru)*

## PHYTOLITHS IN SOILS AND CULTURAL LAYERS AS PALAEOECOLOGICAL ARCHIVES

*Institute of geography RAS*

A.A.Golyeva

Фитолитный анализ – это изучение под микроскопом минеральных новообразований в клетках растений, чаще всего в виде аморфного кремнезема. Эти образования, повторяя форму вмещающей их клетки, имеют оригинальную форму, позволяющую реконструировать растительное сообщество. Попадая с опадом, фитолиты не разрушаются, а накапливаются в почвах, создавая специфический фитолитный профиль [3]. Это позволяет, исследуя колонки образцов, реконструировать палеоэкологические условия формирования почв или культурных слоев поселений [2, 7, 8, 9].

В мире началом фитолитного анализа считается 1848 год, когда немецкий ботаник Струве впервые обнаружил эти частички в растениях. Исследование фитолитов в России относится к этому же периоду, поскольку известно, что в 1850 году Эренбургом по просьбе российского палеонтолога Эйхвальда, были исследованы фитолиты из черноземов с целью определить их генезис. Так что фитолиты из почв, как источники палеоэкологической информации, используются уже более 160 лет.

В Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова регулярные работы с фитолитами начались в 80-х годах XX века [1] благодаря всяческой поддержке Г.В.Добровольского [5].

На сегодняшний день в нашей стране этот метод используется все большим количеством ученых, география его применения охватывает всю страну, создана российская ассоциация фитолитологов, успешно работает сайт [phytolith.ru](http://phytolith.ru).

В мировом сообществе функционирует Международная организация по фитолитным исследованиям (IMPR), которая проводит регулярные совещания каждые 2-3 года.

Для более конкретного представления о возможностях метода приведем результаты последних исследований.

Изучение фитолитов в луговых подбелах Амурской низменности [4] показало, что фитолиты присутствуют во всех диагностических горизонтах, включая почвообразующую породу. По всему профилю доминируют группы фитолитов двудольных трав и злаковых растений (луговых и лесных, что отражает наибольшую роль этих растений в современном растительном покрове луговых подбелов, а также в составе фитоценозов в прошлом. Практически полное отсутствие фитолитов сухостепной (аридной) флоры свидетельствует о том, что в целом осадконакопление и почвообразование в пределах толщи разреза, происходило при сохранении влажных условий и развитии луговой (лугово-болотной) и лесной растительности.

Исследование насыпей серии валов РЖВ (дьяковская культура Vв до н.э. – V после н.э.) позволило определить, что во всех случаях для создания насыпи использовался материал, богатый органикой: навоз, подстилки для скота, бытовые отходы и пр. [6]. То есть обнаруженное отличие от состава насыпей валов других культур не является случайным.



Это абсолютно не совпадает с генезисом прослоев средневековых валов [2] и открывает широкие перспективы для археологических и палеоэкологических реконструкций.

#### Литература

1. Гольева А.А. ОПАЛОВЫЕ БИОЛИТЫ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Московский ордена Ленина, ордена октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. М.В.Ломоносова. Москва, 1987
2. Гольева А.А. ПОЧВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДНЕВЕКОВЫХ ВАЛОВ ДМИТРОВА, ЯРОСЛАВЛЯ И РОСТИСЛАВЛЯ / В сборнике: Археология Подмосковья. Материалы научного семинара. А.В. Энговатова (ответственный редактор), В.Ю. Коваль, И.Н. Кузина. Москва, 2009. С. 72-88.
3. Гольева А.А., Александровский А.Л., Целищева Л.К. ФИТОЛИТНЫЙ АНАЛИЗ ГОЛОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ. Почвоведение. 1994. № 3. С. 34-40.
4. Гольева А.А., Матюшкина Л.А., Харитонова Г.В., Комарова В.С. ФИТОЛИТЫ В ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕАМУРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ. Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 5. С. 101-109.
5. Добровольский Г.В., Бобров А.А., Гольева А.А., Шоба С.А. ОПАЛОВЫЕ ФИТОЛИТЫ ТАЕЖНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ. Биологические науки. 1988. № 2. С. 37.
6. Коваль В.Ю., Сыроватко А.С., Гольева А.А. ГОРОДИЩА И ВАЛЫ ДЪЯКОВСКОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ОБЪЕКТЫ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ / В сборнике: Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани. Ответственные редакторы: А.Г. Ситдииков, Н.А. Макаров, А.П. Деревянко. 2014. С. 91-94.
7. Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Евгеньев А.А., Китов Е.П., Купцова Л.В., Салугина Н.П., Хохлова О.С., Хохлов А.А. ЛАБАЗОВСКИЙ КУРГАННЫЙ МОГИЛЬНИК СРУБНОЙ КУЛЬТУРЫ. Министерство образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»; ГОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет». Оренбург, 2009.
8. Песочина Л.С., Гольева А.А., Зайцев С.В. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЧВ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ В СРЕДНЕСАРМАТСКОЕ ВРЕМЯ. Почвоведение. 2000. № 6. С. 683.
9. Гольева А.А. БИОМОРФНЫЙ АНАЛИЗ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ. Почвоведение. 1997. № 9.
10. Хохлова О.С., Малашев В.Ю., Воронин К.В., Гольева А.А., Хохлов А.А. СИНЛИТОГЕНЕЗ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ ЧЕЧЕНСКОЙ КОТЛОВИНЫ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА. Почвоведение. 1998. № 10. С. 1164-1176.

## ОБРАЗ ПОЧВЫ В РУССКОЙ ПЕЙЗАЖНОЙ ЖИВОПИСИ

Е.Е. Григорьева\*, П.С. Шульга\*\*

\*Факультет мировой политики ГАУГН, г. Москва, [elgrigor@mail.ru](mailto:elgrigor@mail.ru)\*\*Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, [shulgaps@yandex.ru](mailto:shulgaps@yandex.ru)

## IMAGE OF SOIL IN RUSSIAN LANDSCAPE PAINTINGS

E.E. Grigorieva\*, P.S. Shulga\*\*

\* *The Faculty of World Politics, State Academic University of Humanitarian Science* \*\**Soil science faculty of MSU*

Soil scientific work in its ordinary form has nearly nothing to do with art and aesthetical values. Nevertheless, soil scientists are interested in soil art and aesthetic values. Solid arguments have been advanced for aesthetic value of soils by Hans Jenny (Jenny, 1968). In his article on the image of soil in landscape art from medieval times to the mid-1900s Jenny was fascinated by landscape painters and how they depicted soil beauties and their landscape functions. Jenny investigated masterpieces of artists from museums of Western Europe and America [1]. It would be reasonable to make some additional illustrations of landscape paintings from the State Tretyakov Gallery, art gallery in Moscow, the foremost depository of Russian fine art in the world.

Russia's best-known and loved 19th century Russian landscape painting remains quite unknown in Western Europe and America, especially if compared with another pictorial movements as the Barbizon School in France (which have an important influence in the Russian landscape painting) or the Hudson River School in the USA. However, 19th century Russian painters introduced a very special, emotional style into the landscape genre. The Russian art of this period has been strongly influenced by nationalist sentiment. Russian landscape artists wanted to penetrate imaginatively into the very essence of their countryside.

Mikhail Konstantinovich Klodt (1832(33)-1902) like the other painters of the Itinerant movement (Peredvizniki movement), preferred rural landscapes. They speak to us of the countryside, the people who live there, and the eternal work of the land. The silhouettes of peasant women in his canvas "On Tillage"(1872) are inserted so harmoniously into the painting that any motif, no matter how ordinary, can be taken to be a symbol of life, which continually renews itself. According to Klodt and his colleagues, the people and the land are the secular foundation, the roots and the essence of the Russian universe. Having chosen for a picture a theme connected with a labour life of the peasant, Klodt aspires to make the most impressing image of widely stretched freshly plowed field. Soil with its heavy layers under spring sun beams speaks about beauty of the nature, about its rich vital forces.

Ivan Ivanovich Shishkin (1832-1898) was also closely associated with the Peredvizniki movement. The works of this outstanding artist enjoy vast popularity in Russia; the best of them have become the classics of Russian landscape painting. Shishkin's painting method was based on analytical studies of nature. In the landscape Shishkin has brought together two of his traditional motifs: a field with road running to the distance and powerful pine trees. Pine wood on sandy soil always was the most favourite place where the master often worked over the pictures ("*Pine Forest in Viatka Province*", 1872 and "*Morning in a Pine Forest*", 1889). The last masterpiece of the artist was "*Mast-tree Grove*" painted in 1898. Green crones of pines are shined by the sun. Its beams have passed through wood, and easy color shadows have fallen to a grass from branches. The glade shined by the sun is perfectly written. On the edge of a glade descending to a stream, the soil is exposed. You can admire soil structure, a creeping moss and a sandy bottom of a fine ferrous stream.

Throughout his creative life, Shishkin's central theme was beauty of his native land. This theme is implemented in one of his classic works "*Rye*" (1878). The vast golden fields and the solemn rhythm of the tall trees receding towards the horizon symbolize the essence of Russia and the artist's belief in her greatness.

The artist selected the typical natural motives of a central Russian landscape: the field of rye, the road, and trees. Next he thought about the composition, trying to get the right correlation between the sky and the land, the fore and background, as well as the right light combination. All these details create mighty images that affect the feelings of the viewer. In this painting the artist truly glorifies the true beauty and grandeur of Russian nature.

Alexey Kondratyevich Savrasov (1830-1897), one of the founders of the Peredvizniki movement, is considered to be on the Russia's most remarkable landscape painters. He has been described as the founder of the "mood landscape". It was a new type of lyrical landscape painting in contrast to Shishkin's epic landscape painting. At first glance the painting appears in his canvas "A Country Road" (1873) to be a simple landscape, but close examination reveals that is a lively landscape. The thunderclouds penetrated by the sun cast a shadow on the land, opening rich colors of fresh chernozem shined by the sun. The painting of soil is very beautiful and various. It is multilayered, rich with shades of the brown tone passing in hot golden, diverse and wide on a painting technique. This technique allows the artist to transfer almost plastic tangibility of a soil relief. Savrasov has filled all elements of the landscape with internal expression and has shown beauty of the mighty land. By means of landscape images the artist aspired to glorify that features of nature that remains a deep trace in men's heart.

Pavel Mikhailovich Tretyakov who was a patron of art, collector, and philanthropist and who gave his name to the Tretyakov Gallery wrote that "... the poetry can be anywhere, it depends on the artist". We think that the soil has its own unique poetry [2].

#### References

1. *Jenny, Hans* (1968) The image of soil in landscape art, old and new. Pontifical Academy of Sciences Scripta Varia 32: 947–979.
2. *Боткина А. П.* (1960) Павел Михайлович Третьяков в жизни и искусстве. Moscow

УДК 631.44.06.

#### ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ КАК ИСТОЧНИК ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Л.А. Гугалинская\*

\*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
г. Пушкино Московской обл., [gugali@rambler.ru](mailto:gugali@rambler.ru)

#### SOIL PROFILE AS THE SOURCE OF THE PALEOEKOLOGICAL INFORMATION

L.A. Gugalinskaya\*

\* *Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS*  
*Russia 142290 Pushchino Institutskaya 2, [gugali@rambler.ru](mailto:gugali@rambler.ru)*

Существующие на сегодня схемы периодизации событий почвообразования в позднечетвертичный период, вопросы о количестве, хронологии, таксономическом ранге эпох почвообразования и характере изменчивости ландшафтных условий внутри этого периода остаются дискуссионными. В разрабатываемой концепции формирования автоморфных голоценовых почв центра Восточно-Европейской равнины на строение их профилей большое значение придается влиянию почвообразующих пород.

В толще четвертичных отложений чаще всего выделяют погребенные межледниковые и межстадиальные почвы, материнские породы для которых накапливались в ледниковые и стадиальные похолодания. Нами была выявлена последовательность погребенных почв наиболее низкого – межфазиального – ранга, формировавшихся в условиях перигляциального климата с подавленными хемогенными и органогенными процессами. Эти почвы формировались внутри стадиялов, их почвообразующие породы накапливались в фазы похолодания, а слабовыраженное почвообразование развивалось в межфазиальные

потепления. Покровные лессовидные суглинки в качестве почвообразующих пород для голоценовых почв формировались, по нашему мнению, в результате именно такой циклической смены процессов лито-, крио- и педогенеза. Следовательно, субэральные покровные лессовидные суглинки формировались в холодные отрезки ледникового времени в результате не только процессов осадконакопления, но и процессов межфазиального перигляциального (в основном мерзлотно-гидроморфного) почвообразования, некоторые признаки которого сохранились в профилях межфазиальных почв.

Поскольку каждый из циклов низкоранговых процессов развивался в несколько иных природных условиях, возникающие слои почвообразующих пород по свойствам также отличаются друг от друга. Таким образом, голоценовый педогенез наложился на регулярно слоистые почвообразующие толщи, в которых каждый из слоёв, прошедших через перигляциальное почвообразование, обладает некоторым собственным набором характеристик. Многие из таких характеристик сохраняются в голоценовых почвах.

При генетическом изучении палеопочв выполняется задача, обратная задаче актуального почвоведения, а именно: по свойствам древних почв определяются экологические условия их формирования. Исторически сложилось так, что в палеопедологии и палеогеографии основным реконструируемым фактором почвообразования является климатический. Интеграция результатов палеопочвенных исследований в общую систему палеоэкологической истории развития природного процесса позволяет проследить разноранговые изменения палеоландшафтов на протяжении позднечетвертичного времени и выделить разноранговые литоклиматические и педогенные циклы. При этом существующие кривые климатической изменчивости могут быть существенно уточнены.

#### Литература

1. Гугалинская Л.А., Алифанов В.М. Гипотетический литогенный профиль суглинистых почв центра Русской равнины. //Почвоведение. №1. 2000. С. 102-1137.
2. Гугалинская Л.А., Алифанов В.М. Позднеплейстоценовый морфолитогенез голоценовых почв центра Восточно-Европейской равнины//Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 66. – М.: ГЕОС, 2005. С. 33-41.

УДК 631.46:631.48:930.26

#### ИНТЕГРАЦИЯ ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ И АРХЕОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ КУРГАНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Т.С.Демкина, Т.Э.Хомутова, Н.Н.Каширская, А.В.Борисов

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,  
demkina@issp.serpukhov.su*

#### INTEGRATION OF SOIL MICROBIOLOGY AND ARCHAEOLOGY FOR STUDIES OF KURGANS OF THE STEPPE ZONE

T.S. Demkina, T.E. Khomutova, N.N. Kashirskaya, A.V. Borisov

*Institute of physicochemical and biological problems in soil science of the RAS*

Около 6000 лет назад у степных племен эпохи энеолита появился новый тип погребального обряда: над могильной ямой и окружающей ее поверхностью стал насыпаться холм из почвенно-грунтового материала. В отечественную научную литературу археологические памятники подобного рода вошли под названием «курганы». Нередко их именуют степными пирамидами. Традиция курганного погребального обряда сохранялась у населения бронзового (2-я половина IV - II тыс. до н.э.), раннежелезного (I тыс. до н.э. - IV в. н.э.) веков, раннего и развитого этапов средневековья (V - начало XV вв. н.э.). Уже не вызывает сомнений, что грунтовые погребальные памятники древней и средневековой истории одновременно являются и памятниками природы. Существующая хронология

археологических культур в рамках упомянутых исторических эпох дает возможность определить время сооружения того или иного памятника с точностью от 200-300 до 50 лет и менее. В пределах отдельной курганной группы, куда, как правило, входят разновозрастные памятники, можно исследовать достаточно длительный (до 5000-6000 лет) хроноряд, включающий палеопочвы целой серии временных срезов, нередко до пяти-шести и более. Это обеспечивает получение детального экспериментального материала для реконструкции истории развития почв и природной среды.

Характеристика микробного сообщества почвы относится к числу важнейших диагностических показателей, отражающих условия почвообразования. Проведенные микробиологические исследования подкурганных палеопочв сухих и пустынных степей Восточной Европы показали [2, 3 и др.], что в них до настоящего времени сохраняются микробные сообщества, существовавшие во время сооружения археологических памятников. Это подтверждено данными определения возраста [6] микробной фракции с использованием метода  $^{14}\text{C}$  атомной масс-спектрометрии. Время создания кургана, датируемое по археологическим материалам, совпадает с данными радиоуглеродного возраста микробной биомассы в горизонте А1 палеопочвы. Следовательно, характеристики микробных сообществ разновозрастных палеопочв должны отражать экологические условия той или иной исторической эпохи. Нами установлены микробиологические параметры, дающие контрастную характеристику микробного сообщества в степных палеопочвах в аридные и гумидные климатические периоды. К их числу относятся: (1) активная биомасса микроорганизмов [5]; (2) ее доля от Сорг почвы; (3) эколого-трофическая структура микробного сообщества (ПА:НА:БС), характеризующаяся соотношением микроорганизмов (в %), растущих на почвенном агаре и использующих элементы питания из рассеянного состояния (ПА), на нитритном агаре и потребляющие гумус (НА), на богатой органической среде и разлагающие растительные остатки (БС); (4) соотношение численности микроорганизмов, использующих легкодоступное органическое вещество – растительные остатки (БС) и труднодоступное – гумус (НА): БС/НА; (5) индекс олиготрофности (ПА/БС·100) [4], который характеризует способность микробного сообщества ассимилировать из рассеянного состояния зольные элементы питания, то есть, чем выше его значение, тем к более бедным условиям питания приспособлены почвенные микроорганизмы и, наоборот, чем ниже, - тем к более богатым условиям, связанным с большим поступлением в почву растительных остатков. Количественные характеристики состояния микробных сообществ, такие как значительная биомасса активных микроорганизмов и их высокая доля от Сорг почвы, преобладание в эколого-трофической структуре микроорганизмов, использующих легкодоступные органические вещества, высокие значения отношения численности микробов, использующих растительные остатки и гумус, низкие величины индекса олиготрофности дают основания говорить о возрастающем поступлении в почву растительной массы. Известно, что в засушливых областях, к каковым относится и исследованная территория Нижнего Поволжья, увеличение растительной массы прежде всего обусловлено повышением атмосферных осадков в тот или иной исторический период. Усиление же аридизации климата в масштабе исторического времени, напротив, приводит к снижению четырех первых показателей и увеличению пятого.

Используя методы почвенной микробиологии можно повысить достоверность проводимых пищевых реконструкций содержимого сосудов, полученных фосфатным методом [1]. Мы исходим из вполне обоснованного предположения, что в придонном грунте того или иного сосуда должны были сохраниться жизнеспособные специфические микроорганизмы, использующие в качестве основного питательного субстрата продукты различного происхождения: мясной бульон, молоко, растительный отвар либо другие. Учет численности специфических групп микроорганизмов проводится чашечным методом посева водной суспензии из придонного и контрольного грунтов на твердые питательные среды. Они готовятся соответственно из предполагаемого содержимого сосудов (мясной бульон, либо молоко, либо каша, либо растительный отвар и пр.), грунта и агара как отвердителя.

Всплеск относительной численности микроорганизмов в % от численности на почвенном агаре на той или иной среде по сравнению с контрольным вариантом будет характеризовать исходное содержимое сосуда.

Следовательно, для археологических исследований с помощью почвенной микробиологии можно получить возраст захоронения по  $^{14}\text{C}$  микробной фракции, реконструировать палеоклиматические условия и определить содержимое сосудов.

*Исследования проводились при поддержке РФФИ (проекты 14-04-00934 и 14-06-00200) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН (№ 18 и № 30).*

#### Литература

1. Демкин В.А., Демкина Т.С. О возможности определения погребальной пищи в керамических сосудах из курганов бронзового и раннежелезного веков // Этнографическое обозрение. 2000. №4. С. 73-81.
2. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Микробиологические исследования подкурганых палеопочв пустынно-степной зоны Волго-Донского междуречья // Почвоведение. 2004. № 7. С. 853-859.
3. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Микробные сообщества палеопочв археологических памятников пустынно-степной зоны // Почвоведение. 2000. № 9. С. 1117-1126.
4. Никитин Д.И., Никитина Э.С. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты бактерий (род *Bdellovibrio*). М.: Наука, 1978. 205 с.
5. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem. 1978. Vol. 10. №3. P. 215-221.
6. Demkina T.S., Khomutova T.E., Kashirskaya N.N. et al. Age and activation of microbial communities in soils under burial mounds and in recent surface soils of steppe zone // Eurasian Soil Science. 2008. Vol.41. № 13. P. 1439-1447.

УДК 101.1:316

#### НАУЧНО-ФИЛОСОФСКОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ДЕГРАДАЦИИ БИОСФЕРЫ И ЕЕ ПОЧВ

Е.А. Дергачева

*Брянский государственный технический университет, г.Брянск, [eadergacheva2013@yandex.ru](mailto:eadergacheva2013@yandex.ru)*

#### SCIENTIFIC AND PHILOSOPHICAL UNDERSTANDING OF GLOBAL DEGRADATION OF THE BIOSPHERE AND SOILS

Е.А. Dergacheva

*Bryansk State Technical University, Bryansk, [eadergacheva2013@yandex.ru](mailto:eadergacheva2013@yandex.ru)*

В современную эпоху научно-технического развития осуществляется общепланетарный процесс вытеснения естественного природного мира искусственным. Это является следствием деятельности социума в широком смысле слова и происходит в ходе развития новейших технологий, а также в результате интенсивного загрязнения биосферы отходами человеческой жизнедеятельности, функционирования техносферы (искусственной среды обитания), особенно ее химической составляющей и электронных полей. Искусственные компоненты с течением времени накапливаются в природе, включаются в глобальный круговорот веществ, изменяют его. Техногенность (и в целом современный техногенез социоприродного развития) – это характеристика, указывающая на существенные изменения биогеохимических биосферных процессов и циклов за счет массового внедрения в них небiosферных, синтезированных человеком искусственных элементов (веществ), большинство из которых оказывают различного уровня негативные воздействия на естественную природу, ее живые

организмы и человека. Глобализирующийся техногенный социум с помощью техносферы, ее технических средств воздействует на природу и создает биотехнологические, генномодифицированные, клонированные организмы. Данные формы жизни являются уже техногенными. Всемирные техногенные трансформации, усиливающиеся особенно на рубеже XX–XXI веков, обуславливают, как показывают факты, необратимые изменения на планете. Это заставляет задуматься о пределах жизнеспособности биосферы как общего дома для всех ее биологических и социальных организмов. Этот общий «дом» изменяется вследствие процессов социотехноприродной глобализации [2].

Биосфера предоставляет универсализирующемуся обществу широкий спектр природных услуг, среди которых – поддержание относительного качественного постоянства естественной природной среды жизнедеятельности, климата, сохранение химического состава процессов почвообразования, самоочистки загрязнений, биологического разнообразия, циркуляции питательных веществ и др. Расширение техногенности происходит за счет все более интенсивного использования и трансформации не только биологических организмов, но и созданного ими природного окружения биосферы, составляющих основу ее вековой эволюции. В результате – снижается способность естественной природы к саморегуляции.

Несмотря на потребность универсализирующегося техногенного общества в расширении техносферы, ее услуги, включающие и экологические технологии по воссозданию технобиосферы, пока еще не способны в полном объеме заменить функции естественной природы. Развитие техносферы (а вместе с ним – экономический рост и научно-технический прогресс) неизбежно происходит за счет расходования ресурсов естественной природы. Противостояние между социально создаваемой техносферой и трансформируемой биосферой превращается в глобальную проблему, поскольку рост искусственного мира неизбежно происходит за счет изменения (а не сохранения) естественного природного мира и свойственных ему форм жизни, даже при условии развития экологических технологий.

В результате технологизации сельского хозяйства, подкрепляемой деятельностью ТНК развитых и развивающихся стран, осуществляется широкомасштабная техногенная трансформация (по сути, техносферизация) биосферы. Техногенные социоприродные процессы охватывают основную структурную составляющую биосферы – ее почвы. Этот тонкий слой земли составляет основу всех биосферных жизненных процессов. Как подчеркивает Г.В. Добровольский, в почвах и на почвах обитает свыше 90% всех биосферных организмов – растений и животных. Весь этот сложно организованный и насыщенный жизнью мир почв создает многообразие экологических условий для проживающих в нем существ, продуцирует практически всю биомассу биосферы, а его (мира почв) плодородие обеспечивает население Земли свыше 90% объема всех продуктов питания [3]. Почвы выступают связующим звеном глобального биогеохимического круговорота веществ между всеми оболочками планеты и живыми организмами, то есть являются условием поддержания стабильности биосферы и фактором биологической эволюции. Но этот каркас естественной природы, поддерживающий биологическую и социальную жизнь на Земле, находится под угрозой уничтожения. Так, современные темпы деградации почв в тридцать раз превышают среднеисторические масштабы, а оставшихся для ведения сельского хозяйства земель хватит, по-видимому, на полтора столетия. Площадь современных пахотных земель составляет примерно 1,5 млрд га, столько же остаются нетронутыми [4]. Применение агротехнологий сопровождается истощением гумуса и потерей плодородия почв, их засолением, химическим загрязнением, техногенным опустыниванием, некомпенсируемым выносом питательных элементов почвы вместе с урожаем (как элементов питания растений, животных и человека), отчуждением под техногенные грунты в процессе урбанизации, то есть убылью пахотных земель.

В глобальном техногенном разрушении почв кроется потенциал, губительный для существования биосферной жизни, а заодно и общества в целом. Как справедливо отмечает

Э.С. Демиденко, человечество постепенно замещает естественный биосферно-биотический круговорот веществ на планете социально-биотическим, во многом техногенным, что приводит к утрате самого ценного на Земле – биосферно-биологического вещества (живого и биогенного). Эти вещества составляют основу жизни человека [1]. Происходящие в почвах глубинные процессы деградации ограничивают дальнейший рост урожайности. Эти тенденции в совокупности с сокращением доступных технологий роста производительности приводят к тому, что некоторые страны выводят из оборота посевные площади, уменьшают производство растительных культур, их экспорт. Более того, возможности роста урожаев на основе расширения посевов трансгенных культур и научных открытий новых агротехнологий также весьма ограничены.

Таким образом, технократическая рыночно-ориентированная рационализация социумом природы и ее почв оказывается недостаточно продуманной, неразумной и, наряду с ускорением мировых процессов и улучшением условий жизнедеятельности социума, приводит к распространению негативных, разрушительных трансформаций биосферной жизни. В совокупности планетарное системное взаимодействие социальных, техносферных и природно-биологических процессов определяет изменение характера социоприродной жизни на Земле с естественной на техногенную и даже нарастающую искусственную. Глобальные процессы и проблемы, разворачивающиеся в последние три столетия техногенного социоприродного развития, пока что глубоко не изучены ни философией, ни наукой, что не позволяет охватить разумом перспективы нового этапа эволюции жизни на Земле, включить эти вопросы в сферу рассмотрения теорий устойчивого социоприродного развития.

#### Литература

1. Демиденко Э.С. О философии почвенного покрова и социально-биотическом круговороте веществ // Использование и охрана природных ресурсов России: бюллетень. 2014. №3. С.102-109.
2. Дергачева Е.А. Концепция социотехноприродной глобализации: междисциплинарный анализ. М: Ленанд / URSS, 2016. 256 с.
3. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза экологического кризиса // Век глобализации. 2008. №2. С.61, 63.
4. Строганова М.Н. Земельные ресурсы мира // Глобалистика: Энциклопедия. М., 2003. С.351-353.

УДК 631.4

#### ПОЙМЕННЫЕ ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ДОЛИН СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ И ИХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ

Д. Доржготов<sup>1</sup>, П.Н. Балабко<sup>2</sup>, Р. Баатар<sup>1</sup>, О. Батхишиг<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт географии АН МНР

<sup>2</sup>Факультет почвоведения МГУ, г. Москва

#### FLOODPLAIN SOILS OF RIVER VALLEYS OF NORTH MONGOLIA AND THEIR MULTIFUNCTIONAL ROLE

D. Dorzhgotov, P.N. Balabko, R. Baator, O. Bathishig

<sup>1</sup>Institute of geograohy of AS MPR

<sup>2</sup>Soil science faculty of MSU

Под руководством академика РАН Г.В.Добровольского нами исследованы пойменные почвы долинах рек Северной Монголии (рр. Орхон, Тола, Еро, Хара, Селенга).

Детальные исследования морфологии, свойств и режимов пойменных почв долины реки Орхон проводились на Луговом стационаре “Шаамар” учеными совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции.

По физико-географическому районированию исследуемый район относится к подрайону средневысоких гор бассейна Селенги и Орхона Хангайско-Хэнтэйской горной



области. Территория, прилегающая к долине реки, холмисто-сопочная. Долина реки Орхон представляет собой чередование сужений до 1 км и расширений до 10-15 км. Ширина поймы колеблется от 100 м до 5 км. В нижнем течении Орхона пойма затопливается один раз в 8-10 лет.

По типу минерализации вода р. Орхон относится к гидрокарбонатному классу, содержание солей в ней изменяется в течение года в пределах от 147,4 мг/л в июле до 244,5 мг/л в мае.

Поскольку исток реки Орхон и ее притоков Еро, Хары, Толы находятся в горах, то в составе аллювия и почв присутствуют обломки магматических и метаморфических пород, кварц, полевые шпаты, слюды, карбонаты.

Климат Северной Монголии резкоконтинентальный. Зима холодная, малоснежная, среднемесячная температура января равна  $-23,7^{\circ}\text{C}$ . Следствием суровой зимы и малой мощности снежного покрова является глубокое и на длительный срок промерзание почв. Вследствие криогенных процессов формируется мелкобугристый (20-40 см) и крупнобугристый (0,8-1,0 м) рельеф. Бугристый рельеф затрудняет или исключает механизированную заготовку кормов. В профиле болотных и луговых длительнопромерзающих почв отчетливо выражены гумусовые затеки, извилистые гумусовые полосы и другие признаки криогенеза.

Растительный покров поймы чрезвычайно разнообразен: в приустьевье формируются кустарниково-ивовые и тополево-ивовые уремы; в центральной пойме распространены экосистемы настоящих разнотравно-злаковых лугов; в понижениях центральной и притеррасной поймы доминируют разнотравно-осоковые, осоково-хвощевые, осоково-вейниковые и осоковые сообщества.

Почвенный покров поймы реки Орхон представлен аллювиальными дерновыми, аллювиальными луговыми и аллювиальными болотными почвами.

Аллювиальные дерновые насыщенные почвы (рНводн. 7,2-7,3) занимают самые высокие позиции рельефа поймы – современные и древние приустьевые валы.

Они характеризуются малой мощностью гумусового горизонта (A+AB – 20-30 см), содержание гумуса – 1,8-2,4 %. Гумусовые горизонты дерновых почв имеют легкосуглинистый гранулометрический состав, преобладающей фракцией является песчаная (85-90%), крупной пыли 50-20%, ила 7-17%, в нижней части профиля отмечается резкое облегчение гранулометрического состава до связного песка. Большинство аллювиальных дерновых почв имеют слоистое сложение. Эти почвы низко обеспечены подвижными формами азота, фосфора и калия при довольно высоком содержании валового фосфора (0,11-0,16%) и калия (2,7-3,2%). Аллювиальные дерновые почвы легко разрушаются копытными животными, водным потоком, поэтому они должны использоваться в режиме сенокоса и защитных лесополос.

Аллювиальные луговые насыщенные почвы (рНводн. 7,2-7,9) формируются преимущественно в центральной равнинной части поймы в условиях нормального атмосферно-грунтового увлажнения под мезофитно-разнотравными лугами. Профиль луговых почв довольно мощный (A+B = 40-70 см), содержание гумуса 6,3-8,6%. Большинство луговых почв имеют тяжелосуглинистый гранулометрический состав верхней толщи (содержание песчаной фракции 20-40%, крупной пыли 20-40%, ила 17-20%) и легкосуглинистый – с глубины 70-100 см. Хорошую агрегированность, зернистую структуру луговым почвам обеспечивают агрегаты размером 1-3 мм (60%). Эти почвы имеют благоприятные показатели по обеспеченности элементами питания растений.

Аллювиальные болотные иловато-торфянисто-глеевые насыщенные (рНводн. 7,0-7,1) формируются в условиях избыточного грунтового увлажнения в притеррасной части поймы. Почвы длительное время находятся в мерзлом состоянии, медленно оттаивают, насыщены влагой, влага подпирается мерзлотой, которая сохраняется до конца лета. Содержание гумуса высокое (7-10%). По гранулометрическому составу болотные почвы

тяжелосуглинистые (мелкий песок 5-10%, крупная пыль составляет 30-40%, содержание илистой фракции достигает 40-55%).

Существенные различия в свойствах исследованных почв требуют дифференцированного подхода: дерновые почвы требуют посадки древесной растительности, болотные почвы должны выполнять роль геохимического барьера, луговые почвы необходимо использовать под сенокосы и пастбища.

Почвы и почвенный покров пойм рек Северной Монголии выполняют многие функции: задерживают сток элементов-загрязнителей в воды долины реки Селенги и озеро Байкал; жизненное пространство многочисленной флоры и фауны; аккумуляция элементов питания растений; сенокосы и пастбища; благоприятные условия для выращивания овощей и картофеля.

В настоящее время экосистемы долин рек Северной части Монголии нарушены незначительно, но есть очаги дигрессии пастбищ и нарушение верхних горизонтов почв на стоянках и прогонах скота, у зимников и кошар, вокруг юрт, имеет место линейная эрозия вдоль дорог, дефляция и эрозия распаханых почв.

Глеб Всеволодович неоднократно приезжал в Монголию в качестве консультанта сотрудников Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции и научного консультанта по докторской диссертации Д. Доржготова.

УДК 303.4 502.08 504.03 631.4

#### ГОРОДСКАЯ СРЕДА, ПОЧВЫ И НОВОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

Г.С. Ерёмкин\*, А.Н. Демидова\*\*, А.В. Раппопорт\*\*, Е.В. Горбатовская\*\*\*,  
Д.Н. Кавтарадзе\*\*\*

*\*Биологический факультет МГУ, Московское общество испытателей природы  
\*\*Ботанический сад МГУ*

*\*\*\*Факультет Государственного управления МГУ*

#### URBAN ENVIRONMENT, SOIL AND NEW METHODOICAL GUIDE FOR THEIR STUDY

G.S.Yeriomkin\*, A.N. Demidova\*\*, A.V. Rappoport\*\*, E.V. Gorbatovskaya\*\*\*,  
D.N.Kavtaradze\*\*\*

*\*Biological faculty MSU, Moscow Society of Naturalists*

*\*\*Botanical garden MSU*

*\*\*\*School of Public Administration MSU*

Широта интересов Г.В. Добровольского включала поддержку исследований новых проблем в самом начале их возникновения. Это позволило совместно проводить междисциплинарные исследования почвоведов, биологов, социологов, географов, экономистов. Программа «Экополис», начатая в 1979 г. в наукограде Пущино, дала основу для разработки, применения методик по широкому спектру проблем экологии, городских почв, и урбиомов в целом.

С тех пор прошло много лет, пришло время для обобщений [1], одним из которых стала подготовка руководства «Методы изучения городской среды: экологические и социально-психологические аспекты» [2]. Основой для него послужили Международные конференции по программе «Экополис» [3], семинары по экополису, проходившие на биологическом факультете МГУ. Работа над руководством была начата Д.Н. Кавтарадзе и В.С. Фридманом в 2003 году; впоследствии, после некоторого перерыва, она была продолжена в 2013 году Д.Н. Кавтарадзе, В.А. Волковым, и Е.А. Горбатовской. Общая научная редакция осуществлена Д.Н. Кавтарадзе, рецензентами методических статей выступили: А.Н. Демидова (ботанические методы изучения городской среды), Г.С. Ерёмкин (зоологические методы изучения городской среды), Т.А. Зубкова (методы исследования городских почв), Т.М. Максимова (здоровье человека в городе). Техническая подготовка

руководства к печати осуществлена Г.С. Ерёмкиным и Р.А. Касимовым. Задача руководства – объединить отдельные методики изучения городской среды в группы по академическим дисциплинам и на их основе предложить блоки (комплексы), модули изучения города с целью мотивировать к принятию решений административные органы. Составители стремились объединить методический опыт специалистов различных ВУЗ-ов, НИИ, НПО, получивших широкую практику в последние 25 лет.

**Ботанические материалы** представлены тремя большими разделами. В первый вошли работы, описывающие флористические методы изучения городских растительных сообществ: одна – обзорного характера, затрагивающая историю изучения городских флор на территории России (М.Е. Игнатьева с соавт.), и две – более специальные: по формированию списков редких и охраняемых видов растений урбанизированных регионов (Ю.А. Насимович) и по антропопереносности флоры (А.В. Чичёв). Во втором разделе представлены физиологические и фитоиндикационные методы. Спектр представленных здесь методик – разнообразен: клональное размножение (А.А. Криницына с соавт.), изучение хромосомных aberrаций (Е.Р. Нанушьян), аэропалинология (С.В. Полева, Е.В. Северова), флуктуирующая асимметрия (О.А. Савватеева с соавт., А.Л. Мурсалова), оценка уровня восстановленных ассимилятов (О.А. Неверова), гистохимия (Н.В. Прохорова), флуоресценция хлорофилла (Ю.С. Григорьев, Д.Н. Андреев) и другие. Несколько работ (М.Д. Уфимцевой и Н.В. Терёхиной, М.А. Живетьева с соавт., Л.М. Кавеленовой) представляют оптимизированные комплексные фитоиндикационные методики. Работа Д.В. Зеферта и И.В. Овсянниковой показывает, как можно использовать фитоиндикацию при мониторинге городской среды силами школьников. Наконец третий ботанический раздел рассказывает о том, какими методами можно пользоваться для оценки состояния зелёных насаждений в городе. Обзорный характер имеют публикации Л.П. и С.Л. Рысиных, Л.Н. Ковригиной и Л.О. Петункиной. Более специальный характер свойственен работам А.В. Пугачевского и А.А. Моложавского, А.И. Лахидова и Е.Н. Григорьевой: эти авторы разбирают, в частности, вопрос о повреждении растений насекомыми. Оригинальную методику зонирования лесных массивов, выделения деградирующих насаждений по густоте дорожно-тропиночной сети представляют статьи Ю.А. Насимовича и В.А. Романовой. Работы Ю.А. Насимовича и А.И. Попова затрагивают также практические вопросы проектирования и биологической коррекции городских зелёных насаждений.

**Зоологические методики**, вошедшие в руководство, делятся на работы общего и частного характера. Наиболее общие вопросы методических подходов к изучению животных в городе рассматриваются в публикациях И.А. Жигарева и Р.О. Бутовского. Организацию мониторинга городской фауны подробно разбирают А.Е. Луговой (Ужгород) и А.В. Рыжая (Гродно). Более специальные работы посвящены отдельным группам животных. Методам сбора и изучения почвенных беспозвоночных посвящена статья Е.Г. Королёвой, генетическим методам оценки состояния популяций некоторых видов животных – статья В.М. Макеевой с соавт. Специальные работы анализируют изучение в городской среде тлей (А.И. Лахидов, Д.В. Кузьминов), бабочек (Н.И. Еремеева, Д.В. Сущёв), муравьёв (Н.И. Еремеева, С.В. Сорокина), кровососущих комаров (Г.Н. Горностаев, Г.В. Фарафонова). Среди позвоночных животных – в сборнике имеются статьи, посвящённые изучению земноводных (О.А. Леонтьева с соавт., Д.Г. Замалетдинов), птиц (К.В. Авилова с соавт., Н.А. Супранкова, В.В. Корбут, А.Г. Резанов) и синантропных грызунов (Н.Н. Мешкова и Д.Н. Кавтарадзе). Методики позволяют выявить связь амфибий и водоплавающих птиц с состоянием городских водоёмов, индикатором состояния которых они могут быть, а виды лесных местообитаний – оказываются объектом, к которому могут быть приложимы теоретические положения островной биогеографии. При изучении закономерностей

распространения синантропных грызунов – хорошие результаты дают методы анкетных опросов населения.

Комплексной оценке **городских почв** посвящены статьи М.Н. Строгановой с соавт., А.В. Смагина с соавт., Е.М. Жевелёвой. Работа Т.В. Прокофьевой с соавт. имеет выход на географический, картографический аспект. Эти работы важны в связи с городскими растительными сообществами, для понимания их размещения и устойчивости. Более специальный характер носят работы А.В. Раппопорта (посвящена специально почвам ботанических садов), И.О. Плехановой и О.В. Лопухиной, Т.В. Бардиной и М.В. Чугуновой (посвящённые разным аспектам загрязнения почв). Микробиологическим аспектам изучения почв в городе посвящён обзор Л.В. Лысак; специальный метод определения токсичности почвы по активности бактерий описывают Е.В. Плешакова и А.Ю. Беляков. Важные моменты воздействия противогололёдных солей на придорожные почвы обсуждают Е.И. Александровская и В.И. Мазепова. Особняком стоит работа А.О. Алексеева о магнитных свойствах почв, экологическое значение которых может быть значительным, но ещё не вполне изучено.

Вопросы **обобщения данных исследований городской среды** разбираются в работе А.В. Смурова. Опыт показывает, что оно может быть проведено как в рамках более или менее традиционных дисциплин, например – гидробиологии (работы Г.С. Розенберга с соавт., Ю.С. Григорьева с соавт.), физиологии (работа А.Е. Скрипникова с соавт.), геохимии (работа Е.М. Никифоровой с соавт.), геологической экологии (работа С.А. Герасимовича, М.С. Мотовиловой с соавт.), рекреационной экологии (работа Ю.В. Добрушина с соавт.). Такие, разработанные «на стыке» естественных и гуманитарных (экономических, юридических) дисциплин, методики в нашем руководстве представлены в статьях О.Е. Медведевой с соавт., О.А. Савватеевой с соавт., В.Н. Сидоренко.

Организации информационного пространства в области городской экологии посвящены статьи Н.И. Зеленцовой и И.К. Невечери, В.А. Никулина, Ф.И. Хакимова, А.Г. Ганжи, Л.Я. Герцберг и Е.В. Будиловой. Методические подходы к интегральной оценке состояния городской среды – анализируют Н.М. Мингазова и Р.И. Замалетдинов, экологически ориентированные локальные стратегии развития – И.А. Халий, значение краеведения для изучения городской природы – Ю.А. Насимович.

Природоохранным моментам, связанным с биоразнообразием, ценными природными объектами и территориями связаны ещё две публикации Ю.А. Насимовича, методы построения экологического каркаса на конкретных примерах разбирают Д.М. Очагов с соавт., проблему прокладки экологических троп на ООПТ – В.П. Чижова, методы комплексной диагностики антропогенной трансформации особо охраняемых природных территорий – Д.Н. Андреев. К этой группе работ можно отнести также публикации экономиста О.Е. Медведевой и юриста В.Н. Сидоренко. К практическим аспектам городской экологии имеет отношение и оригинальный метод получения биотоплива из городских отходов Н.М. Щегольковой.

Отдельным разделом в руководстве выделены статьи, посвящённые экологическому значению автодорог. Они разнообразны: от методов учёта животных, погибших при движении автотранспорта (Е.Г. Королёва), фитотестирования воздействия противогололёдных реагентов (В.В. Мурашёв) до изменения природно-ресурсного потенциала региона под воздействием автомобильного транспорта (Ю.В. Трофименко), экономической оценки ущерба, причиняемого природе при строительстве автодорог (О.Е. Медведева с соавт.) и значения общественных слушаний при осуществлении автотранспортных проектов (И.Б. Курденкова).

Проблемы биоразнообразия в городской среде не могут быть увязаны с социальными моментами без экологического просвещения. Эта ключевая область представлена в нашем руководстве публикациями М.П. Шилова с соавт., С.В. Багоцкого, И.Н. Рыжова. В работе В.А. Волкова с соавт. представлен опыт комплексного геоэкологического мониторинга, проводимого силами школьников.

Медики, признавая значимость особенностей среды для показателей здоровья населения, в большинстве случаев не занимаются конкретным изучением этих механизмов. В нашем руководстве этот пробел мы пытаемся заполнить работами специалистов по математической статистике (А.П. Левич с соавт.), антропологов (М.А. Негашева), микробиологов (А.А. Троценко с соавт.), иммунологов (Н.Г. Арцимович), социологов (Ф.И. Ингель с соавт.). Оригинальную простую (доступную даже школьникам) методику оценки качества жилища с экологических позиций разработали А.В. Колосков и А.Ф. Гордова.

Наконец, психологические работы по восприятию городской среды жителями представлены публикациями Д.А. Леонтьева, Г.В. Аكوпова с соавт., П.Н. Виноградова с соавт., С.Р. Гариповой, С.Э. Габидуиной, А.Ю. Вырва. При этом анализируются как природный, так и архитектурный аспекты образа города в их взаимодействии. В заключение, составители помещают в руководстве методологическую статью ветерана программы «Экополис» О.Н. Яницкого, посвящённую методическим аспектам анализа «зелёного движения», как социального явления, и оригинальную социологическую методику изучения использования пространства жителями Москвы, разработанную П.М. Степанцовым и К.Ю. Пузановым.

#### Литература

1. *Кавтарадзе Д.Н.* Урбанизация биосферы. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация, выпуск № 7. М., 2005. 37 с.
2. «Руководство по изучению городской среды. Экологические и социально-психологические аспекты». Пилотный выпуск. Под ред. Д.Н. Кавтарадзе. М., 2015. Электронный оптический диск (CD-ROM). ISBN 978-5-9904587-7-2.
3. «Экополис – 2000»: экология и устойчивое развитие города. Материалы III Международной конференции 24-25 ноября 2000 г. Сост. Д.Н. Кавтарадзе, В.С. Фридман. 322 с. [имеется также репринтный электронный оптический диск (CD-ROM), издание ФГУ МГУ. М., 2013. ISBN 978-5-9904587-1-0]

ПОЛИГЕНЕЗ НИЖНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО  
ДОНА И ИХ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

С.А. Иноземцев\*, А.С. Тесаков\*\*

\*ООО «ТехноТерра», Санкт-Петербург, *microsoil@yandex.ru*,\*\*Геологический институт РАН, Москва, *tesak@ginras.ru*POLYGENESIS OF LOWER PLEISTOCENE PALEOSOLS IN LOWER DON AREA AND  
THEIR PALEO GEOGRAPHIC INTERPRETATION

S.A. Inozemtsev\*, A.S. Tesakov\*\*

\*LLC «TehnoTerra», St. Petersburg, Russia

\*\*Geological institute RAS, Moscow, Russia

Временная динамика педогенеза на территории нижнего Дона в раннем плейстоцене записана в смене палеопочв от синседиментационных с ведущими процессами преобразования карбонатов и до полноразвитых полигенетических палеопочв хорошо сохранившихся в заполнениях палеодолин.

Выполнен подробный анализ полигенетической нижнеплейстоценовой палеопочвы из геологического разреза Саркел на юго-западном абразионном берегу Цимлянского водохранилища [1, 2]. В исследованном разрезе палеопочвенный профиль подстилается слоями аллювиальных песков русловой фации и перекрывается суглинистыми покровными отложениями содержащими современную почву. В целом, наблюдаемые отложения представляют собой аллювиально-субаэральный цикл заполнения погребенной долины, которая была боковым притоком палео-Дона. Время формирования палеопочвы относится к окончанию цикла седиментации и существования палеодолины. Совокупность методов позволяет датировать саркельский аллювиально-субаэральный седиментационный цикл второй половиной раннего плейстоцена в интервале 1,2 – 1,0 млн лет.

Полигенез палеопочвы прочитывается по широкому спектру карбонатных, железисто-марганцовых и глинистых новообразований, а также разнообразию форм поверхности зерен пылевато-песчаной фракции скелета. Наибольшим разнообразием характеризуются карбонатные новообразования. В горизонте B1g,ca карбонаты образуют псевдомицелий заполняющий внутриагрегатную массу вокруг тонких пор, рыхлые округлые журавчиками и белоглазку. Разнообразие форм новообразований постепенно меняется с глубиной и в горизонте B2g,ca карбонаты представлены только в виде мелких плотных нодулей, а в горизонте B3g,ca опять появляется карбонатный псевдомицелий. Разнообразие и сложное распределение новообразований карбонатов в профиле является свидетельством миграции и перераспределения карбонатов в почвенном профиле, этапов различных уровней поднятия капиллярной каймы грунтовых вод, а так же этапов с различной глубиной промачивания профиля. Карбонатный профиль палеопочвы записал климат с периодическими контрастными этапами увлажнения.

В горизонтах B2t,g, B2g,ca хорошо развиты кутаны, которые макроморфологически в профиле выделяются по бурой и шоколадной окраске. Наблюдения в шлифах показывают, что диагностируется два типа кутан - глинистые и железисто-глинистые. Кутаны как правило не слоистые и занимают участки внутриагрегатной массы близкие к поверхности пор и трещин, в отдельных случаях участки кутан включены в основную массу.

Полигенез наиболее ярко проявляется в соотношении карбонатного и кутанного профилей палеопочвы. Карбонатные аккумуляции чаще перекрывают и частично пропитывают глинистые кутаны. Наблюдаются и противоположные случаи, когда тонкие глинистые кутаны залегают на карбонатных новообразованиях. Кутаный и карбонатный профили палеопочвы формировались в разное время. Первоначально сформировались глинистые кутаны, а затем комплекс карбонатных новообразований, которые частично перекрывали глинистые кутаны. Сложное пространственное соотношение глинистых и карбонатных новообразований является записью последовательных фаз промывного водного

режима с развитием процессов перераспределения глины и периодически-промывного или непромывного водного режима с формированием карбонатного профиля.

Микроморфологические исследования зерен песчаной и крупнопылеватой размерности, позволяет говорить о существенном развитии внутрипочвенного выветривания. На поверхности зерен полевых шпатов наблюдаются фигуры травления относительно невысокой степени развития. Наличие фигур травления на полевых шпатах и слабая дифференцированность профиля по валовому составу, позволяют реконструировать начальные стадии развитие внутрипочвенного выветривания.

#### Литература

1. Додонов А.Е., Тесаков А.С., Титов В.В., Иноземцев С.А., Симакова А.Н., Никольский П.А., Трубихин В.М. 2007. Новые данные по стратиграфии плиоцен-четвертичных отложений низовьев Дона, разрезы побережья Цимлянского водохранилища / В кн. Геологические события неогена и квартера России: современное состояние стратиграфических схем и палеогеографические реконструкции (Ю.Б. Гладенков, ред.). ГЕОС. Москва, С. 43-53.
2. Tesakov A.S. Early Pleistocene mammalian fauna of Sarkel (Lower Don River area, Russia): mole voles (Ellobiusini, Rodentia) // Russian Journal of Theriology, vol. 7, no. 2, P. 81-88.

УДК 631.481

#### ДИСТАНЦИОННАЯ ПРОГРАММА ДОВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МИР ГЕОГРАФИИ» КАК СПОСОБ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЗНАНИЙ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ СРЕДИ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ

Л.Б. Исаченкова, Н.А. Алексеенко

*МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва, isalida@mail.ru*

#### REMOTE PROGRAM OF PRE-UNIVERSITY EDUCATION «THE WORLD OF GEOGRAPHY» AS A WAY TO PROMOTE KNOWLEDGE ON SOIL SCIENCE AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

L.B. Isachenkova, N.A. Alexeenko

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

Учитывая важность развития массового школьного экологического образования на современном этапе, необходимость распространения знаний преподавателей ведущего ВУЗа страны, возможности, которые предоставляет сеть Интернет, географический факультет в рамках проекта МГУ имени М.В.Ломоносова «Инновационный университет» открыл первым среди всех факультетов программу довузовского образования «Мир географии», ориентированную на подготовку школьников 9-11 классов, проживающих в любой стране мира и знающих в определённом объёме русский язык (<http://www.mirgeograf.ru>).

Учебный план программы во многом следует плану очной Школы юных географов (ЮНГ) при географическом факультете и включает такие предметы как: гидрология, метеорология, ландшафтоведение, почвоведение, история географических открытий, гляциология и др. Программа включает информацию и данные, существенно детализирующие школьный курс.

В школе ЮНГ накоплен большой опыт по разработке учебно-методического и практического обеспечения процесса обучения школьников 9-11 классов основам различных географических дисциплин, базирующихся на экологическом подходе. Курсы лекций разрабатывали ведущие преподаватели и научные сотрудники факультета.

В программе «Мир географии» имеются следующие инструменты *для учащихся*, предоставляемые системой дистанционного обучения:

- параметры пользователя: наличие личного кабинета, где пользователь имеет просматривать всю личную статистику по изучаемым предметам (сданные контрольные, успеваемость);

- доступ к текущим лекциям, контрольным и дополнительным материалам обучения;

- возможность задать вопрос через страничку FAQ, либо отправив электронное письмо на адрес администратора;

- на время проведения on-line конференции конкретным преподавателем пользователь имеет доступ к данной конференции, участвует, задавая вопросы преподавателю и наблюдая ход конференции на экране своего монитора;

- форум: зарегистрированные пользователи имеют возможность находиться в форуме и участвовать в обсуждении интересующих их тем в кругу единомышленников.

Программа помогает ликвидировать проблемы в экологическом образовании по многим предметам, которым практически не уделяется внимания в школе, в том числе и по почвоведению.

Блок почвоведение состоит из двух частей: лекционной (9 лекций) и опросной. В основу лекций, где представлены основные теоретические положения курса, легли материалы, предложенные в учебниках по почвоведению Г.В. Добровольским, Урусевской, А.Н. Геннадьевым и М.А. Глазовской. Первая лекция посвящена истории развития научной дисциплины, где в хронологической последовательности рассматриваются основные этапы становления науки почвоведения. Отдельная лекция посвящена подробному описанию Докучаевского учения о почвообразовании и его значению в развитии почвоведения и географии. В последующих двух лекциях подробно рассмотрены пять основных факторов почвообразования: почвообразующие породы, биологический фактор, климат, рельеф, время. Особое внимание в лекциях обращается на типы водного режима почв. В представленных материалах лекции пять описывается процесс почвообразования и его главные составляющие – элементарные почвообразовательные процессы: первичное почвообразование, оглинение, латеризация, гумусонакопление, торфонакопление, солончаковый и солонцовый процессы, оглеение, выщелачивание, оподзоливание. В лекции шесть рассматриваются генетические горизонты и основные свойства почв: морфологические (цвет, окраска, влажность, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования и включения), химические и физико-химические (гумус, валовой химический состав, гранулометрический состав, реакция почвенного раствора, почвенный поглощающий комплекс, содержание карбонатов и легкорастворимых солей). Лекция семь посвящена главным закономерностям в географии почв: горизонтальной зональности и вертикальной поясности. Отдельная часть лекции посвящена факторам и закономерностям географического распространения почв на Русской равнине. В двух последних лекциях довольно подробно рассматриваются почвы гумидных (тундровые, болотные, подзолистые) и аридных (черноземы, каштановые, бурые пустынно-степные и серо-бурые почвы пустынь, солонцы, солончаки, солоди) территорий. В материалах этих лекций можно найти информацию о распространении, факторах почвообразования конкретных почв, познакомиться с их морфологическим профилем и основными свойствами. Предложенные лекции содержат значительное количество иллюстративного материала в виде карт и таблиц, которые позволяют школьникам лучше усвоить предложенных материал. Каждая лекция завершается набором вопросов (10 – 15), ответы на которые можно найти в лекционном материале. Предлагаются вопросы двух типов: тестовые (из предложенных ответов выбрать правильные, или назвать правильный ответ) и открытые (описать те или иные явления, процессы). Оценка ответов дается преподавателем по десятибалльной системе. Кроме оценки, преподаватель имеет возможность прокомментировать ответ школьника, или дать рекомендации.

Программа «Мир географии» с использованием современных дистанционных методов позволяет ученикам и учителям российских школ, независимо от их местоположения, познакомиться лучше и легче с таким сложным природным телом, как почвы.



ФИТОТРОН +

Д.Н. Кавтарадзе\*, Л.Н. Иваненко\*\*, П.В. Крот\*\*\*

\* ФГУ МГУ г. Москва, [kavtaradze@spa.msu.ru](mailto:kavtaradze@spa.msu.ru)

\*\* Украина, Киев, [leonid.ivanenko@gmail.com](mailto:leonid.ivanenko@gmail.com)

\*\*\* Зеленоград, [krotpv@gmail.com](mailto:krotpv@gmail.com)

PHYTOTHRONE+

D.N. Kavtaradze\*, L.N. Ivanenko\*\*, P.V. Krot\*\*\*

\*School of public administration MSU

\*\* Ukraine, Kiev, pensioner

\*\*\* Moscow Institute Electronic Technology

Агропромышленный комплекс (АГП) - сложная социально-экономическая система, ядром которого является сельское хозяйство, включающее растениеводство, животноводство, фермерские хозяйства, личные подсобные хозяйства и т. д. Обеспечение работы АГП требует объединения научного знания и его комплексного применения.

Потребность в методах объединения собственно научного знания различных наук: почвоведения, агрономии, экологии и управленческих дисциплин, которые обеспечивают экономическую состоятельность всего агропромышленного комплекса рыночного хозяйства, нарастает и в университетском классическом образовании.

Разобщенность отдельных вузов и факультетов, на которых студенты получают знания по этим дисциплинам, приводит к отрывочности, фрагментарности целостной картины всей системы хозяйственных, экономических механизмов и устойчивого кадрового обеспечения агропромышленного комплекса.

Для системного и кадрового обеспечения эффективности аграрного сектора, а сегодня и продовольственной безопасности, была разработана управленческая имитационная модель «Кибернетический фитотрон» в 80-гг. прошлого века Л.Н. Иваненко в Киеве (ИК АН УССР) и дважды (1980, 1984-85) проведена на украинском телевидении [1, 2, 4, 8].

Модель отвечала понятию «деловая игра» и с двадцатилетним опережением имитировала рыночную экономику на примере фермерского агрономического производства. В телевизионном варианте было проведено 20 передач, организована переписка с участниками почтовыми сообщениями, т.е. индивидуальное сопровождение каждого участника, включая почтовый отклик-распечатку на хозяйственные решения [2,7]. Этот беспрецедентный телевизионный «агроликбез» осуществлен Л.Н.Иваненко 35 лет назад и, к сожалению, не повторен до сих пор.

В 2014 г. программист П.В. Крот создал римейк «Кибернетического фитотрона» - «Фитотрон +» с методическими дополнениями (систематизацией управленческих решений). Эта работа была инициирована и поддержана Д.Н. Кавтарадзе и проведена при постоянных консультациях с Л.Н. Иваненко. Испытания «Фитотрона +» проведены на базе ФГУ МГУ имени М.В. Ломоносова [3].

Эколого-экономическая имитационная управленческая модель «Фитотрон +» включена в УМК «Управление сложными системами» [5] как самостоятельная ИТ модель для управленческих экспериментов и последующего анализа использованных стратегий.

Модель сложной системы – аграрно-экономического цикла требует подготовки студентов, стажеров и самих преподавателей для интеграции в управленческой деятельности естественнонаучные, методические, экономические академические знания и умение принимать решения, что относится к *надпредметному* уровню образования [6]. Работе с моделью предшествует освоение простых моделей управления, на семинаре-практикуме с преподавателями, освоение основ почвоведения, экологической, сельскохозяйственной, экономической литературы [7].

В модели представлены: 5 типов почв, возможность выбора 7 с/х культур, учета естественного плодородия почв и влияние на урожай предшествующих культур, норм высева, внесения удобрений, стоимость приемов агротехники, возможные погодные условия сезона, возможность заключения контрактов на продажу продуктов урожая государству по фиксированным ценам или по свободным, рыночным, хранение на складах, ведение банковского счета и др.

Сложность ИТ образовательной системы отнесена нами к 5-му уровню управленческой компетенции [5].

Преподаватель должен иметь опыт применения интерактивных моделей сложных систем. Для проведения практикума с использованием игры «Фитотрон+» рекомендуется приглашение группы преподавателей цикла: почвовед, эколога, экономиста-агрария, психолога, что особенно важно для анализа ошибок и неудач в управлении моделью.

Начинать работу с моделью удобно со стандартными, типовыми лабораторными заданиями по ведению фермерской деятельности и ее последующему анализу [6]. После 2-3 экспериментов и освоения технических манипуляций с ИТ программой следует предложить сформулировать, записать свою стратегию и испытать ее. По окончании эксперимента отпечатать все варианты управленческих стратегий и приложить их анализ. С моделью могут работать один или двое слушателей, разделяя при этом сферы управления.

Г.В.Добровольский жизнью фронтовика и ученого выражал человеческое отношение к продовольственной безопасности страны и ее природной основе – почвам.

Этой задаче отвечают имитационные управленческие игры, они обучают умению думать «цепочками событий», предметно осваивать системное мышление и научить себя принимать решения со всей ответственностью за их последствия.

#### Литература

1. Геронимус Ю.В. Игра, модель, экономика. М., 1989.
2. Иваненко Л.Н. Массовые имитационные игры как средство социального управления//Кибернетика. 1987, № 6. С.63-71.
3. Иваненко Л.Н., Кавтарадзе Д.Н., Фоминова Н.С., Крот П.В. «Кибернетический фитотрон» - 30 лет спустя//Имитационные модели и игры в управлении сложными системами, 2003-2012 [Электронный ресурс]. М., 2012.-1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. Кавтарадзе Д.Н. Обучение и игра: ремесло и искусство. М. Акрополь, 2013.
5. Кавтарадзе Д.Н. Наука и искусство управления сложными системами. Электронный вестник факультета государственного управления МГУ, 2014, №3.
6. Попова Л.В. Становление и развитие высшего профессионального экологического образования в России: анализ проблем. Монография / Л.В. Попова. – М.: Издательство Московского университета, 2013.
7. Имитационные модели и игры. Хрестоматия по интерактивным методам обучения XVIII – XXI вв. Ред. Д.Н. Кавтарадзе, Э. Ли. [Электронный ресурс]. М., 2014.-1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
8. Иваненко Л. ГРА як пізнавальна та конструктивна діяльність. Перший проект – «ГРА И В ЕТЕРІ». Харків, 2005.

УДК 631.41

ГЕОХИМИЯ ПОДКУРГАННЫХ ПАЛЕОПОЧВ КАК ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ  
ОБСТАНОВКИ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ В ГОЛОЦЕНЕ

Калинин П.И., Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Кудреватых И.Ю., Вагапов И.М.

*Институт Физико-Химических и Биологических Проблем Почвоведения РАН, г. Пущино,  
Россия*

*kalinin331@rambler.ru*

THE GEOCHEMISTRY OF THE BURIED UNDER A KURGAN SOILS AS A REFLECTION  
OF CLIMATE CONDITIONS IN THE STEPPE ZONE IN HOLOCENE

Kalinin P.I., Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Kudrevatykh I.U., Vagapov I.M.

*Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of  
Sciences, Pushchino, Russia*

На протяжении геохимической истории ландшафтов изменения климата влекут за собой изменения в соотношении скоростей выветривания, что в свою очередь отражается на направленности почвообразовательного процесса. Полнота и достоверность палеогеографических реконструкций определяется, прежде всего, объектами исследования, среди которых репрезентативными многими исследователями признаны палеопочвы археологических памятников, в частности курганов, древних поселений, городищ и др. Различные геохимические коэффициенты в последнее время стали активно использоваться для исследования подкурганых голоценовых почв и палеоклиматических реконструкций. Это геохимические индикаторы процессов выветривания ( $CIA = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] 100$ ,  $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O + MgO)$ , Rb/Sr, W), выщелачивания (Ba/Sr), окисления ( $(Fe_2O_3 + MnO) / Al_2O_3$ ), биологической активности и биопродуктивности ( $MnO / Al_2O_3$ ,  $MnO / Fe_2O_3$ ,  $(Fe_2O_3 + MnO) / Fe_2O_3$ ), карбонатности ( $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ ), засоления ( $Na_2O / K_2O$ ,  $(K_2O + Na_2O) / Al_2O_3$ ,  $Na_2O / Al_2O_3$ ), степени однородности материала ( $TiO_2 / Al_2O_3$ ,  $Zr / TiO_2$ ), а также показателей, позволяющих провести количественные реконструкции атмосферной увлажненности  $Y_{Rb}$  [1,2].

На поведение большинства химических элементов в почвах сухостепной зоны в голоцене наибольшее влияние оказывают три масштабных процесса.

Первый - это миграция химических элементов (CaO, Na<sub>2</sub>O, MgO, S, Sr, Sc, Cd, Yb, As) ассоциирующих с легкорастворимыми солями, карбонатами и гипсом, в профиле почвы, и их осаждение на испарительном барьере в результате испарительной концентрации в аридные эпохи. Второй процесс – это биогеохимическая миграция элементов в почвенном профиле, где определяющим механизмом является биогенная мобилизация макро- и микроэлементов растениями и дальнейшая их аккумуляция в верхних горизонтах почв.

Определяющим фактором, влияющим на интенсивность этих двух процессов в почвах сухостепной зоны в голоцене, является динамика климата. Даже на коротких временных интервалах (~100-150 лет) существуют значительные вариации концентраций химических элементов, обусловленные биоклиматическими факторами, которые, в свою очередь, зависят от динамики климата в регионе. Незначительные климатические колебания, произошедшие в течение 100-150 лет, по-видимому, оказывают большее влияние на миграцию и накопление химических элементов, чем фактор времени. В аридные эпохи преобладает процесс испарительной концентрации, в гумидные, когда увеличивается уровень биологической активности и видового разнообразия, мобилизация элементов растениями начинает играть определяющую роль. В частности, это характерно для таких элементов как MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V, Cr, Co, Ni, Ba, Zr, Mo, Sn, Ce, Nb, Y. Прирост содержания Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в гумусо-аккумулятивных горизонтах разновозрастных палеопочв курганной группы «Авилово» относительно концентраций в почвообразующей породе увеличивается в среднем в 1,5 раза (концентрация Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляет 2,84 % в материнской породе и 4,19 % в горизонте А почвы, погребенной 1900 лет назад), а прирост содержания MnO в среднем в 2 раза (концентрация MnO составляет 0,047 % в материнской породе и 0,094 % в горизонте А почвы, погребенной 700

лет назад). Прирост содержания  $MnO$ ,  $Fe_2O_3$  и ряда других элементов относительно почвообразующей породы демонстрируют прямые корреляции с уровнем атмосферной увлажненности в исследуемом регионе, что связано с активизацией биологической активности в гумидные эпохи, существовавшие на исследуемой территории ~ 5100, 1900 и 700 лет назад, и их аккумуляцией степной растительностью.

Отдельные элементы (Sr, V), накапливающиеся в верхних горизонтах почв на испарительном барьере в аридные эпохи, могут аккумулироваться местной растительностью (злаковыми, полынными, маревыми) в наиболее гумидные периоды. Причем, мобилизация растениями является более масштабным процессом, чем испарительная концентрация.

Установлено, что в течение голоцена в связи с вековой динамикой климата циклично изменялись геохимические показатели интенсивности засоления ( $Na_2O/K_2O$ ), карбонатности ( $(CaO+MgO)/Al_2O_3$ ), окисления ( $(Fe_2O_3+MnO)/Al_2O_3$ ), биологической активности ( $MnO/Al_2O_3$ ), выщелачивания (Ba/Sr) и выветривания (CIA, W,  $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$ , Rb/Sr).

Расчитанные для валовых образцов коэффициенты хорошо отражают климатические особенности формирования разновозрастных почв, погребенных как через короткие (~100 - 150 лет), так и через длительные (первые тысячи лет) временные интервалы. Полученные данные показали, что климат на территории сухостепной зоны за последние 6000 лет носил циклический характер: периоды увлажнения сменялись аридными эпохами разной интенсивности и продолжительности. В частности, наиболее гумидными условиями и активизацией процессов выветривания и выщелачивания характеризовались временные этапы, существовавшие на исследуемой территории ~5000, ~1900, ~700 лет назад, а также современный период. Наиболее аридными условиями характеризовались этапы, датированные возрастом ~4000 и ~1600 лет назад.

Исследование разновозрастных голоценовых палеопочв показало, что их химический состав является чувствительных индикаторов климатической обстановки. Чередование сухих и влажных периодов в течение голоцена, которое имело место на изученной территории, находит отражение в химическом составе изученных палеопочв.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-31000, № 15-04-06494.

#### Литература

1. Калинин П.И., Алексеев А.О., Савко А.Д. Лёссы, палеопочвы и палеогеография квартера юго-востока Русской равнины – Воронеж: Воронежский государственный университет, труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 58. 2009.- 140 с.:ил. 106, табл. 14, библиогр. назв. 125.
2. Kalinin P. I. and Alekseev A. O. Geochemical Characterization of Loess–Soil Complexes on the Terek–Kuma Plain and the Azov–Kuban’ Lowland // Eurasian Soil Science, 2011, Vol. 44, No. 12, pp. 1315–1332.

МАТЕРИАЛЫ К ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ НИЖЕГОРОДСКОЙ ГУБЕРНИИ КАК ИСТОЧНИК  
ИНФОРМАЦИИ

В.А. Кириллова, И.О. Алябина

*Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва [fekda-star@mail.ru](mailto:fekda-star@mail.ru)*MATERIALS ON THE EVALUATION OF THE LANDS THE NIZHEGORODSKAYA  
GUBERNIA AS A SOURCE OF INFORMATION

V.A. Kirillova, I.O. Alyabina

*Institute of Ecological Soil Science, Moscow State University*

Нижегородский период деятельности В.В. Докучаева (1882 – 1887 гг.) расценивается как важнейший этап во всём творчестве Докучаева, этап, отмечающий окончательную разработку научной дисциплины – почвоведения. Вместе с тем нижегородские работы стали первым опытом испытания Докучаевского учения о почве как о самостоятельном и особом теле природы.

Отчёты Докучаева с сотрудниками Нижегородскому земству составили 14 томов по естественно-исторической части исследования и 11 томов экономической статистики. Естественно-исторические тома включают в себя описания оро- и гидрографии, геологического строения, почвенного покрова и растительности каждого уезда. Экономические тома представляют собой свод общих данных о положении крестьянского хозяйства, в них собрана информация о количестве пашни, в том числе удобряемой, сенокосов, леса, запасах навоза, поголовье скота, объемах урожая, пропорциях посевов возделываемых культур, а также данные о численности населения согласно ревизии 1858 г. и переписи 1890 г.

Описание почвенного покрова исследуемой территории сопровождается результатами лабораторных исследований. Для выяснения химического характера различных почв был сделан 31 полный анализ почв, а также несколько неполных анализов, проведённых в лаборатории Минералогического кабинета Санкт-Петербургского Университета, и порядка 300 определений гумуса. Однако форма записи результатов исследований гумуса в материалах представляет сильно различающиеся данные. Так, в разных томах материалов результаты записаны как: «гумус», «водный гумус», «органическое вещество+вода+СО<sub>2</sub>», «органическое вещество (гумус)», «гумус и вода, находящиеся при 150°С в соединении и следы СО<sub>2</sub>». Вследствие чего, использование этих данных требует тщательного изучения методик получения приведённых величин.

В результате анализа литературы собрана информация о том, что основная часть определений представляла собой прокаливание, в результате которого была получена величина «гумус и вода, находящиеся при 150°С», а отдельные определения гумуса производились по сравнительно более точному способу, изложенному у Э. Вольфа [1]. В основе метода лежало окисление почвы двухромкалиевой солью и поглощение, выделяющегося СО<sub>2</sub> калиаппаратом Гейслера. Полученное количество СО<sub>2</sub> пересчитывалось на 100 г высушенной при 100°С почвы и умножалось на коэффициент 0,471 – данный Вольфом. Количество гумуса в каждой почве определялось два и более раз, пока анализы не сходились до точности 0,2%. Наиболее подробное и точное описание данного метода приведено у А.Н. Собанина [4].

Таким образом, в результате обзора методов определения гумуса в период деятельности В.В. Докучаева, получено представление о данных химических анализов, опубликованных в материалах к оценке земель Нижегородской губернии. Полученная информация была использована для агроэкологической оценки почв [2, 3], основанной на материалах экспедиций по оценке земель России, проводимых в конце XIX – начале XX веков.

1. Вольф Э. Руководство к сельскохозяйственным химическим исследованиям. 1878. С. 27-28.
2. Кириллова В.А. Агроэкологическая оценка земель центральных губерний по Почвенной карте Европейской России 1900 г. // Материалы по изучению русских почв. Вып. 8 (35). СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2013. С. 76-80.
3. Кириллова В.А., Алябина И.О. Почвенная карта Европейской России 1900 года как источник информации для агроэкологической оценки земель центральных губерний (исторический аспект) // Вестник Московского Университета, Серия 17, Почвоведение, 2015, № 2, с. 13-21.
4. Собанин А.Н. Определение гумуса по хромовой методе // Журнал опытной агрономии, том IV, 1903, с. 573-591.

УДК 631.42

### ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ПОЧВ И КЛИМАТ

Н.О. Ковалева, Е.М. Столпникова

*Институт экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова*

*natalia\_kovaleva@mail.ru*

### SOIL ISOTOPE SIGNATURE AND CLIMATE

*N.O. Kovaleva, E.M. Stolpnikova*

*\*Institute of Ecological Soil Science of MSU*

Уникальным природным архивом палеоклиматической информации, которую легко считывать с помощью изотопных отношений, являются почвы. Почвы распространены повсюду в континентальных зонах планеты, для них нетрудно получить радиоуглеродные и иные датировки. Погребенные почвы представлены во всех стратиграфических разрезах. Несмотря на то, что метод геохимии стабильных изотопов активно используется для определения изотопных отношений в различных объектах биосферы, пул публикаций с сотнями новых определений породил и большой разброс мнений в интерпретации полученных результатов и в возможности их использования для целей диагностики климата. Накопленный авторами банк данных по изотопным отношениям углерода и азота гумуса, углерода карбонатов для дневных и погребенных почв горных и равнинных ландшафтов позволяет выявить некоторые закономерности связи изотопного сигнала почв с состоянием климатической системы планеты в различные этапы ее эволюции.

Изотопный состав углерода и азота гумуса и углерода карбонатов определялся в горизонтах хронорядов почв Русской равнины (Трубчевское и Подольско-Коломенское ополья, Тамбовская и Приазовская низменности), а также в дневных и погребенных почвах и лессово-почвенных сериях горных систем Евразии (Большой и Малый Кавказ, Тянь-Шань, Урал) на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS (под руководством д.б.н. А.В. Тиунова). Изотопные исследования сопровождались определением радиоуглеродного и "археологического" возраста почв, а также выполнялись под контролем изучения свойств органического вещества, микро- и макро-морфологических и физико-химических свойств почв. В полученном массиве изотопных отношений можно выделить несколько групп данных, которые соответствуют действию различных климатических сценариев или биосферных механизмов.

Сценарий 1 - "ледниковый". Самые высокие (аномально тяжелые) величины изотопного отношения -  $-5,09$  и  $5,59$  ‰ и отсутствие разницы в значениях  $\delta^{13}\text{C}$  для углерода гумуса и карбонатов - получены для погребенных почв лессово-палеопочвенных серий, расположенных ниже морен максимальной стадии оледенения в горах Средней Азии на высоте 1600 м над уровнем моря. Эти цифры соответствуют составу гляциальной атмосферы

ледниковых стадий, когда фотосинтетическая деятельность растений подавлена холодным климатом, и все живое, кроме специфических бактерий, вымирает. Сходные величины изотопных отношений описывает Шенг и др. (Sheng X. et.al., 2008) для кальцитовых частиц почвенно-бактериальной природы в погребенных почвах Великого Лессового плато.

Сценарий 2 - "холодно-сухо". Серия более низких величин изотопных отношений углерода гумуса (-9 - -12 ‰, до -19 ‰) характерна для погребенных в лессово-палеопочвенных сериях Тянь-Шаня почв интерстадиалов последней волны оледенения, интенсивность которой была значительно меньше предыдущих. У редких растений доминировал ночной тип фотосинтеза (С<sub>3</sub>-тип) в условиях холодного гипераридного климата. Возможно причиной феномена является значительный вклад таких биопродуцентов, как водоросли, которые покрывают поверхность льда (Gibson J.A., 1999) или производят фотосинтез в застойных надмерзлотных водах, крайне обедненных нитратом и растворенным углекислым газом.

Сценарий 3 - "холодно-влажно". На рубеже голоцена на Русской равнине и в Приазовье формировались болотные и тундрово-мерзлотные почвы с явными признаками гидроморфизма, но сопровождавшегося холодным климатом. Им свойственно резкое облегчение изотопных отношений углерода гумуса (до - 27 ‰) на фоне небольшого утяжеления величин <sup>13</sup>C карбонатов.

Сценарий 4 - "умеренно-гумидный". Катастрофическое изменение климата, растительности и химического состава атмосферы прослеживается в начале голоцена по низким величинам изотопного отношения - от -22 до - 27 ‰ повсеместно: и в почвах горных долин Тянь-Шаня, Урала и Кавказа, и в лессово-палеопочвенных сериях Брянского ополья, и в делювиально-почвенных сериях Приазовья, в погребенных культурных слоях Тамбовской равнины, в серых лесных почвах Подольско-Коломенского ополья. Развитие сценария обязано активизации типа фотосинтеза, адаптированного к высоким концентрациям углекислого газа в атмосфере - пентозо-фосфатного цикла Кальвина. По мере отступления границы оледенения к северу континента и обсыхания ландшафтов распространение в голоцене С<sub>3</sub> растений привело к формированию современных типов гумуса и соответствующих им типов почвообразования - лугового, черноземного, буроземного, подзолистого. Гиперзональность конца плейстоцена сменилась формированием горизонтальных почвенно-растительных зон.

Сценарий 5 - "тепло-сухо". Смена растительности с разнотравной луговой на злаковую, обогащенную циннамиловыми фенолами с утяжеленными величинами изотопных отношений, сопровождается увеличением  $\delta^{13}\text{C}$  в почвах степных и сухостепных ландшафтов. Интересно заметить, что подробный эффект наблюдается и при антропогенном остепнении горных лугов в результате выпаса скота.

Сценарий 6 - "парниковый". Самые низкие величины изотопных отношений - до -27 - - 29 ‰ характерны для почв, погребенных в вулканических отложениях. Климатический сценарий "тепло-влажно" реализовывался, видимо, в условиях синтеза термогенного метана во время вулканических извержений и резкого повышения уровня углекислого газа в атмосфере за счет тектонико-магматической активности планеты, по мнению Юдович, Кетрис (2010).

Таким образом, теоретической базой объяснения механизмов различных климатических сценариев при реконструкции природных обстановок по изотопному составу почв, должно стать допущение их многообразия, необязательной аналогии с современностью, возможность существования "аномалий" в изотопных отношениях. Особенности процессов фотосинтеза при этом должны находить отражение в биохимическом составе почв.

#### Литература

1. Ковалева Н.О., Добровольский Г.В., Столникова Е.М. Изотопный состав углерода в диагностике изменений климата: состояние проблемы и вероятные сценарии. // Труды

- Института экологического почвоведения МГУ. - Вып. 13. - М: МАКС Пресс, 2013.
2. *Столпникова Е.М., Ковалева Н.О., Лузянина О.А.* Изотопный состав гумуса почв хребта Басеги (Западный склон Среднего Урала). Труды Института экологического почвоведения МГУ. - Вып. 15. - М: МАКС Пресс, 2015.
  3. *Юдович Я. Э., Кетрис М.П.* Соотношение изотопов углерода в стратосфере и биосфере: 4 сценария. // Биосфера, № 4, 2010.
  4. *Gibson J.A., Trull T., Nichols P.D., Summons R.E., McMinn A.* Sedimentation of <sup>13</sup>C-rich organic matter from Antarctic sea-ice algae a potential indicator of past sea-ice extent. // *Geology*. – 1999. – Vol. 27, № 4. P. 331-334.
  5. *Sheng X, Chen J, Ji J, Chen T., Li G., Teng H.H.* Morphological characters and multi-tlmtnt isotopic signatures of carbonates from Chinese loess-paleosol sequences. // *Geochim. Cosmochim. Acta*. – 2008. – Vol. 72, № 1-2. P. 4323-4337.

УДК 579.

## СУДЬБА ПОЧВОВЕДА И МИКРОБИОЛОГА А.Ф.ЛЕБЕДЕВА

Н.Н.Колотилова

*Биологический факультет МГУ, г. Москва, [kolotilovan@mail.ru](mailto:kolotilovan@mail.ru)*

## THE DESTINY OF THE SOIL SCIENTIST AND MICROBIOLOGIST A.F.LEBEDEV

N.N.Kolotilova

*Biological Faculty of MSU*

Александр Федорович Лебедев (1882-1936) занимает особое место в ряду русских естествоиспытателей начала XX века. Сегодня немногие знают, что талантливый микробиолог, открывший хемосинтез за счет окисления молекулярного водорода, и известный почвовед, автор основополагающих концепций в физике и гидрологии почвы, - одно и то же лицо. Лебедеву принадлежат пионерные работы по пустынным почвам (Н.И.Вавилов называл его «душой песков»). «Удивительно – научная мощь Лебедева ученым неизвестна» - писал о нем в дневнике В.И.Вернадский. Ставший жертвой сталинских репрессий, А.Ф.Лебедев прожил яркую, но трагическую жизнь.

А.Ф.Лебедев родился в городе Красном Смоленской губернии в очень бедной, но дружной семье. С раннего детства пришлось добиваться всего только своим трудом. Закончив Краснинское (1896) и Горецкое земледельческое училище (1902), где он за блестящие успехи учился на казенный счет, Лебедев поступил в Ново-Александрийский институт сельского хозяйства и лесоводства, славный докучаевскими традициями. Именно здесь в 1894 г. В.В.Докучаевым была основана первая в мире кафедра генетического почвоведения [1]. Параллельно с учебой Лебедев начал заниматься научной работой в лаборатории ученика В.В.Докучаева К.Д.Глинки. Но учеба была прервана революционными событиями 1905г. [2]. Включившись в революционную деятельность, Лебедев вскоре был вынужден скрываться от жандармской слежки за границей, где, не теряя зря времени, слушал лекции в Берлинском университете. Вернувшись в Россию, Лебедев ударно сдал 18 экзаменов, окончил Институт и вскоре поступил в агрономическую лабораторию Новороссийского (Одесса) университета. Здесь, в лаборатории А.И.Набоких, он начал исследования по двум темам: гидрологии песчаных почв (дюн) и микробиологии. Итогом второй стала диссертация «Исследование хемосинтеза у *Bacillus hydrogenes*», выпущенная отдельной брошюрой (1910) и защищенная на степень магистра агрономии (1911). Работа Лебедева стала первым в России исследованием по хемосинтезу после открытия этого явления С.Н.Виноградским (1887). Она отличалась большой научной смелостью: помимо нового источника энергии, H<sub>2</sub>, в ней впервые отмечена способность исследованной водородной бактерии к факультативной автотрофии. В этом пункте мнение Лебедева расходилось с концепцией С.Н.Виноградского, который подчеркивал облигатный характер



автотрофии у хемолитотрофов, прежде всего, нитрификаторов, но Лебедев смело отстаивал свою точку зрения. Работа Лебедева содержит обсуждение ряда вопросов, свидетельствующих о ее научной зрелости: константа урожая у автотрофов, независимость (разобобщенность) процессов окисления водорода и фиксации углекислоты, одновременное использование  $\text{CO}_2$  и органического вещества. Позднее (1921) Лебедевым было открыто явление гетеротрофной фиксации углекислоты, значительно опередившее свое время.

В январе 1917 г. Лебедев был назначен экстраординарным профессором Варшавского университета по кафедре аграрной химии, но вскоре оказался в Ростове-на-Дону, куда был эвакуирован Варшавский университет в годы I мировой войны. Здесь он развил кипучую разностороннюю деятельность: организовал Краевой музей промышленности и сельского хозяйства (1919), читал в университете курсы почвоведения, сельскохозяйственной гидрологии, общего растениеводства, наследственности и изменчивости, основ селекции растений и др., организовал Донскую селекционную станцию (1922/1923), которую возглавлял в течение 7 лет, занимаясь генетикой. В 1919 г. вышла в свет главная работа Лебедева-почвоведца: «Передвижение воды в почвах и грунтах» (в поздних изданиях «Почвенные и грунтовые воды»).

В 1926-1927 гг. Лебедев был командирован в США, где ознакомился с постановкой сельскохозяйственного опытного дела на опытной станции в Брунсвике, принял участие в работе IV Международного ботанического конгресса (Итака), в течение 9 месяцев работал в лаборатории Департамента земледелия США в Вашингтоне, занимаясь изучением форм воды в почвах и грунтах. Здесь им был разработан универсальный способ измерения влагоемкости почв с помощью высокоскоростной центрифуги, сконструированной по его проекту. В июне 1927 г. он принял участие в работе I Международного конгресса почвоведов (Вашингтон), где выступил с тремя докладами (два по физике почв и один по картированию). Возвращаясь в Россию, он заехал по пути в лабораторию С.Н.Виноградского, жившего в эмиграции во Франции, а также принял участие в работе V Международного генетического конгресса в Берлине. Здесь Лебедев выступил с докладом о фототропизме у мутанта-альбиноса кукурузы, полученного им на Донской селекционной станции.

Вернувшись в Ростов, А.И.Лебедев продолжил работу в университете, однако в 1930 г. был переведен в Ленинград в Институт земледелия ВАСХНИЛ, а затем, после реорганизации института (в том же году), переехал в Москву. В 1930 г. он успешно участвовал в работе II Международного съезда почвоведов, проходившего в Москве и Ленинграде. Однако в 1931 г. он был неожиданно арестован и сослан в Медведь-Гору на строительство Беломорканала [3]. Ходатайства Н.И.Вавилова и других крупных ученых (в том числе, видимо, В.И.Вернадского) с просьбой освободить Лебедева не возымели успеха, но через некоторое время, в октябре 1932 г., он был досрочно освобожден за сверхударную работу, хотя до 1935 г. он должен был жить в г. Дмитрове и работать в системе НКВД на строительстве канала Москва-Волга. Вместе с тем еще на севере Лебедев начал заниматься своей профессиональной работой, в которой был непревзойденным специалистом: он стал исследовать инженерные свойства пльвунов, которые были большой помехой при строительстве канала. «Загадочные и интересные грунты. Кажется, мне удалось найти правильный подход к решению их загадочной природы», - писал он в письме к В.И.Вернадскому. Из досок и других «подручных средств» Лебедев сконструировал в лагере прибор для определения почвенной влагоемкости, заменивший американскую центрифугу. Можно сказать, что инженерные успехи в строительстве Беломорканала были в значительной мере достигнуты благодаря его работам.

В 1935 г. по совокупности работ Лебедеву была присвоена степень доктора почвоведения *honoris causa*. В тот же год он вернулся в Москву и начал работать в Институте почвоведения АН СССР, но здоровье его было уже безнадежно подорвано. 28 января 1936 г. ученого не стало. За месяц до смерти, в декабре 1936 г., им был сделан программный доклад о положении и перспективах изучения физических свойств почвы. Он заканчивался словами о необходимости совместных исследований почвоведов, физиков и биологов и о

целесообразности организации кафедр подобного профиля в университетах. Оригинальные, новаторские, самобытные работы А.Ф.Лебедева надолго стали базой для развития современного почвоведения и оставили яркий след в истории микробиологии.

Настоящее сообщение является данью памяти замечательным ученым: микробиологу Георгию Александровичу Заварзину (1933-2011) и почвоведу Глебу Всеволодовичу Добровольскому (1915-2013), которые проявили большой интерес к личности А.Ф.Лебедева, стимулировав этим изучение его биографии, а также геологу и историку науки Владиславу Павловичу Волкову (1934-2012), чьи самоотверженные архивные исследования позволили узнать о трагической судьбе ученого и его сына (Николай Лебедев был расстрелян в 1937 г.).

#### Литература

1. Добровольский Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения. М., 2010.
2. Лебедев Н.А. Александр Федорович Лебедев // Почвоведение. 1936. №2. С.280.
3. Лялин С.П., Переченок Ф.Ф. Репрессированные почвоведы. Записки Б.Б.Полынова о 1937 г. // Трагические судьбы: репрессированные ученые Академии наук СССР. М.: Наука, 1995. С.76-90.

УДК 631.467.1: 56.074.6

#### СОХРАННОСТЬ БИОИНДИКАТОРОВ В ТОРФЕ НИЗИННОГО И ПЕРЕХОДНОГО ТИПА (НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РАКОВИННЫХ АМЕБ)

И.В. Курьина

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,  
klimirin@sibmail.com*

#### PRESERVATION OF BIOINDICATORS IN PEAT FEN AND TRANSITION TYPE (FOR EXAMPLE SPECIES OF TESTATE AMOEBAE)

I.V. Kurina

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS*

В последние два-три десятилетия в палеоэкологических исследованиях активно применяется ризоподный анализ (анализ раковинных амёб) для количественной реконструкции локальных условий обводненности болот. Комплексы раковинных амёб исследованы преимущественно в верховом торфе олиготрофных и омбротрофных болот, так как в них вариации водного режима напрямую зависят от количества атмосферных осадков, а, следовательно, отражают происходящие климатические изменения. Исследований раковинных амёб на низинных и переходных болотах гораздо меньше. Сохранность биоиндикаторов различна в торфе разного типа. Зачастую торф низинного и переходного типа имеет более высокую степень разложения и остатки биоиндикаторов (растения, раковинки амёб, споры, пыльца и др.) в них сохраняются хуже, чем в верховом торфе [2]. В то же время, в залежах олиготрофных болот очень часто торф верхового типа подстилается слоями переходного и низинного торфа и для реконструкции условий формирования всей толщи залежи необходим анализ слоев торфа разных типов. Целью нашего исследования является определить степень сохранности раковинок амёб разных видов в торфе низинного и переходного типов и оценить возможность проведения палеоэкологических реконструкций, проводимых по данным ризоподного анализа.

Объектом для исследований видового состава сообществ раковинных амёб в современных условиях послужили низинное гипново-осоковое болото Самара, расположенное на первой надпойменной террасе реки Бакчар (33 пробы), а также заболоченный лес на окраине Бакчарского болотного массива (12 проб) в южной тайге Западной Сибири. Для исследований палеокомплексов раковинных амёб привлечены данные ризоподного анализа отдельных слоев торфа низинного и переходного типов (всего 34

пробы) из трех торфяных колонок, отобранных на разных олиготрофных болотах в пределах южнотаежной подзоны Западной Сибири. Также использованы литературные данные по распределению видов раковинных амеб в современных мезоэвтрофных болотных микроместообитаниях [1, 3, 5].

В современных условиях выявлены 121 вид и внутривидовая форма и разновидность раковинных амеб в мезоэвтрофных болотных местообитаниях южнотаежной подзоны Западной Сибири, и только 74 – в олиготрофных в пределах того же района исследований. Таким образом, видовое разнообразие раковинных амеб выше на мезоэвтрофных болотах. Это подтверждается и данными других авторов [1, 3].

В исследованных нами торфяных колонках обнаружено от 29 до 36 видов и внутривидовых разновидностей раковинных амеб в слоях переходного и низинного торфа и соответственно от 53 до 59 видов и внутривидовых разновидностей – в верховом торфе. Таким образом, видовое богатство палеокомплексов раковинных амеб не менее чем в полтора раза ниже в торфе переходного и низинного типов, по сравнению с верховым. Полученные данные свидетельствуют о повышенной разрушаемости раковинных амеб в низинных и переходных торфах, особенно при учете их изначального более высокого видового богатства в мезоэвтрофных болотных биотопах.

В современных условиях в мезоэвтрофных болотных местообитаниях доминируют виды эуглифид: *Trinema enchelys*, *T. lineare*, *Corythion dubium*, *Euglypha cristata*, *E. rotunda*, *Tracheleuglypha dentata* по показателям относительного обилия и встречаемости. Сходные результаты получены и другими авторами [1, 5]. А в торфе раковинки этих видов практически отсутствуют, так как характеризуются очень низкой сохранностью [4].

В исследованных нами палеокомплексах раковинных амеб в низинном и переходном торфе наиболее обильны и часто встречаются раковинки видов *Centropyxis aculeata*, *C. cassis*, *C. aerophila*, *C. ecornis*, *Diffflugia angulostoma*, *D. globulosa*, *Schoenbornia smithi*, *Nebela collaris*. Следовательно, раковинки этих видов отличаются наилучшей сохранностью в торфе данных типов и имеют наибольшую значимость для палеоэкологических реконструкций.

Относительное обилие перечисленных видов раковинных амеб, характеризующихся наилучшей сохранностью раковинки в торфе низинного и переходного типов, в современных условиях суммарно не превышает 40 %, а в среднем составляет всего 11 % сообщества раковинных амеб. Таким образом, в торфе данных типов сохраняется не более трети исходно существовавшего сообщества, а, в среднем, только десятая его часть по показателю относительного обилия. Однако, встречаемость хорошо сохранных видов раковинных амеб в современных условиях довольно высока, варьирует от 0,20 до 0,80 и в среднем составляет 0,45.

Экологические предпочтения указанных видов раковинных амеб, устойчивых к разрушению в низинном и переходном торфе, по отношению к фактору уровня обводненности среды довольно разные. Для этих видов методом взвешенного среднего определены видовые оптимумы и толерантность по глубине уровня болотных вод: характеристики, которые используются для количественной реконструкции водного режима болота. Оптимумы и толерантность основных хорошо сохранных видов существенно различаются: *Diffflugia globulus* (оптимум 9,2 см; толерантность 4,9 см), *Centropyxis aculeata* (13,5; 7,7), *Schoenbornia smithi* (18,4; 9,6). Поэтому данные по относительному обилию раковинки этих видов в торфе переходного и низинного типов позволяют реконструировать вариации уровня болотных вод в процессе формирования торфяной залежи в голоцене.

Таким образом, в торфе низинного и переходного типов сохранность раковинных амеб хуже, чем в торфе верхового типа. Однако, отдельные виды раковинных амеб, устойчивые к разрушению, имеют различные экологические предпочтения, на основании чего возможно осуществление количественной реконструкции водного режима болота.

## Литература

1. *Алексеев Д.А.* Раковинные амебы почв болотных лесов северной подзоны европейской тайги: дис. канд. биол. наук. М., 1984. 262 с.
2. *Пьявченко Н.И.* Об изучении болотных биогеоценозов // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. М.: Наука, 1972. С. 5–13.
3. *Neal O.W.* The distribution of testate amoeba (Rhizopoda: Testacea) in some fens and bogs in Northern England // J. Linn. Soc. Zool. 1961. 44. P. 369–382.
4. *Mitchell E.A.D., Payne R.J., Lamentowicz M.* Potential implications of differential preservation of testate amoeba shells for paleoenvironmental reconstruction in peatlands // J. Paleolimnol. 2008. 40. P. 603–618.
5. *Payne R.J., Mitchell E.A.D.* Ecology of testate amoebae from mires in the Central Rhodope Mountains, Greece and development of a transfer function for palaeohydrological reconstruction // Protist. 2007. V. 158. P. 159–171.

УДК 631.487

ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Ф.Н. Лисецкий

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
г. Белгород, liset@bsu.edu.ru*

GEOARCHAEOLOGICAL STUDY OF SOILS AND LANDSCAPES  
OF THE NORTHWEST CRIMEA

F. N. Lisetskii

*Belgorod State National Research University*

Территория Крымского полуострова характеризуется большим природным педоразнообразием (2 почвенных вида на 1 тыс. км<sup>2</sup>). Кроме того, этот регион отличается длительной историей хозяйственного освоения с неоднократными масштабными периодами её активизации. Это обусловило формирование антропогенно преобразованных почв, среди которых особое место занимают почвы археологических памятников, которых по данным государственного учета насчитывается в Крыму свыше 4400.

При прогнозируемом усилении масштаба антропогенных трансформаций земель Крыма (реформирование земельно-имущественного комплекса, развитие курортного хозяйства, застройка, дорожное строительство и т.п.) и решении земельно-правовых задач для интеграции Республики Крым и города федерального значения Севастополя в правовое и экономическое пространство России актуальной становится задача выявления и резервирования особо ценных территорий, которые по Земельному кодексу РФ (гл. 17) должны быть отнесены к виду земель историко-культурного назначения. Рекомендуемый вид охраняемой природной территории для этих объектов – природно-исторический заказник.

Уникальную информационную основу для разработки проблем эволюционного почвоведения и разработки нормативов воспроизводства почв в режиме ренатурации могут обеспечить территории и объекты историко-культурного наследия – селитебные зоны древности, некрополи, курганы, оборонительные и межевые земляные валы и т.п. Особое значение в понимании долговременных агрогенно обусловленных трансформаций почв имеет изучение агроландшафтов с предысторией освоения в древности. Не меньший интерес вызывают редкие природные комплексы, находящиеся в режиме ренатурации после исторически документированной или археологически реконструированной трансформации. Антропогенно преобразованные почвы (man-made soils) отражают (регистрают), а для медленно идущих, но необратимых, процессов и накапливают (запоминают) эти изменения через как позитивные, так и негативные свои свойства [3].

С одной стороны, большое количество объектов как базы для палеогеографических реконструкций природной среды в голоцене, вовлечено в научный оборот благодаря интеграции палеопочвоведения и археологии. Но, кроме того, органично дополняют это направление исследований – такие объекты как дневные почвы на поверхностях, датированных археологическими методами, и геоархеологическое изучение агроландшафтов с предысторией земледельческого освоения, порой неоднократного.

Почвенно-хронологическая информация, фиксируемая почвами историко-культурного наследия, представлена тремя основными типами:

1) информация о реликтовых явлениях (процессах) и эффективности режима ренатурации после завершения антропогенного этапа функционирования территории (объекта) (дневные почвы);

2) реконструкция природной обстановки, предшествующей антропогенному преобразованию, по оценке факторов почвообразования (с учетом диагенеза) (погребённые почвы);

3) многослойная информация полигенетичных антропогенно модифицированных почв, в памяти которых записано несколько режимов их функционирования – предшествующих, синхронных и последующих по отношению к одному или нескольким периодам антропогенной трансформации.

Часто два первых или все три типа почвенной информации представлены в одном культурном слое объекта и вместе с непочвенными образованиями и педолитоседиментами позволяют составить его полную природно-историческую летопись [1].

Особенность античного периода освоения земель Северо-западного Крыма заключалась в том, что перед греками-колонистами в IV в. до н.э. предстала не целинная степь, а агроландшафты, используемые оседлым аборигенным населением. Разведками 2007-2014 гг. в этой части Крыма открыто более 130 селищ второй половины IV–III вв. до н. э., синхронных греческим усадьбам: их теперь известно не менее трех десятков [2]. Кроме того в этом регионе известно 13 поселений эпохи поздней бронзы и более 5000 курганов.

В 2011-2014 гг. нами в Северо-западном Крыму изучено свыше 30 памятников, которые надежно датированы археологическими методами, а также задернованные поверхности с историческими датами XIV–XX вв. (жилые и хозяйственные постройки, окопы и др.). По этим данным разработаны региональные хронофункции, отражающие изменение мощности гумусового горизонта почв во времени. Это позволило с помощью полученных моделей датировать несколько типов рукотворных объектов, лишенных артефактов (фортификационные, межевые, противопоаводочные земляные валы). Использование серии информативных геохимических соотношений и комплексных коэффициентов позволило более достоверно определять степень онтогенетической зрелости почв, датированных в результате геоархеологических исследований по шкале абсолютного времени.

Результаты геоархеологического исследования ключевых памятников Крыма эпох поздней бронзы, раннего железного века и средневековья станут основой формирования “Кадастра почв археологических памятников Республики Крым”. Для решения наиболее перспективных геоархеологических задач, изучения природно-антропогенной эволюции и реконструкции древних ландшафтов Крыма с помощью дополняющего комплекса современных естественнонаучных методов намечено создание межвузовской (межведомственной) “Лаборатории естественнонаучных методов в археологии Крыма” на базе пяти университетов и институтов Санкт-Петербурга, Симферополя и Белгорода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФНФ в рамках научного проекта № 15-31-10136-а(ц).

## Литература

1. *Голушов П.В., Лисецкий Ф.Н.* Почвы археологических памятников как уникальные природные объекты в структуре региональных Красных книг почв // Материалы Всероссийской научной конференции по археологическому почвоведению / Ин-т физ.-хим. проблем почвоведения РАН. Пущино, 2014. С. 38-40.
2. *Смекалова Т.Н.* Памятники эпохи бронзы и раннего железного века на полуострове Тарханкут: Каталог. Симферополь, 2010. (Материалы к археологической карте Крыма. Вып. II). 204 с.
3. *Lisetskii F., Stolba V.F., Marinina O.* Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea // *Geoderma*, 2015. V. 239-240. P. 304-316.

УДК 631.48

СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА КАК  
ОТРАЖЕНИЕ ИХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

О.А. Лузянина, Н.О. Ковалева, Е.М. Столпникова

Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва, [luzoksana@mail.ru](mailto:luzoksana@mail.ru)

PROPERTIES MOUNTAIN SOILS WESTERN SLOPE OF THE MIDDLE URALS AS A  
REFLECTION OF CLIMATE HISTORY

O.A. Luzyanina, N.O. Kovaleva, E.M. Stolpnikova

Institute of Ecological Soil Science of MSU

Уникальным природным архивом палеоклиматической информации, которую легко считать с помощью метода геохимии стабильных изотопов, являются горные почвы. Последние распространены в континентальных зонах планеты, и для них нетрудно получить радиоуглеродные датировки.

Целью данной работы стало исследование радиоуглеродного возраста и изотопного состава органического вещества горных почв хребта Басеги.

Исследования почвенного покрова проводились на территории заповедника «Басеги» западного макросклона средней части Урала. Высота над уровнем моря и географические координаты: 952 м, 58°56'с.ш.; 58°29' в.д.. Территория относится к району средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых лесов. На склонах хребта Басеги выражен горно-лесной, подгольцовый (субальпийский), горно-тундровый высотно-растительные пояса.

В настоящее время средняя годовая температура воздуха составляет +0,4°C, среднегодовое количество осадков – 722 мм.

Материалом для исследований послужили образцы почв, отобранные в ходе экспедиционных работ 2009-2010 гг., выполненных совместно с И.А. Самофаловой.

Возраст почв определен в почвах двух разных террас в экотоне лес/тундра на южном склоне г. Северный Басег, с помощью радиоуглеродного датирования почвенного гумуса жидкостным сцинтилляционным методом в Киевской радиоуглеродной лаборатории (Украина). Содержание изотопа  $^{14}\text{C}$  измерено на низкофоновом спектрометре «Quantulus1220T». Калибровка радиоуглеродных дат выполнена на основе калибровочной кривой IntCal 13.

Измерение стабильных изотопов ( $\delta^{13}\text{C}$ ) проведено на комплексе оборудования, состоящем из элементного анализатора Thermo Flash EA 1112 и изотопного масс-спектрометра Thermo Finigan Delta V Plus (Германия) под руководством А.В. Тиунова в ИПЭЭ РАН, г. Москва. Изотопный состав углерода рассчитан по формуле:

$$\delta^{13}\text{C}, \text{‰} = 1000 [R_{\text{образца}} / R_{\text{стандарта}} - 1], \text{ где } R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}.$$

В результате наших исследований установлен следующий порядок вертикальных почвенных зон на склонах хребта Басеги: горно-тундровый пояс (950-750 м н.у.м.) – подбуры, петроземы; подгольцовый пояс (субальпийский) (830-600 м н.у.м.) –

серогумусовые и темногумусовые, буроземы; горно-лесной пояс (655-315 м н.у.м.) – буроземы, глееземы.

Почвы хребта Басеги характеризуются высоким содержанием общего углерода в гумусовых горизонтах 2,46-6,18 %, с глубиной количество резко снижается.

Величины  $\delta^{13}\text{C}$  органического углерода гумуса почв колеблются в широких пределах: от -23,73 ‰ до -27,01 ‰, что свидетельствует о доминировании растений С3-типа фотосинтеза.

Изотопный состав углерода почв под редколесными фитоценозами горно-тундрового пояса, субальпийских лугов и криволесья г. Северный Басег утяжелен (-23,73 – -25,83 ‰), по сравнению с почвами под елово-пихтовыми лесами (-25,02 – -27,01 ‰). В нашем случае, выявлена статистически значимая положительная корреляция ( $R = 0,78$ ) величин изотопного состава  $\delta^{13}\text{C}$  органического вещества почвенного материала с абсолютной высотой местности.

Согласно полученным данным, изотопный состав горных почв по профилю неоднороден, происходит как его обеднение (разрез 18, 29, 22), так и обогащение тяжелым изотопом углерода вглубь (разрез 10, 24, 15, 30), диагностируя меняющиеся биоклиматические условия и фракционирование изотопов в процессе почвообразования.

Тяжелые изотопные значения объясняют увеличение доли С4-растений, что говорит о сухих условиях климата. Среди растений С4 типа высока доля злаков (до 61 %), осок, маревых (около 40 %), семейства которых представлены в растительном покрове территории заповедника.

Возраст иллювиального горизонта разреза 30 на глубине 32-50 см – 1440±70 л.н. (Ki-18779). Более тяжелый изотопный состав свидетельствует о большей доле С4-растений (18,28 – 18,16 %) в растительном покрове региона, вероятно, периода «малого климатического оптимума» (фаза SA-2). Климат был близок к современному – около 0 °С (Голубева, 2008), но температурные условия не достигли максимума голоцена. На западном склоне Среднего Урала в фазу SA-2 теплый и сухой климат привел к распространению в составе лесов широколиственных пород, по меньшей мере, на 100 м вверх и на 50 м вниз.

Резкое снижение доли С4-растений – до 15,91 % в вышележащем гор. AU2 (глубина 23-32 см), вероятно, говорит о последующем за оптимумом прохладном и влажном «малом ледниковом периоде» на Урале (фаза SA-3). Малый ледниковый период характеризовался деградацией растительности на верхнем ее пределе, развитием болотообразовательных процессов. Пик содержания щебня в мелкоземке маркирует усилившуюся деятельность экзогенных факторов. Резкое похолодание и усиление криогенных процессов затормозило процессы почвообразования в верхней части хребта – зоне криволесья, переходящей в тундру. Максимальная подвижность соединений железа в этом же горизонте AU2 подтверждает влажные условия.

В теплых условиях субатлантического периода (фаза SA-2) – 1300±90 л.н. (Ki-18778) также сформировался гумусовый горизонт AUm (глубина 18-74 см), разрез 29. Величина  $\delta^{13}\text{C}$  гумуса в горизонте тяжелее – -25,25 ‰, чем 1440±70 лет назад (-24,44 ‰). Доля в составе фитоценоза растений С4-типа фотосинтеза – 12,47 % в гор. AUm близка к значениям для буроземов под лесным пологом (от 0 до 14 %), что сообщает нам о присутствии лесной растительности в то время, а значит, и теплых условиях, когда древесная растительность поднималась выше по склону. Кроме того, большая мощность гумусового гор. AUm диагностирует благоприятные условия.

Последовавшее в гор. AYel (8-18 см) облегчение изотопного состава гумуса было вызвано похолоданием и увеличением количества атмосферных осадков в периоде SA-3. В современной подзоне средней тайги Урала, по данным Голубевой (2008), среднегодовые температуры были ниже на 2-2,5 °С.

В поверхностных горизонтах буроземов и темногумусовой почвы хребта Басеги (кроме буроземов, что находятся в условиях высокого поверхностного увлажнения)

наблюдается увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  органического углерода гумуса, что может свидетельствовать о современном потеплении за последние 50 лет.

Таким образом, полученные данные изотопного состава органического углерода почв коррелируют с биоклиматическими изменениями на протяжении субатлантического периода (2500 лет назад – по настоящее время). Согласно им, выделяются три важных периода для палеоклимата Среднего Урала: малый климатический оптимум (фаза SA-2), малая ледниковая эпоха (фаза SA-3) и современное потепление.

УДК 631.45

## ПЛОДОРОДИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

С.В. Любова\*, О.Д. Кононов\*\*, Т.А. Блынская\*\*, Н.В. Любова\*

\*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,

\*\*Архангельский НИИСХ, г. Архангельск, п. Луговой, [tanja315@ya.ru](mailto:tanja315@ya.ru)

г. Архангельск, [s.lyubova@narfu.ru](mailto:s.lyubova@narfu.ru)

## AGRICULTURAL FERTILITY ARKHANGELSK REGION AND FOOD SECURITY

S.V. Lyubova \*, O.D. Kononov\*\*, T.A. Blynskaya \*\*, N.V. Lyubova \*

\* Northern (Arctic) Federal University

\*\*Arkhangelsk Agricultural Research Institute

Понятие «продовольственная безопасность» понимается, как «состояние экономики, при котором населению страны в целом и каждому гражданину в отдельности гарантируется обеспечение доступа к продуктам питания, питьевой воде и другим пищевым продуктам в качестве, ассортименте и объемах, необходимых и достаточных для физического и социального развития личности, обеспечения здоровья и расширенного воспроизводства населения страны». Продовольственная безопасность Северо-Западного региона в целом, и Архангельской области в частности, - важное направление не только научных исследований, но и государственной политики. Потенциал АПК, как в регионе, так и в области, реализован далеко не полностью, и состояние продовольственной безопасности вызывает серьезные опасения. Сохраняется высокая импортная зависимость по отдельным видам сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия, что ведет к угрозе экономической безопасности.

По мнению В.И.Кирюшина плодородие почв выступает не только как агрономическая категория, но и как социальная, экономическая, философская, а в последнее время – как экологическая. Эффективное плодородие, иногда называют экономическим, оно обеспечивает продуктивность растений, т.е. это результат реализации потенциального плодородия. В агроценозах эффективное плодородие, реализуемое в виде урожая сельскохозяйственных культур, обусловлено не только естественным плодородием почв и климатическими условиями, но и от способностей использовать почвы в производстве, от развития науки и техники и реализации их достижений [2].

В условиях Архангельской области уровень и структура производства растениеводческой продукции лимитированы агроклиматическими ресурсами, количественными и качественными характеристиками земельных угодий.

В Архангельской области в последние 20 лет наблюдается снижение площадей сельскохозяйственных угодий, находящихся в непосредственном обороте, так посевные площади в целом, в 1998 г. составляли 230,1 тыс.га, в 2014 г. – 87,0 тыс.га, сократились посевные площади в том числе, под зерновыми культурами с 27,9 тыс.га до 3,0, под кормовыми культурами с 175,1 тыс.га до 72,1, под картофелем 23,2 тыс.га до 10,2, соответственно. Производство основной растениеводческой продукции уменьшилось, например, в 1998 г. выращено картофеля 372,8 тыс.т, а в 2013 г. - 137,2 тыс.т, овощных



культур 69,5 тыс.т и 34,9 тыс.т, соответственно. Ввоз, включая импорт, увеличился за анализируемый период в несколько раз: по картофелю с 1,7 тыс.т до 45,9, по овощным культурам с 11,2 тыс.т до 69,1. Сокращение кормовых угодий оказало влияние на производство молока в области. В 1998 г. производство составляло 190,0 тыс.т, в 2014 г. – 117,9 тыс.т, ввоз молочных продукции возрос с 27,6 тыс.т до 95,8 [4].

Плодородие почвы интегральный показатель и характеризуется группами показателей свойств почвы: агрохимическими, агрофизическими и агробиологическими, наиболее важными являются первые.

По данным ФГБУ станция агрохимической службы «Архангельская» (на 01.01.2013 г.) средневзвешенное значение обменной кислотности пахотных земель в Архангельской области составляет рН 5,6, при чем доля кислых почв с рН менее 5,5 – 38 %, и близких к нейтральны и нейтральных, т.е. рН более 5,5 – 62 %. Средневзвешенное значение содержания подвижного фосфора в почве пашни - 175 мг/кг почвы, по классификации почв по обеспеченности питательными веществами – 5 класс, содержание высокое. Доля почв с низким и средним содержанием  $P_2O_5$  – 19 %, с повышенным до очень высокого – 81%. Содержание обменного калия в пахотных угодьях области составляет в среднем 135 мг/кг почвы – 4 класс обеспеченности, повышенное содержание. Доля почв с низким и средним содержанием подвижного  $K_2O$  – 44 %, с повышенным до очень высокого – 56 %. Содержание гумуса в среднем по области в почвах пашни – 2,71 % [5].

Показатели, характеризующие плодородие почвы достаточно высокие, это объясняется тем, что при выведении сельскохозяйственных земель из оборота, в первую очередь изымаются менее плодородные с нарушением водно-воздушного режима. Значительная часть сельскохозяйственных территорий Архангельской области (13 %) страдает от переувлажнения. В области 78,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий заболочены, 152,4 тыс. га сельскохозяйственных земель переувлажнены, в том числе пашни – 15,0%, сенокосов – 48%, пастбищ – 38% [1].

Воспроизводство плодородия почвы, улучшение ее свойств и гумусного состояния - одна из основных задач адаптивно-ландшафтного земледелия, которая эффективно решается при комплексном использовании агрохимических средств. Научно-обоснованная система применения органических и минеральных удобрений в сочетании с химической мелиорацией, позволяет оптимизировать параметры показателей плодородия, основных физико-химических и химических свойств почвы, и повысить урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 20-40 %. Современные тенденции применения минеральных удобрений зависят от финансового положения аграрных предприятий. Динамика применения удобрений на сельскохозяйственных угодьях Архангельской области следующая: внесено органических удобрений на 1 га посева в 1987 г. – 11,5 т, в 2013 г. – 3,0 т; минеральных 154 кг и 16,4 кг, соответственно. [3,4] Снижение норм органических и минеральных удобрений существенно сказывается на урожайности, валовых сборах и качестве растениеводческой продукции, эти показатели характеризуют обеспеченность населения области местной продукцией, а следовательно, связаны с продовольственной безопасностью области, в частности, страны, в целом.

## Литература

1. Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных угодий Архангельской области: монография / Т.А. Блынская, С.В. Любова, О.Д. Кононов, Е.Н. Наквасина; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – С.35.
2. *Кирюшин В.И.* Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010. – С. 489–505.
3. *Любова С.В., Киркина Е.А.* Динамика применения удобрений на сельскохозяйственных угодьях Архангельской области // Экологические проблемы Арктики и северных территорий. – Архангельск: изд-во САФУ, 2012. – Вып. 15. – С. 134-136

4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области (Архангельскстат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/arhangelskstat/ru/](http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/arhangelskstat/ru/) (Дата обращения 27.04.2015)

5. ФГБУ станция агрохимической службы «Архангельская» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrohim29.ru/> (Дата обращения 27.04.2015)

УДК631.44

## ПОЧВЫ НА ДВУЧЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАК ИСТОЧНИК ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.О. Макеев\*, П.Г. Куст\*\*, М.П. Лебедева\*\*\*

\* *Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва, makeevao@gmail.com*

\*\* *Факультет Почвоведения МГУ, г. Москва, pavelkust@yandex.ru*

\*\*\* *Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, m\_verba@gmail.com*

## SOILS ON VIPARTITE SEDIMENTS AS PALEOENVIRONMENTAL RECORD

А.О. Makeev\*, P.G. Kust\*\*, M.P. Lebedeva\*\*\*

\* *Institute of Ecological Soil Science of MSU*

\*\* *Soil Science Faculty of MSU*

\*\*\* *V.V. Dokuchaev Soil Institute*

Почвы на двучленных отложениях широко распространены в области верхнеплейстоценовых оледенений Европы. На Русской равнине они составляют до 20 % почвенного покрова в области московского оледенения. Двучленные отложения здесь покрывают вершины и склоны холмистых водоразделов в интервале высот от 110 до 180 м над уровнем моря. Нижняя часть двучленной толщи представлена средне-тяжелосуглинистыми моренными суглинками, которые сверху перекрыты покровным слоем песчано-супесчаных флювиогляциальных отложений мощностью 45 – 70 см и более с золотой примесью. Анализ фациальных контактов двучленных отложений со смежными отложениями инсеквентных ложбин и долинных зандров подтверждает их сингенетичность. Это позволяет заключить, что двучленные отложения (педолитокомплексы) находятся под воздействием почвообразования, начиная с позднемосковского времени.

Свойства педолитокомплексов определяются следующей совокупностью признаков различных этапов седиментации и почвообразования:

### 1. Доседиментационные признаки

- 1) Свойства исходных пород, мобилизованных ледником (морены предшествующих оледенений, древние коры выветривания и пр., в совокупности определившие красно-бурый цвет и высокую выветрелость минеральной массы, являющихся характерными, диагностическими признаками московской морены)
- 2) Свойства, определяемые характером ледникового транспорта (высокая плотность и низкая порозность осадка благодаря ледниковой нагрузке и гидроконсолидации; однородный состав мелкоземистой массы благодаря эффективному перемешиванию при транспортировке; высокое двупреломление плазмы; рассеянные каменистые включения как местных, так и эрратических пород различного состава - граниты, известняки, брекчия и др.)
- 3) Сложная архитектура моренной толщи - наличие песчаных линз, полостей и каналов за счет заполнения подледных пустот и каналов надледных потоков, гляциотектонические структуры деформации, складки, задиры, сдвиги и другие признаки смещения породной матрицы в подвижном осадке

## 2. Синседиментационные признаки.

- 1) Покровный слой, образование которого произошло сразу же вслед за седиментацией моренного материала. Минимальная мощность покровного слоя – 45 см. Она возрастает в направлении инсеквентных ложбин, не выраженных в современном рельефе. Моренная толща также меняется: при переходе к ложбинам возрастают признаки перемыва, расслоения материала и выклинивание моренного суглинка. Локальный эоловый привнос определяет наличие пылеватых прослоев, либо пылевой примеси, преимущественно в верхней части покровного слоя. Распределение пылевой примеси указывает на подмешивание эолового мелкозема к нестабилизированному водноледниковому осадку.
- 2) Призматические отдельности, сформировавшиеся при диагенетическом растрескивании при стабилизации моренной толщи. Острровершинные призмы прослеживаются на глубину более 5 м.

## 3. Постседиментационные признаки

- 1) Педогенные признаки проявляются в сложной структурной организации, наложенной на первичную трещинную сеть. Наложение структурных элементов различных этапов и генезиса (диагенетические, педогенные, криогенные) привело к формированию ореховатых педов и магистральных трещин. Поверхности педов покрыты многослойными кутанами и скелетанами.
- 2) Мерзлотные признаки представлены плитчатой структурой на глубину до 140 см, сетью мерзлотных трещин, клиньев и инволюций, каменными мостовыми на контакте моренной толщи и покровного слоя, криогенной сортировкой песчано-пылеватых зерен.

Наложение различных мотивов структурной организации, а также различный характер их покровов, позволяют выявить этапность почвенного и криогенного преобразования педолитокомплексов. Почвообразование началось предположительно во время последнего межледниковья (ОИС5) и сменилось стадией мерзлотного почвообразования в валдайскую эпоху. Голоценовое почвообразование накладывалось на признаки предшествующих этапов, дополняло и усиливало их. В пределах покровной толщи представлена система горизонтов вложенных почвенных субпрофилей.

Наличие четкого литологического репера (граница моренной толщи и покровного слоя) позволяет оценить суммарный вклад почвообразования в преобразование исходной толщи двучленных отложений. Микроморфологический и подробный гранулометрический анализ контактных зон показывает, что почвообразование не оказало существенного влияния на литологическую границу и степень исходной дифференциации профиля. Однако литологическая граница была существенно усложнена в процессе формирования трещинной сети и турбаций различной природы (криогенной, биогенной).

Итак, педолитокомплексы на двучленных отложениях в области московского оледенения являются индикаторами сложных взаимоотношений литогенных, педогенных и криогенных процессов, что позволяет дать палеоэкологическую характеристику последнего ледниково-межледникового цикла. Перспективна дальнейшая детализация различных стадий преобразования двучленной толщи с разделением педогенных признаков микулинского межледниковья и голоценовых, а также корреляция этих стадий с этапами формирования лёссово-палеопочвенных серий за пределами московского оледенения. Также перспективно сопоставление педолитокомплексов в пределах всей области московского (Warthe, Saalian III) оледенения Северной Европы (Россия, Белоруссия, Польша, Германия, Нидерланды).

УДК 681.31.04

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Мамедов Г.М., Мамедбекова З.Б., Агакишибекова С.Ю., Рагимова Г.Р., Махмудова Э.П.

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г.Баку, [goshgarmm@rambler.ru](mailto:goshgarmm@rambler.ru)*

INCREASE OF SOILS FERTILITY AS A FACTOR-EFFICIENCY OF THE FERTILIZER USE  
UNDER THE AZERBAIJAN REPUBLIC CONDITIONS

G.M.Mammadov, Z.B.Mammadbayova, S.Y. Agakishibayova, G.R.Rahimova, Mahmudova E.P.

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of NASA*

Плодородие является одним из качественных признаков развития природного почвообразовательного процесса. Его повышение это одна из основных проблем в агрохимических исследованиях.

Системой применения удобрений решаются такие задачи как повышение урожая, улучшение его качества, возрастание плодородия почв, способствующее оптимизации условий питания возделываемых культур. [1,2]

Внесение удобрений способствует повышению концентрации питательных веществ в почвенном растворе, улучшению водопроницаемости почвы, которая обеспечивает, баланс питательных веществ в ней и сводит, к минимуму их потери способствуя воспроизводству плодородия почвы, создавая бездефицитный баланс питательных веществ.[3]

Применение удобрений способствует улучшению водно-физических свойств почвы, повышению уровня минерального питания основанного на потребности растений в питательных веществах с учетом динамики поступления в почву и растения, установлению их оптимальной дозы способствующей получения наибольшего выхода урожая сельскохозяйственных культур.[4,5]

Длительное применение удобрений азотных фосфорных калийных создает оптимальные параметры плодородия, повышает уровень накопления гидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия, что позволяет значительно улучшить показатели плодородия почвы, способствует доступности питательных веществ для корней растений.

Почвенное плодородие является естественным качественным показателем эффективного использования почвенных запасов, и улучшение этого свойства почвы связано с восстановлением потерь питательных веществ связанных с возделыванием сельскохозяйственных культур.

Исследования по изучению плодородия почв с использованием различных доз и соотношений удобрений в различных почвенно-климатических зонах республики показали, что применение различных систем удобрений на орошаемых лугово-коричневых и лугово-лесных почвах Куба-Хачмазской зоны под плодовыми и овощными культурами с использованием органо-минеральных удобрений способствовало возрастанию урожая возделываемых культур на 61,5%.

Минеральные удобрения вносили в соотношении 50% в виде минеральных удобрений и 50% в виде эквивалентного количества органическим.

Определены микроэлементы для некоторых типов ландшафтов Большого Кавказа (Mn, Mo, Co, Cu) изучена их широкомасштабная миграция в системе почва-растение. В почвах их количество было в пределах кларка. Установлена их транслокация в зависимости от их содержания в почве, вида растений и биологических свойств.

Институтом из органических удобрений и растительных остатков был получен катализатор ускоряющий процесс разложения азота в почве из азотосодержащих органических удобрений, предложены методы восстановления плодородия почв, новые удобрения повышающие урожайность сельскохозяйственных культур, физиологически активные вещества, препятствующие потерям азота почвы.

При помощи определения агрохимических и агрофизических показателей аллювиальных лугово-лесных почв занятых под сенокосами усовершенствована система применения удобрений определены нормы, способы, соотношения, и срок внесения, органических и органо-минеральных удобрений по фазам развития сельскохозяйственных культур, которые рекомендованы сельскому хозяйству.

Исследования проводимые в институте связаны с созданием научных основ агропочвенной классификации, которые позволят использовать результаты исследований в хозяйствах республики.

Изучается влияние орошения на антропогенные факторы, биологических показатели плодородия почв. Действие биологически активных органических удобрений, на физические, химические биологические показатели способствующие улучшению плодородия почв.

Проведение мониторинга и экологической оценки плодородия почв, используемых, под посадками многолетних насаждений позволило оптимизировать эти показатели и изучить способы повышения продуктивности насаждений.

Проведены исследования по сравнительному изучению показателей плодородия почв Ширванской и Мильской низменностей при длительном их использовании под сельскохозяйственными культурами.

#### Литература

1. Мамедова С.М., Джафарова А.Б.-Свойства плодородия почв. Баку, «Элм», 2005, с.193.
2. Мамедов Г.М.- Влияние применения удобрений на динамику накопления NPK, лугово-коричневых и лугово-лесных почв северо-восточной части Большого Кавказа. Сборник трудов Института Почвоведения и Агрохимии., т.XVIII, Баку, «Элм», 2009, с.418-425.
3. Мамедбекова З.Б.-Влияние оптимальных доз удобрений на улучшение показателей урожайности цветочных культур. Сборник трудов Института Почвоведения и Агрохимии., т.XVIII, Баку, «Элм», 2009, с.442-447.
4. Миркин В.М., Хазиев Ф.М.-Управление плодородием почв агроэкосистемый подход. Почвоведение, №1, 2001, с.216.
5. Шилов А.А., Дурманов Д.Н. –Современные концепции управления плодородием почв; проблемы исследования модель. М., 1985, с.3-12.

УДК 502/504: 631.4

#### АКТУАЛЬНОСТЬ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ И МУЗЕИФИКАЦИИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Е.Д.Никитин\*, С.А.Шоба\*\*, Е.П.Сабодина\*, О.В.Любченко\*

\* Музей землеведения МГУ, г. Москва, [z1110166@mail.ru](mailto:z1110166@mail.ru)

\*\* Факультет почвоведения МГУ, г. Москва

#### CURRENCY OF POPULARIZATION AND MUSEUM DEMONSTRATION OF SOIL SCIENCE

E.D.Nikitin\*, S.A.Shoba\*\*, E.P.Sabodina\*, O.V.Lubchenko\*

\*Earth Science Museum of MSU

\*\*Soil science faculty of MSU

На почвоведение ложатся все более ответственные научно-исследовательские и прикладные задачи, от успешного решения которых зависит не только прогресс в осуществлении продовольственных программ, как это представляется большей части образованного населения. В.В.Докучаев в свое время очень четко определил разноплановое назначение науки о почве: «Почвоведение, несомненно, имея первенствующее, так сказать, основное значение для сельского хозяйства, вместе с тем остается самостоятельной отраслью естествознания, со своими собственными задачами» [4].

Междисциплинарность науки о почве весьма наглядно показывает созданное российскими почвоведомы учение о функциях почв в экосистемах и геосферах, наиболее полно освещенное в классическом университетском учебнике: Г.В.Добровольский, Е.Д.Никитин «Экология почв. Учение об экологических функциях почв» [3]. Однако почвоведение по-прежнему воспринимается обществом достаточно односторонне и, самое главное, о нем мало знают. И причина этого не только в слабом освещении знаний о почве в высшей и средней школе, но и явно недостаточная популяризация почвоведения.

Одним из эффективных способов распространения знаний о почве среди различных слоев населения является отражение почвенной информации в музейной и выставочной экспозиции. Однако в большинстве природоведческих музеев почва или вообще отсутствует или представлена более чем скромно. В то же время наш опыт создания почвенно-географической экспозиции Музея земледования МГУ (МЗ) и использования ее в учебном процессе говорит о несомненной актуальности музеефикации почвоведения как весьма важном и наглядном способе его популяризации [6, 9].

Почвенно-географическая экспозиция Музея земледования во многом может служить моделью музейного отображения почвенного разнообразия Земли и основных закономерностей пространственно-временной динамики почв, обусловленной природными и антропогенными факторами [9].

Кратко осветим главные принципы построения почвенной экспозиции Музея земледования, которой посвящен специальный отдел «Природная зональность и почвообразование» (25 эт. Главного здания МГУ).

Во-первых, почвенно-географическая экспозиция – неотъемлемая структурно-функциональная планетарная составляющая Музея земледования в целом - является логическим продолжением экспозиции выше расположенного отдела «Экзогенные процессы и история развития Земли» (26 эт. Главного здания МГУ).

Во-вторых, почва в отделе «Природная зональность и почвообразование» представлена не сама по себе а, по выражению проф. М.А.Глазовской, «показана в ландшафте». Действительно, коллекциям монолитов почв географических зон корреспондирует научная графика на стендах и ландшафтная живопись фризового пояса.

В-третьих, почва показана как компонент природно-культурного наследия, нуждающийся в постоянной заботе и охране [11].

Кроме того, при модернизации рассматриваемого отдела были существенно пополнены коллекции монолитов новыми почвами с использованием катенарного подхода и усилена художественная выразительность экспозиции в целом, прежде всего за счет диорамных приемов [9].

Кратко охарактеризуем преимущества использования музейной почвенной экспозиции для целей популяризации почвоведения и охраны почв.

С помощью музея, являющегося синтезом науки и искусства, удастся принципиально более доходчиво и обоснованно донести до посетителя важнейшие постулаты современного почвоведения и охраны почв: а) почвоведение – фундаментальная комплексная наука будущего, остро нуждающаяся в своем дальнейшем развитии и приходе в нее увлеченной талантливой молодежи; б) без сбережения оставшихся природных почв и восстановления деградированных земель их рационального использования и охраны дальнейшая деградация окружающей среды неизбежна; в) необходимо уяснение основных общих положений современного почвоведения всеми образованными людьми и в первую очередь специалистами родственных профессий и др.

Говоря об эффективности популяризации почвоведения с помощью музейной экспозиции, следует подчеркнуть, что сама музеефикация почвенной науки нуждается в пропаганде с целью ее более широкого внедрения. Важным аргументом здесь могут служить факты благотворного влияния музея не только на посетителей, но и на творческий процесс специалистов, непосредственно занимающихся музейным делом.

Не случайно, что В.В.Докучаев и В.И.Вернадский начинали свою трудовую деятельность после окончания университета музейными хранителями. Не случайно, что именно в музеях зарождались пионерные работы, выраставшие затем в серьезные исследования и теоретические обобщения [1-3, 5, 7-12]. И не случайно, что академик Г.В.Добровольский был руководителем экспедиции по сбору почвенных монолитов для Музея земледования в период его создания и входил в состав межфакультетского совета по разработке научных планов развития его экспозиции.

## Литература

1. *Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.М., Сухачева Е.Ю.* Красная книга почв Ленинградской области. СПб.: Аэроплан, 2007. 320 с.
2. *Аристовская Т.В.* Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука, 1980. 185 с.
3. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во МГУ, 2012. 415 с.
4. *Докучаев В.В.* Дороже золота. М.: Изд-во МГУ, 1994.
5. Красная книга почв России / ред. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. М.: МАКС-Пресс, 2009. 575 с.
6. Музей землеведения. Путеводитель. М.: МЗ МГУ, 2008. 102 с.
7. *Никитин Е.Д.* Роль почв в жизни природы. М.: Знание, 1982. 50 с.
8. *Никитин Е.Д.* О создании Красной книги почв // Почвоведение. 1989. № 2. С. 113-121.
9. *Никитин Е.Д.* Музей – наука – творчество. М.: МАКС-Пресс, 2015. 615 с.
10. *Пономарева В.В.* Теория подзолообразовательного процесса. М.: Изд-во АН СССР, 1964. 377 с.
11. *Сабодина Е.П., Никитин Е.Д., Кочергин А.Н., Шоба С.А.* Развитие экологических движений. М.: МАКС-Пресс, 2008. 275 с.
12. *Чижиков П.Н.* Карта почвообразующих пород Европейской части СССР. М-б 1-4000000. М., 1968.

УДК 631.95

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ МИЛЬСКО-КАРАБАХСКОЙ РАВНИНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

К.Г.Нуриева

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана.*

*[nuriyevakamala@rambler.ru](mailto:nuriyevakamala@rambler.ru)*

### APPRAISAL OF THE ARABLE SOILS FERTILITY CONDITION IN THE MIL-GARABAGH PLAIN OF AZERBAIJAN

K.G. Nuriyeva

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS*

Современная земледельческая наука усовершенствовала известные в прошлом адаптивные подходы, предложив для практического применения адаптивно-ландшафтные системы земледелия. При этом учитывать природные особенности конкретного региона предлагается с помощью агроэкологической оценки земель.

Агроэкологическая оценка почв по методике Г.Ш.Мамедова осуществляется посредством отдельных экологических шкал, каждая из которых дает дифференцированное представление об отдельных параметрах экологических условий. Экологические шкалы почв характеризуют условия их образования и пригодность почвенного покрова для тех или иных целей [4]. Основой для построения таких шкал служат данные по рельефу, геологии, почвообразующим породам, гидрологическим условиям, количественные и качественные данные почвенно-экологического состояния исследуемой территории. В зависимости от целей исследований изучаются разные экологические факторы с неодинаковой степенью деятельности. В этом аспекте значительный интерес представляет агроэкологическая оценка орошаемых почв Мильско-Карабахской равнины. Эта равнина является частью Кура-Араксинской низменности [1]. Климат равнины умеренно-теплый и сухой субтропический. Наиболее распространенными почвами Мильско-Карабахской равнины являются горно-серо-коричневые, серо-коричневые (каштановые), сероземно-луговые, лугово-сероземные почвы и их разновидности [2]. Орошаемые серо-коричневые почвы формировались в умеренно-теплых климатических условиях на делювиально-пролювиальных карбонатных и

лессовидных суглинках и лессах. По содержанию гумуса среди орошаемых серо-коричневых почв ясно выделяются серо-коричневые темные почвы (2,5-3,49%), содержание гумуса в нижних горизонтах таких почв иногда превышает 1%. Эти почвы карбонатны с поверхности, полностью насыщены основаниями. Количество плотного остатка по профилю колеблется от 0,05-0,22%.

Площадь орошаемых серо-коричневых почв составляет 18000 га. Орошаемые сероземно-луговые почвы составляют основной фон почвенного покрова равнины. Площадь этих почв составляет 40000 га. Грунтовые воды залегают на глубине 160-280 см, процесс почвообразования протекает при активном участии грунтовых вод [6]. Распространены засоленные, солонцеватые сероземно-луговые почвы. В поверхностном горизонте высокое содержание гумуса – 2,8 – 3,3%, с увеличением гумусности количество горизонтов с белоглазкой постепенно возрастает. Почвы, развитые недавно отложенных аллювиальных наносов отличаются невыразительным монотонным профилем и малой гумусностью. Карбонатность изменяется в пределах 8-12%. По результатам анализа установлена довольно большая емкость поглощения. Орошаемые сероземно-луговые почвы богаты питательными веществами, эти почвы почти не засолены, количество плотного остатка колеблется от 0,17 до 0,26%.

Для проведения агроэкологической оценки орошаемых почв территории использованы данные 3 групп показателей [4]: 1) Экологические показатели, дающие информацию о факторах среды (высота (м), осадки (мм), показатель  $Md$ ,  $\Sigma t > 10^0 C$ ); 2) Баллы бонитета изучаемых почв, вычисленные на основе основных диагностических показателей почв (запасы гумуса, азота, фосфора и суммы поглощенных оснований почв); 3) Почвенные показатели, неиспользованные при проведении бонитировки почв (количество физической глины (%), карбонатность (%), рН, плотный остаток (%)).

Кроме этого, по методике С.З.Мамедовой для выявления влияния отдельных свойств на экологическую оценку почв, нами разработана система частных шкал оценки почв по степени проявления отдельных их признаков, выраженные в баллах. Используя систему частных шкал, качество изучаемых почв ранжировалось в зависимости от степени проявления того или иного признака. Используя собранные материалы, по всем трем группам показателей почв и применяя систему, частных шкал оценки почв по степени проявления отдельных их признаков нами проведена агроэкологическая оценка почв Мильско-Карабахской равнины, вычислены агроэкологические баллы основных орошаемых почв территории по формуле, предложенной С.З.Мамедовой [5]. По результатам исследований в изучаемой территории распространены 8 типов и подтипов орошаемых почв. При вычислении баллов бонитета изучаемых почв эталоном выбраны горно-серо-коричневые темные почвы (100 баллов), под влиянием экологических и других почвенных факторов агроэкологический балл этих почв снизился до 94 баллов. Основными лимитирующими факторами для этих почв выступили показатели по высотности (80 баллов) и осадки (90 баллов). Сумма активных температур, показатели по рН и плотному остатку являются для этих почв оптимальными (100 баллов). Самую высокую оценку получили горно-серо-коричневые темные почвы (94 баллов) и серо-коричневые темные почвы (91 баллов).

У горно-серо-коричневых и серо-коричневых обыкновенных почв баллы бонитета составили 82 и 76 баллов, баллы по экологическим и почвенным показателям у этих почв высокие (90, 100 баллов), поэтому итоговый балл получился завышенным (93 и 90 баллов). Такая тенденция прослеживается и в других почвах [3]. Высокие баллы, полученные по экологическим и почвенным показателям, повлияли на итоговый балл горно-серо-коричневых и светлых серо-коричневых почв. Бонитетный балл этих почв был средним (63 и 58 баллов), а итоговый агроэкологический балл получился достаточно высоким (90 и 89 баллов). По полученным данным для равнинных серо-коричневых и лугово-сероземных почв основными лимитирующими факторами являются из климатических показателей количество осадков (90 баллов) и сухость климата (показатель  $Md$ - 80 баллов), из почвенных: тяжелый



гранулометрический состав почв (90 баллов) и засоленность низменных почв (80 баллов). Оптимальными показателями для этих почв являются высотные показатели (100 баллов), обеспеченность территории теплом (100 баллов) и значение рН (100 баллов). Учитывая, экологические и почвенные показатели вычисленный итоговый агроэкологический балл у серо-коричневых и сероземно-луговых почв изменяются в пределах 87-91 баллов.

Подытоживая вышесказанное, можно сказать, что у орошаемых почв Мильско-Карабахской равнины самыми наилучшими агроэкологическими показателями обладают горно-серо-коричневые темные (94 баллов) и обыкновенные почвы (93 балла).

#### Литература

1. *Бабаев М.П.* Орошаемые почвы Кура-Араксинской низменности и их производительная способность, Баку, Элм, 1984, 175с
2. *Волбуев В.Р.* Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности, Баку-1965 г.;
3. *Мамедов Г.Ш., Нуриева К.Г.* Экологическая оценка орошаемых почв Карабахской равнины, Доклады НАНА, Баку, Элм, 2009, с.146-154
4. *Мамедов Г.Ш.* Экологическая оценка почв с/х и лесных угодий Азербайджана. Автореф. док. дис. Днепропетровск, 1991, 32с.
5. *Мамедова С.З.* Модели плодородия чаепригодных почв Ленкоранской области Азербайджана, Баку, Элм, 2002, 174 с
6. *Микаилов Н.К.* Природно-геологические особенности и экологические условия засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку, 2000, 375 с.

УДК631.472/56:631.445.4

#### БАЛАНС ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

Л.М. Онищенко

*Кубанский государственный аграрный университет*, г. Краснодар, [dekanatxp@mail.ru](mailto:dekanatxp@mail.ru)

#### THE BALANCE OF HUMUS IN LEACHED CHERNOZEM

L. M. Onishchenko

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, [dekanatxp@mail.ru](mailto:dekanatxp@mail.ru)*

Для сельскохозяйственных культур гумус является резервом элементов минерального питания. В нем, по данным Г.П. Гамзикова [1], содержится до 90 % запаса почвенного азота. Вовлечение чернозема в сельскохозяйственное производство, как свидетельствуют В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев и др. [2], уменьшает поступление в почву растительных остатков в 3–6 раз. С урожаем культур отчуждается значительное количество органического вещества, в том числе и питательных веществ это приводит к изменению содержания гумуса. Улучшить гумусное состояние почв, по мнению В.Г. Минеева [3], может органо-минеральная система удобрения культур.

В природных условиях гумификация и минерализация остатков биоценоза – два противоположно направленных процесса, и они стабильно равновесны. При несоблюдении рекомендованной системы удобрения культур актуальны исследования, которые позволяют определить продуктивность пашни в севообороте и баланс гумуса в ней с целью корректировки проведения мероприятий, позволяющих сохранить плодородие чернозема.

**Цель исследований** – установить баланса гумуса в черноземе выщелоченном в условиях типичного равнинного агроландшафта Азово-Кубанской низменности. Рассчитать вынос (расход) всего азота (в том числе из почвы) пошедшего на формирование урожая культур в третьей ротации севооборота на естественном уровне плодородия почвы, а также минерализацию гумуса и его образование из пожнивно-корневых остатков (приход).

**Методика.** Исследования проводились в стационарном опыте кафедры агрохимии 2003–20014 гг., расположенного на базе учхоза «Кубань» Кубанского госагроуниверситета (г. Краснодар), имеющем трехкратное повторение во времени. Почва – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Баланс гумуса в ней определяли как разность между его поступлением за счет пожнивно-корневых остатков и расходом вследствие минерализации органического вещества. Обработку результатов опыта выполняли на основе обобщенных рекомендаций научных учреждений и отдельных авторов по порядку проведения расчетов гумуса в пахотных почвах региона [4]. В расчетах использовались данные по урожайности культур, полученные непосредственно автором (люцерна, подсолнечник, соя, яровой ячмень + люцерна), а также данные профессора Л.И. Громовой и доцентов В.В. Дроздовой и М.А. Осипова – ответственных исполнителей опыта в отдельные годы исследований.

Агрохимическая характеристика почвы опытного поля и результаты аналогичных исследований после проведения второй ротации севооборота проанализированы, доложены научным руководителем, член-корреспондентом РАН А.Х.Шеудженом на ежегодных совещаниях Географической сети опытов с удобрениями (г. Москва), а также опубликованы ранее [5].

**Результаты исследований.** Расчет баланса гумуса на естественном уровне плодородия почвы по окончании третьей ротации севооборота показал, что вынос всего азота с урожаем зерна был наибольшим при выращивании озимых зерновых культур: озимой пшеницы – 122,2; 157,5 и 148,8 кг/га после подсолнечника, люцерны и сои соответственно; озимого ячменя – 132,6 кг/га. С учетом поправки на интенсивность обработки почвы вынос элемента с урожаем был выше не только по этим культурам (в 1,2 и 1,6 раз соответственно), но и подсолнечнику и кукурузе на зерно. Вынос всего азота с зерном озимой пшеницы увеличился до 146,6; 189,0 и 223,2; кг/га; озимого ячменя – до 159,1 кг/га. На посевах подсолнечника и кукурузы расходная часть баланса по выносу всего азота с урожаем составляет примерно такую же величину – 144,0 и 152,0 кг/га соответственно.

Вынос азота из почвы определяла доля элемента, участвующая в формировании урожая. Уровень урожая важнейшей зерновой культуры – озимой пшеницы в условиях стационарного опыта был средним и высоким, и он зависел не только от внесенных удобрений, агрометеорологических условий, но и от предшественника. Урожайность озимой пшеницы после подсолнечника, люцерны и сои составила 4,7; 5,3 и 6,2 т/га, а вынос азота из почвы соответственно – 73,3; 94,5 и 133,9 кг/га. На посевах озимого ячменя, подсолнечника и кукурузы вынос азота из почвы был примерно таким же – 79,6; 72,0 и 76,0 кг/га соответственно. Этот показатель был значительно меньше под люцерной 2-го, 3-го года жизни, люцерной, выращиваемой под покровом ярового ячменя и соей – 43,9; 32,9; 56,2; 19,7 кг/га соответственно. Существенно выше он был у сахарной свеклы – 211,0 кг/га, что еще раз подтверждает высокие требования этой культуры к уровню минерального питания. Минерализация гумуса на посевах озимых зерновых варьировала от 1,59 до 2,79 т/га, пропашных культур – от 1,58 до 4,29 т/га. Расход гумуса почвы на посевах люцерны 2-го и 3-го года жизни и сои был существенно ниже – 0,88; 0,69; 0,39 т/га соответственно.

Приходная часть баланса гумуса складывалась из количества пожнивных и корневых остатков, возвращаемых в почву после выращивания культуры, и вновь образующегося гумуса (восполнение за счет гумификации органического вещества). Накопление гумуса в почве в условиях зернотравяно-пропашного севооборота происходило только при выращивании люцерны (2-го и 3-го годов жизни) и сои. Его количество составило 0,366; 0,274 и 0,037 т/га соответственно. Об этом свидетельствует расчет баланса гумуса в почве под этими культурами. Можно констатировать, что он был положительным только на посевах люцерны и сои и составил +278; +205 и 20 кг/га. При этом средневзвешенные величины минерализации и новообразования гумуса по севообороту равны 1,71 и 1,22 т/га,

(определялись как средние показатели по всем культурам севооборота). Дефицит гумуса составил 4,8 т/га.

Расчетные данные по балансу гумуса с учетом нормативов его образования (65 кг из 1 т подстилочного навоза) показывают, что норма органического удобрения для бездефицитного его баланса – 7,4 т/га.

**Заключение.** Выращивание сельскохозяйственных культур без применения удобрений в зернотравяно-пропашном севообороте в условиях типичного равнинного агроландшафта Азово-Кубанской низменности на черноземе выщелоченном слабогумусном сверхмощном легкоглинистом на лессовидных тяжелых суглинках не обеспечивает бездефицитного баланса гумуса в почве, что сказывается на уровне плодородия почвы. Потребность в органических удобрениях для бездефицитного его баланса более – 7 т/га. Внесение минеральных и органических удобрений в таком количестве позволит решить проблему не только стабилизации содержания гумуса при интенсивном использовании чернозема в сельскохозяйственном производстве, но и его сохранения с последующим воспроизводством.

#### Литература

1. *Гамзиков, Г.П.* Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков. – Новосибирск, 2013. – 790 с.
2. *Кирюшин, В.И.* Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев [и др.]. – М.: МСХА, 1993. – 100 с.
3. *Минеев, В.Г.* Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: КолосС, 2004. – 720 с.
4. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях в Краснодарском крае / Л.П. Леплявченко, А.Г. Пашков, А.А. Хуртин и др. – Краснодар, 1989. – 24 с.
5. *Шеуджен, А.Х.* Агроэкологическая эффективность системы удобрения полевого севооборота в условиях Северо-Западного Предкавказья / А.Х. Шеуджен, Л.И. Громова, Л.М. Онищенко, [и др.]. Состояние и перспективы агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2010. – С. 54–59.

УДК 631.45

#### О ПЛОДОРОДИИ СКЕЛЕТНЫХ ПОЧВ КРЫМА НА ИЗВЕСТНЯКАХ И КОНГЛОМЕРАТАХ

Н.Е. Опанасенко

*Никитский ботанический сад, г. Ялта, [igorkostenko@ukr.net](mailto:igorkostenko@ukr.net)*

#### ABOUT FERTILITY OF SKELETON SOILS CRIMEA ON LIMESTONE AND CONGLOMERATE

N.Y. Opanasenko

*Nikitsky Botanical Gardens, Yalta*

В Степной и Предгорной зонах Крыма насчитывается около 460 тыс. га различных по степени скелетности и развитости профиля черноземов южных и предгорных обыкновенных, коричневых и аллювиальных почв преимущественно на элювии и элювии-делювии известняков и на аллювиально-пролювиальных сцементированных галечниках-конгломератах. Приурочены они к агроклиматическим районам с благоприятными в целом для плодовых культур климатическими условиями и после проведения проектных, агротехнических и мелиоративных мероприятий успешно осваиваются под сады (>10 тыс. га).

Учеными Никитского сада разработаны теоретические и прикладные основы оценки пригодности и повышения плодородия скелетных почв, а также пути освоения их под сады

по установленным для конкретных плодовых культур, сортов допустимым и реально оптимальным параметрам интегральных показателей плодородия почв.

Установлено, что отрицательная зависимость количества скелета в почвогрунтах от глубины залегания плиты известняков и конгломератов указывает на генетическую связь скелетных фрагментов с известняками или на их обусловленность природными гипергенными процессами формирования неозлювия и конгломератов, а также техногенезом. Чем глубже плантаж, тем больше скелетность педотурбированного слоя.

Близкое к дневной поверхности залегание перекристаллизованных известняков – индикатор маломощности почвогрунтов, карстовых процессов в плиоцене, наличия под ними красноцветных глинистых продуктов карста. Под конгломератами залегают рыхлые четвертичные сероцветные суглинки и галечники или плиоценовые красно-бурые глины и палеопочвы. Все эти педоседименты – резерв увеличения корнеобитаемого слоя деревьев.

Статистически установлено, что мощность корнеобитаемого слоя, количество в нем скелета, запасы мелкозема и влаги зависят от глубины залегания плиты известняков и конгломератов, а запасы мелкозема и влаги, в свою очередь, коррелируют с содержанием скелета. Запасы мелкозема количественно статистически достоверно отражают степень скелетности и развитости профиля почвогрунтов, плотность сложения мелкозема, обеспеченность почв гумусом, N, P, K, влагой и являются интегральным показателем физической выветрелости, состава и плодородия скелетных почв.

Скелетные плантажированные почвы характеризуются легкоглинистым и тяжелосуглинистым крупнопылевато-иловатым гранулометрическим составом, агрономически благоприятной макро- и микроструктурой, рыхлым и уплотненным сложением мелкозема и высокой его общей порозностью и воздухоемкостью, хорошей влагоемкостью, наилучшей, но нередко излишне высокой водопроницаемостью. Почвы насыщены основаниями, не засолены, средне- и высококарбонатны, но карбонатов не выше допустимых для плодовых культур норм и они не хлорозят.

Почвы различной скелетности и развитости профиля в пределах типа или подтипа по процентному содержанию гумуса, валовых форм N, P, K, влаги не различаются, а объективными показателями плодородия скелетных почв являются их запасы. Выявлен интегральный характер запасов гумуса, отражающий обеспеченность почв основными элементами питания. Запасы мелкозема, гумуса, количество скелета, глубина залегания плит известняков и конгломератов положены в основу оценки плодородия скелетных почв и дополняются показателями запасов влаги, валовых и подвижных форм N, P, K, содержанием CaCO<sub>3</sub>.

УДК 641.48

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮГА РУССКОЙ  
РАВНИНЫ В ЭПОХУ БРОНЗЫ ПО ДАННЫМ ПОЧВЕННО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Л.С. Песочина

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино,  
[LSPesch@rambler.ru](mailto:LSPesch@rambler.ru)*

PALEOENVIRONMENT IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF THE RUSSIAN  
PLANE FOR THE BRONZE AGE BASED ON THE SOIL-ARCHAEOLOGICAL  
INVESTIGATIONS

L.S.Pesochina

*The Institute of physico-chemical and biological Problems in Soil Science RAS*

В жизни древнего населения природная среда всегда играла важную роль, определяя особенности хозяйственной деятельности и миграционные процессы. Важнейшими палеоэкологическими компонентами являлись почвы и климат.

Для изучения климата в прошлом используются различные природные объекты. Наибольшее количество климатических реконструкций осуществлено на базе спорово-пыльцевого анализа органических отложений болот и стоянок древнего человека. К сожалению, нет универсальных методов и объектов, исключающих вероятность искажений реальных событий. Так, источником ошибок при использовании спорово-пыльцевого анализа может быть присутствие в спорово-пыльцевом спектре пыльцы растений, занесенной с больших расстояний ветром или водными потоками, различная пыльцевая продуктивность отдельных растений и различная сохранность разных типов пыльцы, что может искажать состав спорово-пыльцевых спектров, а также относительность датировок, получаемых радиоуглеродным методом. Возможны искажения из-за многофакторности формирования стратиграфии донных отложений; сравнения палеопочв, сформированных в различных литолого-геоморфологических условиях, погребенных в разные сезоны, без учета масштабов диагенетических преобразований. С этим, вероятно, в большой степени и связаны разногласия в реконструкции климата отдельных периодов голоцена для некоторых регионов. Поэтому целесообразно комплексное применение различных методов, дополняющих и контролируемых друг друга.

В данной работе реконструкция изменчивости природных условий осуществлялась на базе палеопочвенных исследований с привлечением палеогеографического материала. Археологические раскопки проводились в Неклиновском, Мясниковском, Багаевском и Аксайском районах Ростовской области сотрудниками Таганрогского музея (П.А.Ларенок и Е.И.Беспалый), Института археологии РАН (В.Я.Зельдина) и НП «Южархеология». Объектами изучения послужили палеопочвы разновозрастных археологических памятников, в том числе курганов эпохи бронзы (вторая половина III-II тыс. до н.э.).

Одним из важных результатов изучения почв археологических памятников было установление цикличности развития почвообразовательных процессов в голоцене и разработка концептуальной модели разнопериодной динамики природных условий на юге Русской равнины, базирующейся как на собственных данных, так и на литературном материале [7].

Согласно полученным данным во второй половине голоцена имели место два 2-х тысячелетних цикла и пять тысячелетних. Циклы разной длительности накладывались друг на друга. Отмечены периоды как усиления их совместного влияния, так и ослабления.

На основе регрессионного анализа связи годового количества осадков с некоторыми почвенными показателями проведена оценка вероятных масштабов колебаний увлажненности климата в отдельные периоды голоцена [6]. Амплитуда колебаний среднегодового количества атмосферных осадков в Низовьях Дона составляла 380 - 500 мм.

Бронзовый век, охватывавший период с III тыс. до н.э. до рубежа II-I тыс. до н.э. и включивший три последовательно сменявшиеся культурно-исторические общности (ямную, катакомбную и срубную), характеризовался значительными природными изменениями. Наибольшая амплитуда изменчивости приходилась на III тыс. до н.э. Тренд увеличения увлажненности территории первой половины III тыс. до н.э. с формированием максимума в середине III тыс. до н.э. (климатический «оптимум») сменился иссушением во второй половине тысячелетия и резкой аридизацией на рубеже III-первых веков II тыс. до н.э. («ксеротерм»). Среднегодовое количество осадков сократилось на 100-120 мм. Черноземы обыкновенные, переходные к черноземам типичным, сформированные в период климатического оптимума, имевшие комковато-зернистую структуру и признаки повышенной увлажненности, в конце III тысячелетия до н.э. подверглись засолению. Степень засоления была невысокой и благоприятной для внедрения натрия в почвенный поглощающий комплекс и ощелачивания почвенного профиля (рН 8.4-8.5), активного иллювирувания гумуса по порам, ходам корней и червей, вертикальным граням структурных отдельностей, развитию призмовидно-столбчатой структуры к концу этого периода. Карбонаты аккумуляровались, в основном, в форме белоглазки, псевдомицелий был слабо выражен. Максимум карбонатов располагался на глубине около 1 м и его

содержание здесь достигало 13.5%. Верхняя часть профиля характеризовалась слабым хлоридно-содовым засолением, с глубины 140 см сменяющимся средним сульфатным. Запасы гумуса в метровой толще не превышали 22 кг/м<sup>2</sup>. К концу хроноинтервала сформировались черноземы южные, что свидетельствует о резкой аридизации.

Проведенные климатические реконструкции на базе палеопочвенных исследований подтверждаются данными, полученными с использованием палеогеографических материалов, в частности, с динамикой уровней морских бассейнов, изменчивостью спорово-пыльцевых спектров органогенных отложений болот и культурных слоев стоянок древнего человека, изменчивостью ландшафтов [1, 2,5].

Закономерности изменчивости климата, выявленные нами в степях Приазовья, хорошо согласуются с палеоклиматическими данными, полученными для Северного Причерноморья [2,4].

#### Заключение

Полученные материалы позволили выявить следующую картину изменчивости увлажнения климата в степной зоне юга Русской равнины в эпоху бронзы. Середина третьего тысячелетия до н.э. характеризовалась резонансным взаимовлиянием экстремумов увлажнения 2000 и 1000 цикличности. Относительно влажный и прохладный климат в эти хроноинтервалы способствовал интенсивному гумусообразованию, увеличению продуктивности растительных ценозов. Аридизация климата активизировала развитие в почвах региона процессов засоления, осолонцевания, карбонатизации, а также минерализации и пептизации гумуса. Признаки аридного педогенеза зафиксированы в почвах 4000-3700. Изменения климата в эпоху бронзы несомненно должны были влиять на жизненный уклад степных племен. Племена ямной культурно-исторической общности оптимально приспособились к экологическим условиям степной зоны. Они практиковали пастушеское скотоводство, а в наиболее благоприятных природных районах (Поднепровье, Нижний Дон, Кубань) занимались примитивным пойменным земледелием. Катакомбные племена были более подвижными, являлись пастухами-кочевниками. Об этом свидетельствуют редко встречающиеся поселения, преобладание в составе стада овец. В эпоху поздней бронзы жизненный уклад степных племен изменился. Известны сотни поселений этой эпохи, тысячи погребений в курганах и грунтовых могильниках. Обнаружены находки, указывающие на наличие земледелия [3].

#### Литература

1. *Варущенко С.В., Варущенко А.И., Клизе Р.К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных бассейнов в палеовремени. М.:Наука, 1987. 237с.
2. *Герасименко Н.П.* Природная среда обитания человека на юго-востоке Украины в позднеледниковье и голоцене//Археологический альманах. Донецк,1997. №6. С.3-64
3. *Демкин В.А., Борисов А.В., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Золотарева Б.Н., Каширская Н.Н., Удальцов С.Н. Ельцов М.В.* Волго-Донские степи в древности и средневековье. Пушино, 2010. 120 с.
4. *Золотун В.П.* Развитие почв юга Украины за последние 50-45 веков. Автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. Киев, 1974. 74 с.
5. *Кременецкий К.В.* Природная обстановка голоцена на Нижнем Дону и в Калмыкии//Степь и Кавказ. Тр.ГИН. €М., 1997. Вып.97.С.30-45
6. *Песочина Л.С.* Закономерности изменчивости почв и природных условий Приазовья за историческое время//Проблемы эволюции почв. Пушино, 2003. С.145-151
7. *Песочина Л.С.* Позднеголоценовые климатические ритмы, фиксируемые палеопочвами археологических памятников // Экологический вестник, Минск, 2013. №1 (23). С.5-10

РОЛЬ И МЕСТО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В СТАНОВЛЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.В. Попова\*

*\*Музей Землеведения МГУ, г. Москва, [popova@mes.msu.ru](mailto:popova@mes.msu.ru)*PLACE AND ROLE OF SOIL SCIENCE IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL  
ENVIRONMENTAL EDUCATION

L.V. Popova\*,

*\*Earth science museum of MSU*

Высшее профессиональное экологическое образование, возникшее в последнюю четверть XX века в связи с необходимостью подготовки специалистов, способных комплексно решать экологические проблемы и заниматься вопросами оптимизации природопользования, является одной из новых областей профессионального образования. Становление и развитие профессионального экологического образования происходило одновременно с динамичным развитием самой науки экологии, превратившейся за четверть века в мегаэкологию [2,4] и включившей в себя знания различных наук: биологии, географии, геологии, почвоведения, химии, экономики, правоведения и других наук. Одновременно с расширением предметной области изучения экологией шел процесс поиска и определения теоретических основ ее содержания и дифференциации специальных областей знания, направленных на решение практических задач.

Первыми в нашей стране к подготовке специалистов экологического профиля приступили технические вузы, это были лишь отдельные программы, разработанные конкретными вузами [3]. Так, в 1983/1984 учебном году в Московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева на факультете технологии неорганических веществ был осуществлен первый прием студентов по специальности (0837) «Экология и охрана окружающей среды». Одним из первых классических университетов в нашей стране, где была обоснована необходимость подготовки экологов широкого профиля, стал Казанский университет (середина 1980-х г.). До этого в 1969 году в Казанском университете была создана кафедра охраны природы и биогеоценологии и начата подготовка специалистов по охране природы в рамках специальности 2019 «Биология». Востребованность специалистов-экологов в данный период (1970 – 1980-е годы) оставалась невысокой и узконаправленной (охраняемые природные территории и специализированные промышленные производства). Одновременно в это же время в экологической науке происходили кардинальные изменения – из узкого раздела биологии она становится обширнейшей областью междисциплинарных наук и технологий.

Востребованность выпускников, получивших фундаментальную естественнонаучную подготовку и способных проводить экологическую экспертизу, стала очевидной только с 1988 года, после создания самостоятельного ведомства в СССР, отвечающего за охрану окружающей среды. Осенью того же года был создан и российский Комитет по охране окружающей среды (Госкомэкология), претерпевший затем неоднократные структурные преобразования, и функции которого в настоящее время выполняет Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, входящая в состав Министерства природных ресурсов и экологии РФ. В конце 1980-х и начале 1990-х годов среди первых сотрудников вновь созданного министерства было много выпускников факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова. Одна из причин этого состоит в том, что у почвоведов более комплексное естественнонаучное образование, что давало преимущество перед узкой специализацией биологов, а подготовка специалистов экологов только начиналась.

Первый государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ГОС ВПО) по направлению «Экология и природопользование» был утвержден в 1994 году (бакалавриат) и в 1997 году для специальностей, соответствующих данному направлению («Экология», «Биоэкология», «Природопользование», «Геоэкология»). В этих

документах почвоведение – отдельная дисциплина, вошедшая в блок базовых естественнонаучных дисциплин (ЕНД) наряду с биологией, географией, химией, физикой и высшей математикой, что свидетельствует о единодушном признании научным сообществом необходимости и приоритетности знаний о почвах для будущих экологов. При разработке и обсуждении первого ГОС ВПО по направлению «Экология и природопользование» возникали жаркие дискуссии о необходимости включения тех или иных наук, а также их разделов в учебный план подготовки студентов. В результате было принято решение положить в основу формирования базового ядра знаний экологов средовой подход, то есть будущие экологи должны были детально изучить дисциплины, характеризующие среды жизни, как человека, так и всех других живых организмов. Поэтому изучение основных экологических функций почвы как среды обитания организмов и их физической опоры, и как регулятора биогеохимических циклов в биосфере [1,5], не только в рамках дисциплины «Почвоведение», но и в других дисциплинах («Учение о биосфере», «Геохимия окружающей среды» и др.) усилило значение науки почвоведение в общепрофессиональных знаниях студентов экологов.

Разработка ГОС ВПО второго (2000 г.) и третьего (2009 г.) поколений по направлению «Экология и природопользование» шла по пути интеграции различных естественных наук с целью решения экологических проблем. При разработке ГОС ВПО первого поколения формирование учебного плана происходило методом простого объединения различных дисциплин без учета их содержания, что вызвало повторы в преподавании. К 2000 году уже были созданы отдельные интегративные общепрофессиональные дисциплины, среди которых и дисциплина «Устойчивое развитие человечества», где природным ресурсам (в том числе и почвенным) отводится значительное время на изучение. Выделение главного в каждой конкретной общепрофессиональной дисциплине и дальнейшее объединение их содержания позволило ликвидировать повторы в преподаваемых дисциплинах. После этого наметились тенденции усиления специализации каждой конкретной общепрофессиональной дисциплины и создание множественных специализаций в рамках экологических специальностей. Так, в рамках специальности «Геоэкология» была разработана и утверждена специализация 013605 – Экологическое почвоведение (ГОС ВПО – 2000 года), а дисциплина «Экология почв» была внесена в обязательный для всех студентов-геоэкологов федеральный компонент. В рамках этой дисциплины рекомендовалось изучить такие вопросы как: экологическая роль почвенного покрова; почва как компонент биогеоценоза; плодородие почв и продуктивность экосистем; экологические функции почв; трансформация почв и их функционирование при антропогенном воздействии.

В настоящее время, несмотря на значительное сокращение часов на изучение дисциплин базовой части в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) третьего поколения и ФГОС 3+, почвоведение остается его важной составной частью с соответствующей профессиональной компетенцией, необходимой для бакалавров экологии и природопользования.

#### Литература

1. *Владыченский А.С.* Экологические функции почвы в биосфере и биогеоценозах // Биология для школьников. – 2007. - № 3. – С. 18-24.
2. *Красилов В.А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – М., 1992. – 174 с.
3. *Попова Л.В.* Становление и развитие высшего профессионального экологического образования в России: анализ проблем. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2013. – 192 с.
4. *Реймерс Н.Ф.* Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. – М.: ИЦ «Россия молодая» – Экология, 1992. – 367 с.
5. Учебно-методические материалы по направлению 022000 «Экология и природопользование»: для гос. ун-тов. – ООО «Новосибирский издательский дом», 2011. – 432 с.



ПОЧВЫ И КЛИМАТ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА \*  
В.Е. Приходько*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, Пушкино, Московская обл., valprikhodko@rambler.ru*SOILS AND CLIMATE OF STEPPE ZONE IN SECOND HALF OF THE HOLOCENE  
V.E. Prikhodko*Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS, Pushchino, Moscow region*

Древние цивилизации на территории России существуют со второй половины голоцена, об этом свидетельствуют археологические памятники, построенные древними людьми: могильники, селища, производственные объекты. Например, в эпоху бронзы около 4 тыс. л.н. на Южном Урале функционировала синташтинско-аркаимская общность, оставившая 22 укрепленных поселения и тысячи археологических памятников (Зданович, Ботанина, 2007; Приходько и др., 2014). Скифская культура была распространена на большой территории Евразии, ее бронзо-литейное производство и уникальные украшения, так называемый «звериный стиль» известны во всем мире. В Тыве располагается крупный некрополь эпохи ранних кочевников. Исследовано два кургана скифской знати: Аржан сопровождался 160 захоронениями лошадей и Аржан 2 сохранился неразграбленным с уникальными находками (из 9300 предметов было 5300 золотых украшений) [Грязнов, 1980; Чугунов и др., 2002].

Исследовались палеопочвы ряда археологических памятников степной зоны Предуралья, Зауралья и Центральной Азии. Древние почвы, погребенные под стенами поселения Аркам и разновозрастными курганами сравнивались с современными фоновыми аналогами. Выявлены физические, химические, микробиологические свойства почв. Также проводили палинологические исследования с выделением палиноморф из древних и современных почв. Для всех объектов определен возраст сооружения памятников методом радиоуглеродного датирования (Киев, радиоуглеродная лаборатория, рук. В.В. Скрипкин).

Укрепленное поселение Аркаим - выдающийся памятник эпохи бронзы Евразии открыт в 1987 г. в Челябинской области, (некалиброванные даты 17-16 и 21-19 вв. до н.э., кал. 1  $\sigma$ ) (СШ 52°37–40', ВД 59°32–37'). В Аркаимской долине выявлено более ста исторических памятников разных эпох, в основном бронзового века (Зданович, Ботанина, 2007). Аркаим - одно из 22 поселений синташтинско-аркаимской археологической культуры Южного Зауралья.

Палеопочвы, сохранившиеся под основаниями стен поселения Аркаим, характеризуются морфологическими и физико-химическими свойствами близкими к фоновым аналогам. Однако в древних почвах Аркаима по сравнению современными отмечается меньший запас углекислых и легкорастворимых солей. Это свидетельствует о том, что природные условия эпохи были близки современным и даже несколько более увлажненными. Этот вывод подтвержден данными спорово-пыльцевого анализа, выполненного проф. Н.П. Герасименко. Произрастание сосновых лесов с папоротниковым покровом, примесь влаголюбивых пород (ольхи, ели), а также низкое участие в составе степной растительности ксерофитов и галофитов, значительная роль лугового разнотравья соответствуют более влажным климатическим условиям, чем современные. Наличие пыльцы широколиственных пород (вяза, клена татарского и липы), рогоза и конопли может свидетельствовать о несколько более теплом климате, чем в настоящее время. Спорово-пыльцевой спектр палеопочвы укрепленного поселения Аркаима относится к переходному от степного типа к лесостепному. Судя по результатам спорово-пыльцевого (фитолитного) анализов, климат во время сооружения стены поселения был несколько влажнее и теплее

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ: 13-05-00246

современного. Обсуждается проблема появления земледелия. Аналогичные данные получены для подкурбанной почвы близкого с Аркаимом возраста у п. Александровский, располагающего в Аркаимской долине (Иванов, Чернянский, 2007).

Исследовались два кургана у д. Каранаево и д. Услы Стерлитамакского и Стерлибашевского районов, Республики Башкортостан, находящихся в 30 км друг от друга и сооруженных срубной популяцией, проживавшей ~3500 (некалиброванные даты) и 3850-3770 (кал., 1  $\sigma$ ) лет назад в Предуральской лесостепи (СШ 55°14,155'; ВД 53 36,130', высота 259 м и СШ 55°35,627', ВД 53°43,820', высота 185 м, соответственно). Полученные палинологические данные, выполненные Е.П.Рогозиным (Киев), дают основания считать, что в регионе в этом хроноинтервале климат был более влажным, чем в настоящее время, о чем свидетельствует большее содержание мезофильных компонентов и меньшее - ксерофитов в ископаемых палиносpectрах по сравнению с современными. Теплообеспеченность срубного периода была близка современной или несколько меньше, на что указывает небольшое содержание пыльцы широколиственных деревьев в фоссильных палиносpectрах. Палеорастительный покров был представлен злаково-разнотравными степями и небольшими перелесками из березы и единично – липы, пыльца сосен (*Pinus sylvestris* и *P. sibirica*), вероятно всего является заносной.

По свойствам фоновые и древние черноземы Башкортостан имеют большое сходство. Различаются они содержанием органического вещества. Реконструированное его содержание в слое 0-40 см палеопочв больше, чем в современных почвах с учетом того что, за 3500 лет минерализовалось 60% гумуса. Это может свидетельствовать о более благоприятном климате срубного времени по сравнению с современными условиями и подтверждает данные палинологии.

Исследован могильник Белое Озеро в Турано-Уюкской котловине Тыва (СШ 52°04,458'; ВД 93°44,092', высота 840 м). В основании четырех скифских курганов возрастом 2455-2380 (некалиброванные даты) и 2560-2390 (кал., 1  $\sigma$ ) лет назад и окружающем их кольце лежат камни. Памятник относится к уюкской культуре. По палинологическим данным, полученным д.б.н. Т.А. Бляхарчук (Томск) климат был ариднее современного, о чем свидетельствует меньшее содержание пыльцы деревьев, злаков и большее - ксерофитов в древних почвах, по сравнению с современными (по данным Дирксен, Чугунов, 2007). Преобладали пространства с тундро-степной растительностью, площадь которых была обширнее, чем сейчас. В изученном хроноряду отмечается постепенное увеличение увлажнения климата. Однако не исключается и эффект усиления антропогенного прессинга на ландшафт. Фоновые и древние черноземы имеют большое сходство. Однако реконструированное содержание органического вещества в слое 0-30 см древних почв больше, чем фоновых. Это свидетельствует о более благоприятных климатических условиях скифского времени, чем современные, т.к. почвы по сравнению с растительностью, несколько запаздывают в изменении свойств.

Проведенные комплексные исследования позволили реконструировать палеоэкологическую обстановку жизни древних людей и установить вековую динамику почв, растительности и климата на протяжении существования датированных объектов, а также получить некоторые сведения об укладе хозяйствования разных этносов прошлого и роли природных условий в их функционировании.

#### Литература

1. Грязнов М.П. Аржан. Царский курган раннескифского времени. Л.: Наука, 1980. 63 с.
2. Дирксен В.Г., Чугунов К.В. Турано-Уюкская котловина Тывы: изменения природных условий и динамика ее освоения в древности (опыт реконструкции) // Культурно-экологические области: взаимодействие традиций и культурогенез. СПб., 2007.
2. Зданович Г.Б., Батанина И.В. Аркаим - Страна городов: Пространство и образы (Аркаим горизонты исследований). Челябинск: Изд-во Крокус; Юж.-Урал. кн. изд., 2007. 260 с.

3. Иванов И.В., Чернянский С.С. Общие закономерности развития черноземов Евразии и эволюция черноземов Зауралья // Почвоведение. 1996. № 9. С. 1045-1055.
4. Приходько В.Е., Иванов И.В., Зданович Д.Г., Зданович Г.Б., Манахов Д.В., Инубуши К. Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования. М.: ФГУП Издательский дом "Типография" Россельхозакадемии, 2014. 264 с.
5. Чугунов К.В., Наглер А., Парцингер Г. Элитное погребение эпохи ранних кочевников в Туве // Археология, этнография и антропология Евразии. 2002. № 2. С. 115-124.

УДК 631.487/574

ПОЛИГЕНЕТИЧНЫЕ БУРОЗЕМЫ ПРИМОРЬЯ КАК ИСТОЧНИК  
ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Б.Ф. Пшеничников \*, М.С. Лящевская \*\*, Н.Ф. Пшеничникова \*\*, Е.Г. Зубахо \*  
\*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, [bikinbf@mail.ru](mailto:bikinbf@mail.ru)  
\*\*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, [lyshevskay@mail.ru](mailto:lyshevskay@mail.ru)

POLYGENETIC BUROZEMS OF PRIMORYE AS A SOURCE  
OF POLAEOECOLOGICAL DATA

B.F. Pshenichnikov\*, M.S. Lyashchevskaya\*\*, N.F. Pshenichnikova\*\*, E.G. Zubakho\*  
\*Far Eastern Federal University  
\*\*Pacific Institute of Geography FEB RAS

Данные исследований бурозёмов Приморья [1, 2] свидетельствуют о том, что реликтовые процессы почвообразования, с одной стороны, могут обуславливать формирование, согласно Т.В. Турсиной [3], буроземов с простым полигенетичным профилем, а с другой – предопределять формирование буроземов со сложным полигенетичным профилем. Сам факт распространения простых и сложных полигенетичных буроземов в Приморье и своеобразии их морфологического строения свидетельствуют о динамике палеоэкологических условий их формирования. Остановимся на детализации этого положения по данным исследований простых полигенетичных буроземов о. Попова (залив Петра Великого) и сложных полигенетичных буроземов полуострова Муравьев-Амурский.

Профиль простых полигенетичных буроземов о. Попова включает горизонты: О-АУ-АУВМ-ВМ-ВМС. Их полигенетичность прослеживается в морфологическом облике – появлении розоватых тонов окраски и резко выраженном утяжелении механического состава нижней части профиля. Данные радиоуглеродной датировки образца почв, взятого из нижней части иллювиально-метаморфического горизонта ВМ на глубине 46-56 см (разрез 133-13), показали календарный возраст  $5230 \pm 250$  лет (ЛУ-7462), что свидетельствует о том, что данный горизонт формировался в конце атлантического периода, который характеризовался более теплыми климатическими условиями, способствовавшими более интенсивным процессам выветривания и оглинивания почвенной массы, чем современные. На основании палинологических данных в почвенном профиле было выделено шесть палинозон (П). Около 6000 л.н. (П1, гор. ВМС, глубина 56-65 см) на острове произрастал липовый лес с дубом, диморфантом, грабом, лещиной, березой и кустарниковым ярусом из аралии, калины, барбариса, малины, бересклета, единично присутствовала кустарниковая береза, сохранившаяся с последней ледниковой эпохи. Климат был теплее современного, т.к. сумма пыльцы широколиственных практически в 2 раза больше по сравнению с таковой в спорово-пыльцевом спектре субфоссильной пробы. В максимальную фазу тепла осадков выпадало больше, и увлажнение было выше, о чем свидетельствует присутствие в спорово-пыльцевых спектрах (П2, гор. ВМ, глубина 40-56 см) диатомовых водорослей, характерных для переувлажненных и заболоченных мест, а также спор зеленых и сфагновых мхов. С конца суббореального периода (П3, гор. ВМ, глубина 31-40 см) происходит похолодание,

распространение получают березово-липово-широколиственные леса, сокращается разнообразие породного состава, исчезают некоторые термофилы, появляется кустарниковая береза. Климат был холоднее и влажнее современного, о чем можно судить по присутствию в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы кустарниковой березы и спор зеленых мхов. Во время малого климатического оптимума голоцена (VIII-XIII вв.) (П4, гор. АУВМ, глубина 17-31 см) в составе лесной растительности начинает доминировать дуб, увеличивается количество и других широколиственных пород. Условия влажные – присутствуют споры зеленых мхов. После малого оптимума голоцена наступает Малый ледниковый период (П5, гор. АУ, глубина 3-17 см), более холодный и влажный по сравнению с современным климатом. По оценкам Т. Yamamoto [4, 5], температура и лета, и зимы была на 1-2°С ниже, чем в настоящее время. Летние сезоны были более дождливыми. Эти изменения были связаны с ослаблением субтропического тихоокеанского антициклона и смещением климатических зон к югу. В растительном покрове преобладали березово-широколиственные леса. В последнем, XX столетии, (П6, гор. О, глубина 0-3 см) наблюдается стабильное потепление, во время которого и сформировалась современная растительность острова Попова – полидоминантный широколиственный лес с кустарниковым ярусом из калины, малины, с разнотравно-папоротниковым покровом.

В сложных полигенетических буроземах п-ва Муравьев-Амурский выделяются современный элементарный почвенный профиль и погребенный: О-АУ-ВМ-ВМ[АУ']-ВМ[АУ"]-[АУ]-[ВМ]-[ВМС]-[С] (южная часть полуострова, разрез 5-09). Морфологическое строение элементарных почвенных профилей, состав их спорово-пыльцевых спектров и данные о возрасте погребенных горизонтов [АУ] свидетельствуют о том, что в основе формирования сложных полигенетических буроземов полуострова Муравьев-Амурский лежит пространственно-временная динамика факторов почвообразования [1, 2]. Состав спорово-пыльцевых комплексов по генетическим горизонтам свидетельствует об антропогенной динамике растительности, связанной с активными вырубками хвойно-широколиственных лесов при освоении полуострова. Последующие пожары и развитие эрозионно-солифлюкационных процессов послужили причиной формирования полигенетических буроземов, чему также способствовали суровые климатические условия заключительной фазы малого ледникового периода. Это согласуется с данными о возрасте погребенного аккумулятивно-гумусового горизонта [АУ] (разрез 5-09 –  $150 \pm 60$  лет (Ki-16630)). На западном побережье полуострова (разрез 7-09) формирование горизонта [АУ] было сопряжено с лесной растительностью, в которой доминировали береза, дуб, граб, липа, а в напочвенном покрове – папоротники. В южной части полуострова (разрез 5-09) во время формирования горизонта [АУ] древостой также был представлен преимущественно березовыми лесами с незначительной примесью липы и дуба. Напочвенный покров этих лесов был сильно изреженным и включал папоротники, мхи, разнотравье. На восточном побережье полуострова (разрез 3-09) во время формирования погребенного горизонта [АУ] преобладали хвойно-широколиственные леса с сосной корейской и густоцветковой, березой, липой, лещиной, дубом, грабом, ильмом и другими породами, а в напочвенном покрове было хорошо развито полынное разнотравье. Спорово-пыльцевые спектры горизонтов ВМ[АУ] (разрез 5-09), [АУВМ] (разрезе 3-09), [ВМ] (разрезе 7-09) свидетельствуют о более холодном климате, во время которого получили развитие березовые леса с папоротниково-разнотравным покровом. Ярко выраженной особенностью этих горизонтов является их повышенная скелетность и каменистость, что связано с более суровыми климатическими условиями их формирования.

Приведенные данные наглядно свидетельствуют о том, что простые и сложные полигенетические буроземы Приморья являются важным источником информации о пространственно-временной динамике палеоэкологических условий юга ДВ.

## Литература

1. Пшеничников Б.Ф., Милановский Е.Ю., Пшеничникова Н.Ф. Полигенетичные буроземы юга дальнего Востока // Материалы Всероссийской научной конференции «Биосферные функции почвенного покрова», 8-12 ноября. Пушкино: SYNCHROBOOK, 2010. С. 255-257.
2. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Лящевская М.С., Зубахо Е.Г., Ханатин Е.В. Полигенетичные буроземы полуострова Муравьев-Амурский: строение, свойства, генезис // Вестник ДВО РАН, № 2 (162). 2012. С. 25-344.
3. Турсина Т.В. Подходы к изучению литологической однородности профиля и полигенетичности почв // Почвоведение 2012. № 5. С. 530-546.
4. Yamamoto T. On the climatic change in the XV and XVI centuries in Japan // Geophysical Magazine. 1971. №35. – P. 187-206.
5. Yamamoto T. On the nature of climatic change in Japan since the Little Ice Age around 1800 AD // Journal of the Meteorological Society of Japan. 1971. № 49. – P. 798-812.

УДК 502/504:37.02(571.6)

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНОЙ ЗОНЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Б.Ф. Пшеничников\*, Н.Ф. Пшеничникова\*\*

\*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, [bikinbf@mail.ru](mailto:bikinbf@mail.ru)

\*\*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, [n.f.p@mail.ru](mailto:n.f.p@mail.ru)

SOIL ECOLOGY PROBLEMS OF THE MARITIME PART OF THE SOUTHERN FAR EAST  
AND THEIR REFLECTION IN ECOLOGICAL EDUCATION

B.F. Pshenichnikov\*, N.F. Pshenichnikova\*\*

\*Far Eastern Federal University

\*\*Pacific Institute of Geography FEB RAS

Уровень подготовки специалистов экологов во многом определяется их компетентностью при решении существующих почвенно-экологических проблем. Методологической основой этого утверждения является положение В.В. Докучаева о том, что «почва – зеркало ландшафта». Почва, с одной стороны, является функцией взаимодействия природно-географических компонентов, а с другой стороны – фактором, предопределяющим их состояние и динамику. Она прямо или косвенно контролирует ряд важнейших процессов, происходящих в литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере в целом [1, 2]. Следовательно, изучение условий формирования, морфологического строения и свойств почв необходимо рассматривать как основу решения многих экологических проблем. В частности, при рассмотрении отдельных предметов экологического цикла образования: «Экология почв», «Экологическое картографирование», «Природопользование», «Охрана окружающей среды» и др., прослеживается четкая взаимосвязь вопросов этих дисциплин с современными почвенно-экологическими проблемами.

Ведущим фактором, обуславливающим экологическое своеобразие прибрежно-островной зоны юга ДВ, следует считать специфичность её климата: формирование континентальных и океанических воздушных масс и установление между ними меридионально-трансформированной циркуляции. Это обуславливает пространственную трансформацию ряда природно-географических компонентов рассматриваемой зоны, определяющих формирование меридионально выраженных групп экосистем (водно-морской, островной, континентально-прибрежно-морской, континентально-переходной) и специфику их функционирования [3]. Нами было выявлено своеобразие как биотических, так и абиотических компонентов экосистем прибрежно-островной зоны юга ДВ [5, 6, 7]. Наиболее динамичными и своеобразными (специфичными) компонентами этой зоны являются климат, растительность и почвы.

Хвойно-широколиственные леса зоны под влиянием рубок и пожаров эволюционировали в широколиственные, собственно дубовые и дубово-липовые леса (с примесью ясеней, кленов), а последние – в изреженные дубовые леса с мощным травянистым покровом, травянисто-кустарниковые, луговые ассоциации. Морские ветры и сильные туманы вредят усиленному росту прибрежных дубняков. Хорошего развития их древостой достигают в местах, защищенных от воздействия моря и интенсивного влияния пожаров.

Одной из характерных черт состояния и специфики функционирования морских и наземных групп экосистем рассматриваемой зоны является их тесная взаимообусловленная геохимическая связь. В частности, она проявляется в геохимическом воздействии океана на наземные экосистемы в виде дополнительного (к региональному) поступления в них компонентов химического состава морских вод с атмосферными осадками, импульсверизационного привноса аэрозолей морских вод и конденсации влаги морских туманов [5, 6]. Формирование почв и почвенного покрова прибрежно-островной зоны во многом определяется геохимическим воздействием Тихого океана, которое в значительной степени трансформирует состав и свойства почвенных растворов. Групповой и фракционный состав гумуса, его профильная дифференциация, во многом определяющие облик и свойства почв зоны, являются функцией минерализации почвенного раствора и его щелочно-кислотного состояния. Пространственная трансформация процесса гумусообразования обуславливает эволюционный ряд формирующихся здесь буроземов: буроземы типичные → буроземы темные → буроземы темные иллювиально-гумусовые [6].

Наши дальнейшие исследования [7] показали, что морфогенетические показатели почв прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока являются производными влияния геохимического воздействия Тихого океана, биоты, внутрпочвенного выветривания (и их динамики) на гидрохимию почвенных растворов. Динамика интенсивности геохимического воздействия Тихого океана на почвообразование определяется удаленностью исследуемой территории от береговой линии и состоянием растительности; геохимического воздействия биоты – сукцессионными изменениями (естественными или антропогенными) растительности на биоценологическом уровне, а динамика интенсивности геохимического воздействия внутрпочвенного выветривания на процессы почвообразования предопределяется петрографическим составом почвообразующих пород, своеобразием их географического местоположения и биоценологическим разнообразием растительности.

Почвы рассматриваемой зоны испытывают как природную, так и антропогенную трансформацию. Неблагоприятные антропогенные изменения свойств почв проявляются в развитии эрозионных процессов, накоплении токсичных металлов техногенного происхождения или привнесенных с отдельными видами удобрений, в дефицитном балансе гумуса и азота, в нарастании кислотности и расширении площадей кислых почв. Это негативно отражается на экологическом состоянии всех компонентов геосистем.

Динамика физико-химических свойств почв во многом определяет геохимический сток отдельных территорий и, как следствие – экологическое состояние их акваторий. Естественные и антропогенные факторы определяют динамику содержания тяжелых металлов, радиоактивных и других элементов в почвах и атмосфере [4].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что: 1) почвенно-экологические условия прибрежно-островных геосистем юга ДВ обуславливают своеобразие экологических показателей их природных компонентов; 2) уровень подготовки специалистов экологов во многом определяется умением решать существующие почвенно-экологические проблемы и понимать их взаимосвязь с состоянием окружающей среды.

#### Литература

1. Добровольский, Г.В., Никитин, Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (Экологическое значение почв). – М.: Наука, 1990. – 261 с.

2. Добровольский, Г.В., Никитин, Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: учебник – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 364 с.
3. Ивлев, А.М., Прозоров, Ю.С. Основные группы экосистем Советского Дальнего Востока // Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. 12. – Хабаровск, 1973. – С. 3-8.
4. Муха, Д.Э., Кондратьев, И.И., Мезенцева, Л.И. Трансграничный перенос осадков циклонами Восточной Азии на юг ДВ России // География и природные ресурсы. 2012. №2. С. 21-26.
5. Пшеничников, Б.Ф., Пшеничникова, Н.Ф. Генезис и эволюция приокеанических буроземов. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. – 200 с.
6. Пшеничников, Б.Ф., Пшеничникова, Н.Ф. Генезис и классификация приокеанических буроземов Дальнего Востока // Продуктивность и устойчивость лесных почв. – Петрозаводск, 2009. – С.94-95.
7. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Влияние интерференции геохимического воздействия Тихого океана, биоты, внутрипочвенного выветривания на генезис и географию почв юга ДВ. Деп. в ВИНТИ, № 349-В2005. М., 2005. 7 с.

УДК 502/504: 631.4

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ  
ДЛЯ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

М.Е. Рыхликова

*Институт экологического почвоведения МГУ, г. Москва, [ecofriends@yandex.ru](mailto:ecofriends@yandex.ru)*

POPULARIZATION OF MODERN SCIENTIFIC KNOWLEDGES ABOUT SOILS  
FOR CHILDREN AND YOUTH

М.Е. Rykhlikova

*Institute of Ecological Soil Science of Lomonosov Moscow State University*

Взаимодействие человека и окружающей среды должно базироваться на принципе природосохранения, включающего в себя рациональное использование природных ресурсов, защиту их от факторов разрушения и деградации и природовосстановление [1]. При реализации этого принципа на практике важная роль отводится экологическому образованию и воспитанию населения, которое следует начинать с самого раннего детства. В рамках большой эколого-просветительской работы, направленной на сохранение природного богатства и ресурсов нашей планеты, особое значение приобретает популяризация современных научных знаний о почвах и их роли в биосфере и жизни человека.

В 1997 году в Институте экологического почвоведения МГУ был создан Российский образовательный телекоммуникационный проект «Экологическое Содружество» (<http://www.ecosoop.ru>), направленный на совершенствование системы экологического образования, популяризацию современных научных достижений для подрастающего поколения, разработку и внедрение инновационных методов и форм обучения, вовлечение детей и молодежи в практическую природоохранную работу. В 2001 году в Проекте при сотрудничестве факультета почвоведения МГУ наряду с существовавшими пятью направлениями образовательной и научно-исследовательской работы со школьниками было организовано новое направление – «Экологическое почвоведение» [2].

Проект «Экологическое Содружество» – одна из «школ юных», организованных в Московском университете в рамках программы «МГУ-школе». География Проекта охватывает всю территорию Российской Федерации и несколько регионов стран СНГ, в нем участвуют учреждения основного и дополнительного образования: школы, лицеи, эколого-биологические центры, станции юных натуралистов, отделы экологического просвещения особо охраняемых природных территорий. В направлении «Экологическое почвоведение» принимают участие 111 образовательных учреждений из России и Белоруссии.

В Проекте «Экологическое Содружество» реализуются три комплексные учебные программы для школьников: «Экологическое почвоведение», «Экология и контроль состояния окружающей среды (Экологический мониторинг)», «Сохранение биологического разнообразия», – и две программы повышения квалификации учителей школ и педагогов дополнительного образования: «Экологическое почвоведение для педагогов», «Организация проектной эколого-исследовательской и природоохранной работы в школе». Для реализации этих программ созданы обучающие страницы на сайте Проекта, разработаны методические материалы, осуществляются постоянные консультации участников в семи форумах.

Дистанционное образование сочетается в Проекте с традиционными формами обучения: регулярно проводятся семинары для педагогов, мастер-классы для школьников в учебное время и полевые занятия с учащимися в летних экологических лагерях. Так, в 2007-2015 гг. при поддержке нескольких грантовых программ проведены 45 семинаров и мастер-классов в школах и эколого-биологических центрах Москвы и Московской области, Самары, Белой Калитвы, на базе экологических лагерей в Ростовской и Московской областях, в которых приняли участие 560 школьников и 226 педагогов из 116 учреждений России. Шестнадцать образовательных учреждений Самары, Московской и Ростовской областей были оснащены сертифицированными школьными лабораториями для проведения простейших химических анализов почв. В Проекте разработаны и опробованы на практике методики изучения почв для учеников начальной школы, средних и старших классов, соответствующие школьной программе и уровню знаний по естественным предметам [2].

С 2010 года в Проекте организуются телекоммуникационные семинары (вебинары) для школьников. Необходимыми условиями успешного проведения вебинара, когда лекторов и аудитории подчас разделяют тысячи километров, являются правильный выбор программного обеспечения, тщательная техническая подготовка, создание ярких и интересных презентаций, организация интерактивного взаимодействия участников [3].

Одним из критериев результативности образовательной работы является Всероссийская телекоммуникационная конференция «Природу России сохраняют дети», которая проводится в форумах Проекта «Экологическое Содружество» ежегодно, в текущем году – в семнадцатый раз. В период с 2001 по 2014 годы на конференцию были представлены 185 научно-исследовательских проектов школьников по экологическому почвоведению. В выполнении самостоятельных почвенных исследований приняли участие 468 учащихся всех возрастов общеобразовательной школы, от начальных до старших классов. Тезисы учащихся размещены в форуме «Экологическое почвоведение» и его архивах, и, следовательно, доступны любому пользователю сети Интернет.

Актуальной задачей является вовлечение детей и молодежи в практическую работу по охране окружающей среды. С этой целью в Проекте созданы шесть природоохранных программ, одна из которых – «Сбережем нашу землю» – посвящена проблемам сохранения почв и направлена на участие юных экологов в посильных мероприятиях по восстановлению нарушенных эрозией территорий, помощь лесничествам в посадке защитных лесополос, озеленение, просветительскую работу с населением.

Серьезное внимание уделяется в МГУ развитию системы интеллектуального попечительства талантливых детей и молодежи, их профессиональной ориентации. С 2011 года в МГУ проводится Олимпиада «Ломоносов» по профилю «Экология» (образовательные предметы биология, география). Организатор Олимпиады – факультет почвоведения, соорганизаторы – структурные подразделения МГУ: Институт экологического почвоведения, Музей Землеведения, Экологический центр, биологический факультет. Задания Олимпиады формируются в соответствии с преподаваемыми в школе предметами и спецификой факультета почвоведения, обучающего студентов по двум направлениям – «Почвоведение» и «Экология и природопользование». Весомую долю составляют вопросы о почвах и их экологических функциях. Число участников Олимпиады год от года неуклонно растет. В 2014/2015 учебном году в ней приняли участие 765 школьников 5-11 классов из 72 субъектов России, шести школ из Казахстана, лицея из Молдовы, гимназии из Таджикистана и учебно-



образовательного центра из Италии. Участие в Олимпиаде помогает учащимся систематизировать полученные на уроках знания, развивает межпредметные связи, прививает навыки научно-исследовательской работы, расширяет кругозор и, в конечном итоге, способствует успешному выбору будущей профессии и поступлению в ВУЗ.

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: Учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – 2-е изд., уточн. и доп. – М.: МГУ, 2013. – 412 с. (Классический университетский учебник).
2. Добровольский Г.В., Куст Г.С., Чернов И.Ю., Добровольская Т.Г., Лысак Л.В., Андреева О.В., Степанов А.Л., Ковалева Н.О., Макеев А.О., Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Соколов М.С., Розов С.Ю., Смагин А.В., Ковалев И.В., Медведева О.Е., Бессонова Е.А., Попова Л.В., Рыхликова М.Е., Рахлеева А.А., Мартыненко И.А. Почвы в биосфере и жизни человека: монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 584 с. ил.
3. Рыхликова М.Е., Мартыненко И.А. Практика проведения вебинаров по экологии и охране природы для школьников // Роль почв в биосфере: Труды Института экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова / Под ред. Н.О. Ковалевой. – Вып. 14. – МАКС Пресс Москва, 2014. – С. 157–162.

УДК 631.4:571.5

#### Г.В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ СИБИРИ

В.К. Савостьянов

*ФГБНУ «НИИ аграрных проблем Хакасии», г. Абакан, [savostyanov17@yandex.ru](mailto:savostyanov17@yandex.ru)*

#### G.V. DOBROVOLSKY AND POPULARIZATION OF KNOWLEDGE ABOUT SOILS OF SIBERIA

V.K. Savostianov

*Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Abakan*

Г.В.Добровольский придавал большое значение популяризации знаний о почвах, их роли в биосфере, сельском хозяйстве и жизни человека. Его многогранная работа в этом направлении хорошо известна. Она нашла свое отражение в многолетней педагогической деятельности, в написанных им учебниках, книгах, брошюрах и научных статьях, выступлениях в периодической печати, на радио и телевидении, в активной научно-общественной работе, постоянном содействии популяризации знаний о почвах другими учеными.

Показательной в этом отношении была многолетняя поддержка Г.В.Добровольским нашей деятельности по увековечиванию памяти ученых-почвоведов, родившихся в Сибири и внесших большой вклад в изучение ее почв и почвенного покрова, по привлечению внимания к их творческому наследию, его использованию и развитию. Он всегда находил время прислать добрые пожелания участникам проводимых нами конференций, посвященных сибирским ученым, высказать добрые слова по их работе, дать оценку публикуемых нами материалов конференций, поблагодарить за привлечение внимания научного сообщества страны к жизни, деятельности и трудам А.А.Ярилова, Л.И.Прасолова, К.П.Горшенина, Н.В.Орловского, В.Р.Ковалева, Н.Д.Градобоева, Н.И.Карнаухова, С.А.Коляго, М.В.Кириллова, В.А.Носина, Б.Ф.Петрова, М.Г.Танзыбаева, К.А.Уфимцевой.

Так, в частности, в 1993 г. поддерживая проведение нами научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Н.Д.Градобоева [4], Г.В.Добровольский писал: «... исследования Градобоева положили начало систематическому почвенно-генетическому и

почвенно-агрономическому изучению земельного фонда Хакасии. Под его руководством составлена первая сводная почвенная карта. Николай Дмитриевич принимал самое активное участие в работе Всесоюзного общества почвоведов, много сделал для укрепления его авторитета. На кафедре географии почв факультета почвоведения МГУ живет память о нем – талантливом докторанте и замечательном человеке. Я хорошо помню Н.Д.Градобоюва. Мы встречались с ним не один раз, знали друг друга! Хорошо, что Вы достойно сохранили память о нем».

В феврале 1999 г. Г.В.Добровольский, приветствуя участников научных чтений, посвященных 100-летию со дня рождения Н.В.Орловского [5], назвал его «выдающимся русским ученым, внесшим неопределимый вклад в почвенную науку, отдавшим много сил укреплению авторитета Всесоюзного Общества почвоведов». Благодаря меня за изданную и присланную книгу воспоминаний Н.В.Орловского «Страницы истории сельскохозяйственной науки XX века» [3] он отметил, что «Николай Васильевич Орловский – интереснейший и талантливый ученый. Мы были с ним хорошо знакомы. Во время приезда в Москву он иногда останавливался у нас, и тогда шли долгие вечерние беседы».

В октябре 2000 г. Г.В.Добровольский подписал Обращение участников Национального совещания по проблемам борьбы с опустыниванием в Российской Федерации (состоявшегося 9-12 октября 2000 г. в г. Абакане на базе НИИ аграрных проблем Хакасии) к Президенту Российской Федерации, Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации и Правительству Российской Федерации с просьбой ускорить решение вопроса о присоединении России к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, разработке и принятию Национальной Программы действий по борьбе с опустыниванием в Российской Федерации, разработке и практическому осуществлению региональных и межрегиональных Программ действий по борьбе с опустыниванием во всех субъектах Российской Федерации, затронутых процессами опустынивания.

В июне 2005 г. Г.В.Добровольский поблагодарил за приглашение принять участие в научной конференции, посвященной жизни и деятельности Арсения Арсениевича Ярилова [2]. «Очень хорошо,- писал он,- что Вы организовали научную конференцию. Я считаю, что роль А.А. Ярилова совершенно незаслуженно недооценена в ряде монографий и статей по истории почвоведения. Я прошу Вас дать в ж. «Почвоведение» Ваш доклад на этой конференции. Будучи студентом, я слушал лекции А.А.Ярилова по истории почвоведения».

В ноябре 2008 г. Г.В.Добровольский выразил благодарность за изданную нами и присланную книгу «Изучение, освоение и использование почв Сибири» памяти Л.И.Прасолова [1] «с очень хорошим портретом Леонида Ивановича», посвященную 100-летию с начала работы почвенно-ботанических экспедиций Переселенческого Управления. «Как хорошо,- писал он,- что Вы провели научную сессию в память о Л.И.Прасолове – одном из самых достойных ученых-почвоведов и безупречном человеке. Спасибо Вам за это».

В августе 2010 г. Г.В.Добровольский поздравил меня с 50-летием научной, научно-организационной и общественной деятельности. «Вы внесли,- писал он,- очень существенный вклад в развитие отечественной науки – почвоведения, агрономии, агролесомелиорации, охраны природы и особенно почв. Велики ваши заслуги в организации научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии, в руководстве Хакасским отделением Докучаевского общества почвоведов России. Особой благодарности заслуживает Ваше неизменное желание работать всю жизнь в Восточной Сибири, помнить заслуги своих предшественников – А.А.Ярилова, Н.В.Орловского и других. Такая гражданская позиция многого стоит».

Приведенные выдержки из писем Г.В.Добровольского, хорошо подтверждают его постоянную поддержку нашей деятельности по популяризации научного наследия ученых-почвоведов, родившихся, живших и работавших в Сибири, его доброжелательное, товарищеское отношение к ним. Полную публикацию писем Г.В.Добровольского мы осуществили в 2013 г. в специальной брошюре, посвященной его светлой памяти [6].

## Литература

1. *Изучение, освоение и использование почв Сибири*. Матер. Межд. научн. конф., «Вклад Л.И. Прасолова в изучение и сельскохозяйственное освоение почв Сибири», 7-10 августа 2007 г. // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, Хакасское отд. Докучаевского общества почвоведов. Под ред. В.К. Савостьянова. Новосибирск, 2008.- 448 с.
2. *Жизнь и деятельность А.А. Ярилова в Сибири*. Матер. научн. конф., 23-24 июля 2005 г., г. Абакан, Минусинск // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, ХакНИИЯЛИ, Минусинский музей им. Н.М. Мартыанова, Хакас. отд. Докучаевского общества почвоведов. Под ред. В.К. Савостьянова. Абакан, 2005.- 170 с.
3. *Орловский Н.В.* Страницы истории сельскохозяйственной науки XX века (воспоминания ученого) // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАС ХН, Хакасское отд. Докучаевского общества почвоведов. Под ред. В.К. Савостьянова. Новосибирск, 1999.- 440 с.
4. *Почвы Хакасии и их рациональное использование*. Тезисы докл. научн. конф., посв. 80-летию со дня рождения Н.Д. Градобоева (16-17 ноября 1993 г., г. Абакан) // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, Хакасское отд. Общества почвоведов при РАН. Под ред. В.К. Савостьянова. Новосибирск, 1994.- 65 с.
5. *Почвы Сибири, их использование и охрана*. Матер. научн. чтений, посв. 100-летию со дня рождения Н.В. Орловского, 19-20 февраля 1999 г. // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, Хакасское отд. Докучаевского общества почвоведов. Под ред. В.К. Савостьянова. Новосибирск, 1999.- 172 с.
6. *Савостьянов В.К.* Жизнь и деятельность академика Г.В. Добровольского в его письмах и воспоминаниях ученых Хакасии (памяти выдающегося ученого) // НИИ аграрных проблем Хакасии СО РАСХН, Хакасское отд. Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Под ред. В.К. Савостьянова. Абакан, 2013.- 60 с.

УДК 631.4

### СОХРАННОСТЬ ПРИЗНАКОВ ДРЕВНЕГО АГРОГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННОЙ И ПОГРЕБЕННОЙ ПОЧВ КУРГАННОГО МОГИЛЬНИКА МЯКИНИНО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.М. Свирида, А.А. Гольева

*Институт географии РАН, г. Москва, [nmsvirida@gmail.com](mailto:nmsvirida@gmail.com), [golyevaaa@yandex.ru](mailto:golyevaaa@yandex.ru)*

### THE PRESERVATION OF ANCIENT AGROGENESIS'S FEATURES USING THE EXAMPLE OF MODERN AND BURIED SOILS OF THE MYAKININO KURGAN CEMETERY IN MOSCOW REGION

N.M. Svirida, A.A. Golyeva

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences*

При проведении археологических работ часто возникает проблема диагностики древних агрогенных горизонтов. Эта проблема актуальна, поскольку из-за длительных временных интервалов между распашкой и ее выявлением использование в археологии только морфологических (визуальных) признаков зачастую невозможно.

Главным макроморфологическим признаком является пахотный горизонт. Ровная прямая черта его нижней границы, по разным данным, в экспонированных почвах сохраняется от 150 до 350 лет.

В том случае, когда нет визуальных признаков древней распашки, но ее наличие в прошлом весьма вероятно, необходимо привлекать данные иных методов почвоведения, например, результаты физико-химических анализов. Так, было показано, что даже после исчезновения визуальных диагностических характеристик почвы все еще могут сохранять ряд характерных физико-химических показателей [1, 4, 5]. Также существенными для реконструкции могут являться данные фитолитного анализа [2, 3].

Цель данной работы - выявить степень устойчивости и сохранности признаков древних пашен в современных почвах, используя различные почвенные методы, на примере погребенной и экспонированной почв курганного могильника Мякинино.

При проведении охранных раскопок раннеславянского курганного могильника Мякинино в Московской области (руководитель работ А.В.Энговатова) под полой одного из курганов был вскрыт хорошо сохранившийся пахотный горизонт, в то время, как в экспонированной почве, которая не была перекрыта насыпью, но являлась продолжением простирающейся почвы под курганом, визуальными никакими признаками бывшей распашки не было. Курганы были созданы в XII-XIII вв. Следовательно, за прошедшие 700-800 лет залежи почвенный профиль был полностью преобразован природными процессами.

С целью определения изменчивости или устойчивости отдельных диагностических параметров пахотной почвы (химических, микроскопических свойств) исследованы серии колонок старопашотной почвы как погребенной, так и экспонированной.

Колонки были заложены на расстоянии 70 см друг от друга от современной поверхности до погребенной с целью определения смены свойств старопашотной почвы. Точка 1 расположена под деревом (береза), где нет никаких признаков пахотного горизонта. В точках 1, 2, 3 (все – под современной растительностью) на поверхности была дернина, поэтому там отбирали по 5 образцов: дернина, верх предполагаемой пашни, низ, плужная подошва и переходный горизонт АВ. В точках 4 и 5 дернины на поверхности не было – эти объекты расположены под курганной насыпью (насыпь XII-XIII вв. из плотного ожелезненного песка). В этих точках брали по 4 образца: верх пахотного горизонта, низ, плужная подошва, переходный горизонт АВ. Точка 3 расположена в самом конце курганной насыпи, где перекрывающим субстратом является дерновый горизонт курганной насыпи.

Распределение органического углерода в современных и погребенных почвах различно. Максимальное количество органики отмечается в дерновом горизонте с постепенным убыванием вниз по профилю. Погребенные пахотные горизонты не только содержат органического вещества меньше по сравнению с аналогичными современными, но имеют и иной характер распределения: вся толща пахотного горизонта содержит равное, практически одинаковое количество органики. Это типично для агрогенных горизонтов ввиду регулярного перемешивания пахотного слоя.

По результатам проведенного анализа содержания азота современные и погребенные почвы также различаются. Погребенные почвы содержат меньше азота, чем современные, но имеют более ровный характер его распределения по профилю, характерный для пашни.

В современных почвах валового фосфора больше всего в самом верхнем горизонте – органогенном. В пахотных почвах нет дернины, следовательно, не должно быть и накопления фосфора. В последующих горизонтах – бывших или погребенных пахотных распределение фосфора сходно – вся толща пахотного горизонта содержит равное количество фосфора, а в колонках 3 и 4 можно даже говорить о механическом накоплении элемента в плужной подошве.

Среди исследованных форм несиликатного железа ярко выраженных устойчивых признаков древней пашни в толще современного горизонта не выявлено.

Данные по содержанию и распределению физической глины показали, что если первые четыре колонки являются супесью, то пятая колонка – легкий суглинок, поэтому в сравнительном анализе устойчивости различных гранулометрических фракций будут в дальнейшем сравниваться только первые четыре колонки. Во всех колонках наблюдается некоторое обеднение физической глиной верхней части профиля при обогащении слоя, бывшего плужной подошвой, что является типичным проявлением агрогенного воздействия. Из всех фракций, входящих в состав физической глины наиболее устойчивой во времени оказалась фракция крупной пыли – во всех четырех колонках можно отметить элювиально-иллювиальное распределение частиц, хотя и разной степени выраженности.

В то же время, по результатам фитолитного анализа мы видим характерный отчетливый максимум распределения фитолитов в плужной подошве - и в погребенной, и в

современной почвах. Также в обоих случаях встречаем фитоциты культурных злаков, что служит качественным признаком бывшей распашки. То есть характер и качественный состав распределения фитоцитов оказались наиболее устойчивыми характеристиками.

Таким образом, выявлено несколько устойчивых признаков древней распашки, что позволит в дальнейшем диагностировать пашню даже при полном отсутствии макроморфологических признаков, таких, например, как резкая ровная нижняя граница пахотного горизонта. Это характер распределения фракции физической глины (и/или крупной пыли); валового фосфора, состав и характер распределения фитоцитов. Сохранность других диагностических свойств пахотных горизонтов, например, распределение форм несиликатного железа существенно меньше.

Для уверенной диагностики древней распашки лучше иметь результаты нескольких анализов, поскольку в этом случае можно избежать ошибки за счет влияния исходной неоднородности почвообразующей породы и других факторов почвообразования.

#### Литература

1. Бондарева Ю.А., Свирида Н.М., Гольева А.А. Древние пахотные ландшафты Центральной России: масштабы, диагностические признаки и их устойчивость // Известия РАН. Серия географическая. 2015. №2. (в печати).
2. Гольева А.А., А.Л. Александровский А.Л., Целищева Л.К. Фитоцитный анализ голоценовых палеопочв // Почвоведение. 1994. №3. С. 34-40.
3. Гольева. А.А. Биоморфный анализ как составная часть генетико-морфологического исследования почвы // Почвоведение. 1997. №9. С. 1045-1054.
4. Гольева А.А. Диагностика агрогенных (пахотных) горизонтов методами почвоведения // Археология Подмосковья. 2008. № 4. С. 33-40.
5. Ташинова, Л.Н., Цуцкин Е.В., Гольева А.А., Богун А.П., Чичагова О.А. Почвы, погребенные под разновозрастными курганами на Черных землях Калмыкии // Почвоведение. 2005. №2 С. 149-160.

УДК 631.47: 378.147

#### ПОЧВА КАК ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ

Н.В. Смирнова<sup>1,2</sup>, В.А. Черданцев<sup>2</sup>, Е.В. Катункина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, [nat-smirnova@yandex.ru](mailto:nat-smirnova@yandex.ru)

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет экономики и управления, г. Новосибирск

#### SOIL AS A SUBJECT OF ECOLOGICAL EDUCATION OF STUDENTS AND SCHOOLCHILDREN

N.V. Smirnova<sup>1,2</sup>, V.A. Cherdancev, E.V. Katunkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk

<sup>2</sup>Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk

Человеческое общество теснейшим образом связано и взаимодействует со всеми формами жизни на планете Земля, включая все многообразие организмов, их популяций и сообществ вплоть до биосферы в целом. Человек – часть природы, одухотворенная ее часть [5]. Однако, на современном этапе развития общества, технического прогресса и установившихся ранее потребительских отношениях человека к недрам и природным ресурсам, возникла угроза целого ряда глобальных и местных экологических проблем. Большинство людей совершенно лишены всяких экологических знаний и навыков. Потерю экологической грамотности, заключающуюся в культуре народа, возможно возродить лишь воспитанием и образованием. Молодое поколение школьников и студентов олицетворяет наше ближайшее и отдаленное будущее. В задачи преподавателя входит объяснить и заинтересовать обучающихся в создании наиболее благополучного и благоприятного

будущего. Прежде чем стать государственным и общественным деятелем, человеку надо экологизироваться - то есть приобщиться к природе, к ее логике и тем началам, из которых человечество когда-то произошло. Из этих начал произошли и наша духовность, и наш психологический и физиологический опыт приспособляемости к природе и к самому себе, они же будут источником сил, чтобы выжить [4].

Экологическое образование различных возрастных групп, обучающихся в дошкольных, школьных и высших учебных заведениях в современном мире выступает необходимым условием преодоления негативных последствий антропогенного влияния на окружающую среду и фактором формирования экологической культуры личности как регулятора отношений в системе «человек - природная среда - биосфера». Экологическое образование признано международным экологическим движением, основанным на расширении и углублении общеобразовательных знаний введением различных форм исследовательской деятельности в учебный процесс, созданием условий для научно-исследовательской и практической работы, в процессе которой обучающиеся приобретают знания о ранимости и взаимосвязях природных систем.

Однако следует отметить, что экологизация мировоззрения современного общества активно начала происходить сравнительно недавно. Фактически, в течение менее чем 100 лет можно проследить, как менялись взгляды на взаимодействия общества и природы на глобальном уровне: от потребительского отношения к природе и ее ресурсам через концепции невмешательства в природу и охраны природы, - к учению о ноосфере, концепции разумного ограничения экономического развития, потребностей и народонаселения, и, наконец, - к концепции устойчивого или сбалансированного бескризисного социально-экономического развития, и экологической безопасности [2].

В системе преподавания предметов естественнонаучного блока существует ряд объектов, на примере которых можно продемонстрировать взаимосвязь и взаимообусловленность многих биологических процессов. Однако, следует отметить, что одним из важнейших компонентов биосферы, природных ресурсов и неотъемлемой сферой деятельности и взаимодействия между человеком и природой является почва. В образовательном контексте почвы являются наиболее доступным объектом для изучения в аудитории, лаборатории, почвенном музее взаимосвязей в системе «почва – растения - человек - биосфера». С другой стороны организация полевых выездов студентов и школьников, изучение почвенных профилей и механизмов почвообразования, закономерностей распространения и разнообразия почв и биоценозов, биогеохимии и их биологической составляющей в природе позволяет лучше осознать взаимосвязь причинно-следственных связей процессов и функций в живых системах.

Биосферное значение почвенного покрова с одной стороны и важное значение почвы как «живой модели» и объекта экологического образования необходимо подчеркивать на всех уровнях образовательного процесса. Еще В.И. Вернадский [1960] писал «С каждым годом значение биохимических процессов в почвах становится для нас всех ясна... И вместе с тем, все яснее становится нам значение почвы в биосфере – не только как субстрата, на котором живет растительный и животный мир, но как область биосферы, где наиболее интенсивно идут разнообразные химические реакции, связанные с живым веществом» [3]. Таким образом, изучение всего многообразия физико-химических, биологических процессов протекающих в почвах, влияние антропогенных факторов на интенсивность и направленность почвенных процессов и связанных с ними ростом и развитием фито- и зооценозов, проведение почвенно-экологической оценки состояния городских и природных экосистем – это лишь небольшая часть тех исследований, которые наиболее доступны и должны быть неотъемлемой частью образовательного процесса школьников и студентов для формирования экологического мировоззрения и ответственности у будущих пользователей природной средой и жителей планеты.

1. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения, т. V. М., изд. АН СССР, 1960, 176 стр.
2. *Добровольский Г.В., Куст Г.С.* Экологическое почвоведение – новое направление в науке о почвах В кн. Почвы в биосфере и жизни человека, М., 2012, стр. 9-19.
3. *Добровольский Г.В.* Педосфера как оболочка высокой концентрации и разнообразия жизни на планете В кн. Почвы в биосфере и жизни человека. М., 2012, стр. 20-34.
4. *Киреева О.В.* Развитие исследовательской активности детей старшего дошкольного возраста в процессе экспериментирования. Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.07. СПб, 2009.
5. *Новиков Ю.В.* Природа и человек. М., Просвещение, 1991, 221 стр.

УДК 502.4+631.4

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ООПТ – ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ПОЧВ

В.В. Снакин\*\*\*\*, О.В. Чернова\*\*, А.А. Присяжная\*\*\*

\**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Музей земледелия), г. Москва, snakin@mail.ru*

\*\**Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, г. Москва, ovcher@mail.ru*

\*\*\**Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, alla\_pris@rambler.ru*

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF PROTECTED AREAS – THE BASIS OF BIODIVERSITY AND SOILS CONSERVATION

\**Lomonosov Moscow State University (The Earth Science Museum)*

\*\**A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*

\*\*\**Institute of Basic Biological Problems RAS*

Сокращение биоразнообразия, обусловленное возрастающим антропогенным воздействием и процессами глобализации, становится сравнимым с великими вымираниями видов в прошлом [6]. В связи с этим всё более актуальна задача использования заповедников и национальных парков для сохранения биологического разнообразия. Сеть заповедников России представляет собой уникальное явление – это единственная в мире система ненарушенных природных территорий, организованных на единой научной основе, охватывающая большую часть природных зон самой большой по площади страны мира.

Проблему поддержания биоразнообразия обычно не рассматривают в связи с сохранением естественных почв и структур почвенного покрова. Однако важной характеристикой почвы, определяющей высокое разнообразие почвенной и связанной с почвой биоты, является её гетерогенность как среды обитания. Пространственная неоднородность свойств, проявляющаяся в разных масштабах, от почвенных микроагрегатов до комплексности почвенного покрова – является главным фактором, обеспечивающим сосуществование разных видов [5]. Таким образом, сохранение разнообразия почв (в том числе редких и исчезающих) должно быть одним из важнейших условий реализации концепции сохранения биоразнообразия.

Инвентаризация разнообразия животных и растений в пределах охраняемых территорий ведётся постоянно и с большей или меньшей регулярностью отражается в печатных изданиях, почва же нередко рассматривается лишь как пространственный базис для размещения охраняемых видов. Систематическое описание природных почв государственных заповедников и национальных парков страны впервые представлено в оригинальном справочно-аналитическом издании «Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации» [4]. В справочнике на основе карты [3] была оценена репрезентативность системы заповедников и национальных парков страны. Выявлено, что из 204 почв, выделенных в легенде, в границах охраняемых территорий не представлено 75 (т.е. 36,8 %) [7]. Данные полевых исследований и крупномасштабные почвенные карты,

приведённые в авторских очерках, свидетельствуют о том, что в пределах охраняемых территорий некоторые из этих 75 почв представлены небольшими фрагментами.

Сравнительный анализ обзорной картографической информации и данных крупномасштабных региональных исследований, приведённых в авторских очерках, показал, что состав почвенного покрова, рассчитанный по карте [3], во многих случаях отличается от реального. Особенно характерны эти различия для кластерных заповедников, состоящих из небольших участков, размеры которых оказываются мельче размеров минимального контура почвенной карты. Различия также обусловлены тем фактом, что объектами охраны часто являются редкие, необычные ландшафты, отличающиеся от окружающих пространств (выходы карбонатных пород, массивы древнеаллювиальных песчаных отложений, пойменные участки и т. д.). Размещение заповедной территории в нетипичной для региона позиции обуславливает особенности её природных комплексов и часто невозможность их использования в качестве образцов для сравнения с природными комплексами окружающих пространств.

В условиях высокой антропогенной преобразованности, где сложно найти значительные по площади неизменённые территории, реальный путь сохранения биоразнообразия – кластерные заповедники, включающие несколько небольших участков с разнообразными ненарушенными природными комплексами. Хотя небольшие разрозненные участки далеко не всегда могут в полной мере выполнять функции эталонов природы, их резерватная, ресурсоохранная и мониторинговая роль здесь выражается в значительной степени.

При создании охраняемых территорий в районах средней и высокой антропогенной преобразованности ориентирами могут служить объекты, занесённые в Красную книгу почв России [2]. Различная плотность размещения таких объектов на карте, в том числе мест локализации почв, не представленных на охраняемых территориях, определяется степенью изученности почвенного покрова в различных регионах России.

В сельскохозяйственных регионах порой сложно найти территории с естественными биоценозами и почвами. Наиболее реальный путь развития заповедной сети в данных условиях – создание возможно большего числа охраняемых участков небольших размеров и присоединение их к существующим крупным охраняемым территориям или обеспечение режима использования, гарантирующего сохранение почвы с соответствующим растительным покровом на ограниченной площади. Опыт образования небольших по площади охраняемых территорий регионального уровня для сохранения ценных почвенных объектов имеется в Оренбургской области [1]. В Предкавказье присоединение к существующим охраняемым территориям занесённых в Красную книгу почв [2] небольших ареалов ненарушенных чернозёмов и каштановых почв под естественной или восстановленной растительностью является единственной возможностью сохранения естественных экосистем. Следует понимать, что после сведения естественной растительности и нарушения почвенного покрова восстановить экосистему с её природным разнообразием становится невозможным. Не смотря на то, что небольшие разрозненные участки не могут в полной мере выполнять функции эталонов природы, их резерватная, ресурсоохранная и мониторинговая роль выражается в наибольшей степени.

Таким образом, разработанные к настоящему времени Красные книги почв являются важнейшей базой для создания новых особо охраняемых природных территорий.

## Литература

1. Климентьев А.И., Чибилев А.А., Блохин Е.В., Грошев И.В. Красная книга почв Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 295 с.
2. Красная книга почв России. Объекты книги и кадастра особо ценных почв. / Под ред. Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина. М.: МАКС Пресс, 2009. 576 с.
3. Почвенная карта РСФСР. Масштаб 1:2 500 000 / Гл. ред. В.М. Фридланд. М.: ГУГК, 1988.



4. Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации / Гл. ред. Г.В. Добровольский, отв. ред. О.В. Чернова, В.В. Снакин, Е.В. Достовалова, А.А. Присяжная. М.: НИА-Природа – Фонд «Инфосфера», 2012. 478 с.
5. Роль почвы в формировании и сохранении биоразнообразия / Отв. ред. Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов. М.: ТНК КМК, 2011. 274 с.
6. *Снакин В.В.* Динамика биоразнообразия, дрейф материков и глобализация // Век глобализации. 2015. № 1. С. 66–74.
7. *Чернова О.В., Снакин В.В., Присяжная А.А.* Почвенный покров как фундаментальная основа сохранения ландшафтного и биологического разнообразия природных комплексов охраняемых территорий // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2012. № 6. С. 50–56.

УДК 630.114

ПОЧВЕННО-ГЕОЛОГОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ БРЯНСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА (БЛМ)

Л.А. Соколов

*Брянская государственная инженерно-технологическая академия, Брянск,  
[leonid\\_sokolov@bk.ru](mailto:leonid_sokolov@bk.ru)*

SOIL AND GEOLOGICAL GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE  
PRODUCTIVITY OF BRYANK FOREST PLANTATIONS

L.A.Sokolov

*Bryansk State Engineering and Technological Academy, Bryansk*

В центре Русской равнины в пределах бассейна реки Десна - основного притока Днепра, располагается уникальный по своей природной, исторической и экономической значимости Брянский лесной массив (БЛМ). Уникальность БЛМ и составляющих его компонентов отмечалась еще в начале прошлого столетия в трудах великих исследователей природы: Г.Ф.Морозова (1906), П.А.Земятчинского (1907), В.Н.Сукачева (1908), И.В.Тюрина (1915). История его возникновения и становления на границе природных зон – таежно-лесной и лесостепной связана, прежде всего с его нахождением в пределах зоны конечных морен древних материковых оледенений – Смоленского и Днепровского (Л.А.Соколов, М.В.Стефуришин, 1993). Эрозионная и аккумулятивная деятельность ледников и возникших после их таяния вод вызвала значительные изменения в рельефе, облике ландшафта, условиях залегания, структуре и характере почвообразующих и подстилающих почвы горных пород и почв. Значительно изменилась динамика и химизм грунтовых вод. Ставшая более рельефной территория бассейна реки покрылась плащом гляциальных и флювиогляциальных наносов песчаного и супесчаного гранулометрического состава. Широко представленные здесь подзолистые песчаные почвы кислые, малогумусные, с низким содержанием подвижных элементов питания и степенью насыщенности основаниями в пределах 50-60%. Грунтовые воды слабоминерализованы и глубоки. В составе представленных насаждений преобладают простые одноярусные сосняки брусничники и черничники 1-11 класса бонитета с запасом древесины к возрасту спелости до 300-350 мз/га. В цокольных элементах и на поверхности наиболее высоких речных террас в почвообразующей и подстилающей толще пород наряду с бедными кварцевого состава песками оказались коренные породы мелового возраста – кварцево-глауконитовые пески с включениями фосфоритов, меловой рухляк и альбский слюдястый суглинок. Развитые здесь дерново-подзолистые почвы содержат 2-3% гумуса, отличаются менее кислой реакцией среды и достаточно высокой степенью насыщенности элементами питания (основаниями). У достигает 70-80% и более. На контакте горных пород зачастую формируется минерализованная верховодка, переходящая ниже по рельефу в постоянный горизонт грунтовых вод. В составе насаждений сложного типа преобладают хвойные 1-1а класса

бонитета со значительной примесью лиственных и, особенно, широколиственных деревьев. Сосна 1а класса бонитета доминирует в первом ярусе, ель с дубом черешчатым и кленом остролистным - во втором и третьем, Продуктивность хвойно-широколиственных насаждений достигает 500 мз/га и более.

#### Литература

1. *Земятченский П.А.* Отчет по исследованию геологии и почв в Брянском лесном массиве//Тр. По лесн. опыт. Делу в России. 1907. Вып.6. с.1-46.
2. *Морозов Г.Ф.* К вопросу о образовании опытного лесничества в Брянских лесах// Лесн. журн. 1906.№3. с.283-293.
3. *Соколов Л.А., Стефуришин М.В.* Почвенно-геологические исследования в Брянском Опытном лесничестве (к 90-летию образования)//Почвоведение. 1997. №5. с. 647-652.
4. *Сукачев В.Н.* Лесные формации и их взаимоотношения в Брянских лесах// Тр. По лесн. опыт. Делу в России. 1908. Вып. 9. с.1-61.
5. *Тюрин И.В.* План почв Учебно-Опытной лесной дачи масштаба 1:10000. Брянск, 1915.

УДК 631.48

#### ПРИЗНАКИ РАННЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ И ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРМЕНИИ

Е.М. Столпникова\*, Н.О. Ковалева\*\*

\* *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*

\*\* *Институт экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, opallada@yandex.ru*  
ERLY PLEISTOCENE PEDOGENESIS TRACES IN VOLCANIC AND DELUVIAL DEPOSITS  
OF NORTHERN ARMENIA

E. M. Stolpnikova

\**A.N. Seversov Institute of Ecology and Evolution RAS,*

\*\**Institute of ecological soil science of MSU*

Ранне-плейстоценовые почвы – слабоизученные объекты, информация о них единична. По сравнению с почвами голоцена, в объектах плейстоценового возраста чаще выполняются палеонтологические, палеоботанические, геоморфологические исследования различных осадков.

Цель данной работы - обнаружить признаки почвообразования в отложениях, где не сохранилось полнопрофильных погребённых почв, а имеются лишь характерные признаки педогенеза. Ведь именно такими объектами чаще всего представлены раннепалеолитические стоянки древнего человека.

Плохая сохранность погребённых почв связана не только со значительным возрастом и диагенезом отложений, но и с характером ландшафтов в местах расположения стоянок. Как известно, один из путей миграции древнего человека из Африканского континента в Евразию проходил по территории современной горной системы Малого и Большого Кавказа. Следовательно, материал археологических раскопов представлен склоновыми, делювиальными отложениями, в которых, тем не менее, удаётся проследить некоторые остатки древнего почвообразования.

Объекты данного исследования расположены на Армянском нагорье в северной Армении на высоте 1700 м над ур. моря, и представлены горизонтами с признаками почвообразования, вскрытыми археологическим раскопом в карьере Карахач 2013г. (раскопки В.П.Любина, Е.В.Беляевой, ИИМК РАН, [1]) на территории Лорийского плато и в карьере у д. Ени-Ёл, расположенном на Ширакском плато (экспедиция под руководством В.Г.Трифонов, Геологический Институт РАН, [3]), где был также найден археологический материал.

Археологические и геологические данные позволили датировать объекты временем раннего плейстоцена [3]. В обоих объектах среди слоёв галечников обнаружены не каменистые горизонты буровато-рыжего цвета. Два таких горизонта вскрыто раскопом 2013 года в Карахаче, и один слой обнажается в карьере д. Ени-Ёл. Отложения представляют собой переслаивание валунных суглинков с каменным материалом различного размера и не каменистых суглинистых слоёв. В раскопе Карахач они сопровождается отложениями пережжённого пепла и туфоконгломератов. Величины магнитной восприимчивости образцов в обоих объектах обнаруживают высокие значения, что говорит о высокой доле магнитных минералов в отложениях. Как известно, такими большими значениями обладают вулканогенные отложения (в вулканическом туфе значения достигают  $643 \cdot 10^{-6}$  СГСМ). В карьере Ени-Ёл, также как и в других объектах, не содержащих видимых продуктов извержений, магнитная восприимчивость может служить индикатором активизации вулканической деятельности. А снижение её величин – индикатором возможных спокойных периодов, благоприятных для почвообразования. Действительно, во всех найденных рыжевато-бурых слоях наблюдается снижение величин магнитной восприимчивости. Низкое содержание органического углерода (0,1-0,2%) в отложениях не позволяет выделить погребённые горизонты по традиционным максимумам его содержания, хотя заметна тенденция накопления углерода в вышеописанных суглинистых горизонтах. Содержание азота в каменистых отложениях обнаруживает следовые количества, тем не менее, в суглинистых слоях карьеров Карахач и Ени-Ёл фиксируется некоторое повышение его содержания.

Изотопный состав органического углерода демонстрирует утяжеление величины  $\delta^{13}\text{C}$  в исследуемых горизонтах (до -25,3‰) и, напротив, облегчение в вулканогенных слоях (до -28,2‰).

Однако, в сходных отложениях двух карьеров обнаруживаются признаки их различного генезиса. Так, отложения в карьере Ени-Ёл насыщены карбонатами и оксидом железа (III), в то время как отложения карьера Карахач обладают слабо-кислыми значениями pH (в вулканических пеплах pH опускается до 5,6) [2]. Возможно, отложения карьера Ени-Ёл формировались под влиянием карбонато- и железосодержащих грунтовых вод, которые воздействовали на мелкозем уже после отложения каменного материала. Включения камней покрыты железистыми плёнками, в суглинистом материале также диагностированы процессы ожелезнения. В карьере Карахач отложения некарбонатны и представляют собой переслаивание валунных суглинков, вулканического материала кислого состава и суглинистых горизонтов с признаками почвообразования. Тем не менее, в последовательностях стенок обоих карьеров каменный материал окатан и, следовательно, подвергался воздействию водных потоков. Таким образом, по данным магнитной восприимчивости, можно выделить этапы непрерывного почвообразования, которое имело место в интервалы между периодами вулканической активности и отложения делювиальных осадков.

Работа выполнена на средства, полученные совместно с О.С.Хохловой от гранта РФФИ № 13-06-12016 – офи\_м.

#### Литература

1. Асланян А.С., Беляева Е.В., Колтаков Е.М., Любин В.П., Саркисян Г.М., Суворов А.М. Армяно-российская археологическая экспедиция 2003-2006 гг.// Зап. Ин-та истории материальной культуры РАН. 2007. №2, С.142-154
2. Столпникова Е.М., Ковалева Н.О. Характеристика палеопочв и педоседиментов стоянок первобытного человека в долине р. Дзорагет (Армения)//Поволжский экологический журнал, 2014, №4, С.628-641
3. Трифонов В.Г., Любин В.П., Беляева Е.В., Трихунков Я.И., Симакова А.Н., Тесаков А.С., Веселовский Р.В., Пресняков С.Л., Бачманов Д.М., Иванова Т.П., Ожерельев Д.В.

Геодинамические и палеогеографические условия расселения древнейшего человека в Евразии (Аравийско-Кавказский регион) // Тектоника складчатых поясов Евразии : сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения : материалы XLVI Тектонического совещ. / под. ред. К.Е. Дегтярёва, Н.Б. Кузнецова. М. : ГЕОС, 2014, Т.2, С. 240-246.

УДК 631.44

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ПОД ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ  
КУБА-ХАЧМАССКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Н.А.Султанова

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана г.Баку, [nigarsultanova@mail.ru](mailto:nigarsultanova@mail.ru)*

AGRO-EKOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS UNDER VEGETABLE CULTURES  
OF GUBA-KHACHMAZ AREA OF AZERBAIJAN.

N.A.Sultanova

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS, Baku city, Azerbaijan Republic.*

Агроэкологическая оценка состояния земель является одной из наиболее важных проблем современного практического почвоведения. Наряду с генетическими особенностями почв она учитывает их современное состояние. Это позволяет обосновать мероприятия по рациональному использованию земель в хозяйствах, предупреждению развития процессов деградации почв и повышения их плодородия.

В агроэкологической оценке земель первостепенное значение имеют биологические требования возделываемых растений к факторам внешней среды (отношение к влаге, к физическим и химическим условиям почвы и т.д.).

Нами была проведена агроэкологическая оценка почв под овощными культурами Куба-Хачмасской зоны с учетом почвенно-климатических условий этого региона. Наши исследования проводились на овощепригодных почвах Куба-Хачмасской зоны. Проведение агроэкологической оценки разных типов овощепригодных почв Куба-Хачмасской зоны базируется на методических рекомендациях Г.Ш.Мамедова, С.З.Мамедовой [4], Д.С.Булгакова [2].

Общая площадь Куба-Хачмасской природной зоны составляет 804,7 тыс.га. В сельском хозяйстве используются 374,5 тыс.га или 47% территории. Климат предгорной зоны северо-восточной части Большого Кавказа относят к умеренно-теплому сухостепному. Зима здесь теплая и мягкая, лето - жаркое и сухое, а среднегодовая температура воздуха колеблется от 9,4 до 12,5 °С. Среднегодовое количество осадков колеблется от 342 мм (Хачмас) до 549 мм (Кусары). В сельском хозяйстве используются горно-коричневые, серо-коричневые, лугово-коричневые, лугово-сероземные и аллювиально-луговые<sup>5</sup>.

Горно-коричневые почвы распространены в различных частях территории, на высоте 500-700 м над уровнем моря. Почвы богаты гумусом и распределение его по профилю довольно плавное, а содержание колеблется в пределах 0,80-5,5%. Содержание азота составляет 0,08-0,30%, фосфора – 0,20-0,35%. Сумма обменных оснований довольно высокая – 25-40 мг.экв. на 100 г почвы. В составе поглощенного комплекса много обменного кальция и магния. Почвы бедны поглощенным натрием. Величина рН водной суспензии указывает на щелочной характер реакции.

Серо-коричневые почвы занимают незначительную площадь и распространены в различных частях территории. Содержание гумуса, общего азота и фосфора в этих почвах по профилю пониженное (0,90-3,0% гумуса, 0,07-0,20% азота; 0,08-0,22% фосфора) по сравнению с коричневыми почвами. Серо-коричневые почвы выделяются высокой емкостью обмена, колеблющегося примерно 25-55 мг.экв на 100 г почвы. Реакция среды в этих почвах имеет щелочной характер. Механический состав преимущественно глинистый и тяжелосуглинистый [1].

Лугово-коричневые почвы формируются на участках повышенного грунтового и поверхностного увлажнения в зоне коричневых почв. Они характеризуются наличием хорошо выраженного гумусового горизонта, слитостью профиля, а также наличием карбонатов в нижних горизонтах. Содержание гумуса в верхних горизонтах колеблется в пределах 2,0-4,5%, азота – 0,100-0,250%, фосфора – 0,150-0,250%. Лугово-коричневые почвы насыщены основаниями. Сумма обменных оснований 20-35 мг.экв. на 100 г почвы. Почвы карбонатные, содержание их колеблется в пределах 8,0 – 18,2%.

Аллювиально-луговые почвы распространены на речных террасах и прирусловых повышениях рек и их притоков, представляют собой более молодые почвы с признаками лугового почвообразования. Образовались на аллювиальных отложениях легкого механического состава. Количество гумуса в верхних горизонтах аллювиально-луговых почв колеблется в пределах 1,4-3,7%. Содержание общего азота и фосфора соответственно колеблется в пределах 0,09-0,18% и 0,16-0,23%. Количество карбонатов здесь высокое и составляет 1,2-14,5%. Сумма обменных оснований колеблется в широких пределах от 2,5 до 20,6 мг.экв. на 100 г почвы [3].

На основе исследований почвенного покрова изучаемой территории нами выделены 4 типа почв, наиболее пригодных для возделывания овощных культур: горно-коричневые, серо-коричневые, лугово-коричневые и аллювиально-луговые. Применяя частные шкалы оценки почв по отдельным признакам, нами была проведена агроэкологическая оценка горно-коричневых, серо-коричневых, лугово-коричневых, аллювиально-луговых почв. Для этого была проведена бонитировка почв исследуемой территории. Затем, применяя частные шкалы оценки почв по отдельным признакам, учитывая основные климатические показатели, были вычислены экологические баллы для горно-коричневых, серо-коричневых, лугово-коричневых и аллювиально-луговых почв [4].

Основными экологическими факторами, которые существенно влияют на сельскохозяйственное производство являются рельеф и климат. Для проведения агроэкологической оценки мы использовали такие показатели, как высота местности, количество выпадающих осадков и сумма температур выше 10°C. Из почвенных показателей нами были применены показатели рН, карбонатности, физической глины, количества водопрочных агрегатов [2].

Горно-коричневые почвы по высоте местности выше уровня моря (500-700 м) получили 70 баллов. Однако по осадкам (549 мм) здесь получено 100 баллов, т.к. овощные культуры требовательны к получению влаги. По диагностическим признакам эти почвы получили 80 баллов. По другим физико-химическим показателям, таким, как количество водопрочных агрегатов, содержание физической глины получено 79 баллов, карбонатность оценивается 63 баллами, в то время как по рН получено 97 баллов, т.к. овощные культуры хорошо произрастают на нейтральных почвах. Экологический балл для этих почв составил 81 балл.

Серо-коричневые почвы по баллам бонитета получили 69 баллов, однако экологический балл несколько повысился и составил 73 балла. Это объясняется тем, что по высоте местности получено 90 баллов, по количеству осадков также 90 баллов, по карбонатности 97 баллов и т.д.

На снижение экологического балла повлияли карбонатность – 64 балла, содержание физической глины – 71 балл, количество водопрочных агрегатов -74 балла. В то же время по рН получено 100 баллов. Аллювиально-луговые почвы по высоте местности выше уровня моря (0-200 м) получили 100 баллов. По сумме температур выше 10 °С (3600-4000 °С) здесь получено 90 баллов. По количеству выпадающих осадков здесь получено 62 балла.

Таким образом, установлено, что наилучшими почвами для возделывания овощных культур являются лугово-коричневые почвы (85 баллов).

#### Литература

1. Алиев Г.А. Почвы Большого Кавказа, Баку, 1978, 158 с.

2. Булгаков Д.С. *Агроэкологическая оценка пахотных почв. Москва, 2002, 250 с.*
3. Касумова Т.Т. *Почвенно-экологические условия и оценка плодородия почв плодовых насаждений Куба-Хачмасской зоны. Автореф. дис. канд. с/х н. Баку, 1992.*
4. Мамедов Г.Ш. *Экологическая оценка почв Азербайджана. Баку, Элм, 1998, 281 с.*

---

УДК 371.1:631.4

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО ПОЧВЕННЫМ ОРГАНИЗМАМ  
ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

И.П. Таранец

*Музей земледения МГУ\*, Экоцентр «Воробьевы горы», г. Москва, [iris1@mail.ru](mailto:iris1@mail.ru)*

COURSE ABOUT SOIL ORGANISMS FOR PEOPLE WITH DISABILITIES

I.P. Taranets

*Earth science museum of MSU, Ecocenter «Vorobyovy Gory»*

Для людей с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для слепых и плохо видящих людей, особенно актуально получение знаний об окружающем их мире. В Экоцентре «Воробьевы горы» разработан цикл занятий по природе родного края для «особых», очень разных категорий посетителей.

В феврале 2015 года для слепых и плохо видящих детей младшей школы было разработано и проведено специальное тематическое занятие «Обитатели почвы и удивительные насекомые». Цель занятия – познакомить детей с разными видами насекомых, в том числе обитателями почв, рассказать о мире почвы, рассказать о полезных и «вредных» насекомых для человека, видах, занесенных в красную книгу, а также разобраться с тем, что многие почвенные организмы не все являются насекомыми.

На тематическом занятии, присутствовали невидящие дети, им не покажешь презентацию и коллекции насекомых, поэтому были задействованы разные «оживляющие» экспонаты. Это муляжи насекомых из пластмассы (жужелицы, усачи, долгоносики, жуки-олени, майские жуки, мухи, осы, пчелы, шмели, стрекозы, многоножки, дождевые черви, кузнечики, сверчки, божьи коровки, черные и рыжие муравьи), жук бронзовка, мармеладные черви (хорошо имитируют дождевых червей), кора деревьев, на которой видны ходы личинок короедов, листья деревьев, мох, почва, соты пчёл. Кроме этого был изготовлен маленький муравейник, основанием, которого послужило дно пластиковой бутылки, обклеенное хвоей сосны, задействовали звуки, издаваемые насекомыми с помощью компьютера, загадки о насекомых, а также взяли неглубокую коробку, в которую поместили подстилку, мох, немного почвы и муляжи насекомых.

Занятия проводилось с малой группой детей (5 человек). Все ребята были приглашены за стол, на котором стояла коробка, имитирующая поверхность земли, с подстилкой и муляжами насекомых, а также червей и многоножек и др. предметов. Каждый ребенок вынимал любой объект (листья, мох, насекомых и пр.) и пытался о нем рассказать, вспомнить название и какие-то интересные факты. В этот момент другие ребята получали дополнительные такие же «экспонаты». Очень важно при работе со слепыми и слабовидящими людьми иметь дополнительный набор всех задействованных на занятиях и экскурсиях экспонаты-предметы. Все люди с ограниченными возможностями быстро устают, им нужна частая смена деятельности, бывает, что им сложно ждать какой-либо интересный предмет. Это нужно учитывать при разработке и проведении специальных занятий. Нужно иметь ввиду, что слепым и слабовидящим посетителям нужно больше времени, чем обычному ребенку, т.к. они должны осмотреть экспонат со всех сторон, «увидеть» все отличительные признаки. Кроме того учитель, преподаватель должен быть очень собранным, нельзя говорить о тех вещах, которые дети не смогли «посмотреть», нельзя говорить о цвете, лучше не использовать слово «щупать», а говорить «осматривать».

После того, как ребенок вытаскивал объект из «почвенной коробки», называл его, далее, шел короткий рассказ преподавателя о насекомом или почве и др. объектах, о том, что находилось в руке у маленького исследователя. Все другие дети получали такой же объект. Если из коробки вытаскивалось насекомое, то к объяснению добавлялся звук этого организма. Именно звуки очень оживляли тематическое занятие. Во время прослушивания шла смена деятельности, создавались небольшие паузы, между услышанным и новым материалом. За это время дети успевали имитировать услышанные звуки.

В конце занятия группа отгадывала загадки по теме занятия, называла всех изученных насекомых и др. объектов. Ребята объясняли, что такое Красная книга и какие насекомые туда отнесены. Могли повторить звуки, издаваемые насекомыми. Вспоминали, что находилось и почему в «почвенной» коробке, рассказывали, что такое почва, как она образуется, почему она важна для человека и природы в целом.

В заключении хочу отметить, что занятие разработано для проведения его в помещении, чтобы посетители в любое время года смогли познакомиться с темой занятия. Однако, его можно проводить и на природе, заранее подготовив к этому группу. Благодаря разным экспонатам и интерактивным элементам, маленькие дети меньше устают, у них не рассеивается внимание и они могут работать благодаря частой смене действий больше часа.

УДК: 631.4 (076.5)

ПОЛЕВАЯ ПРАКТИКА ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ КАК КОМПОНЕНТ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ

Е.В. Терская, Л.Б. Исаченкова, Н.А. Алексеенко

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, г. Москва,  
Elena\_terskay@mail.ru*

SOIL SCIENCE FIELD TRAINING AS A COMPONENT OF ECOLOGICAL  
EDUCATION OF STUDENTS GEOGRAPHERS

E.V. Terskay, L.B. Isachenkova, N.A. Alexeenko

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

Экологическое образование опирается на знания о закономерностях функционирования природных ландшафтов. Основным средообразующим компонентом ландшафта являются почвы. В подготовке специалистов-географов к самостоятельным исследованиям природной среды важное место занимают полевые практики. Методологическая цель практики – изучение отдельных компонентов природной среды в полевых условиях, получение конкретных знаний о взаимосвязи между этими компонентами. Накопленная база практических навыков способствует формированию у студентов географического мышления. Именно такой подход обеспечивает выпускникам географического факультета высокое качество их подготовки и результативность дальнейшей практической деятельности при разработке мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Первая полевая общегеографическая учебная практика для студентов всех специальностей географического факультета МГУ вот уже более 45 лет проводится на территории учебной базы «Сатино», расположенной в Боровской районе Калужской области. Здесь, в бассейне средней Протвы, студенты впервые знакомятся с объектами и методами полевых исследований, учатся работать с различными приборами и специальными материалами. На территории площадью около 20 км<sup>2</sup>, в радиусе 4–5 км от основной базы, ежегодно в течение июня и июля проводятся практики: по топографии, геолого-геоморфологическая, почвенная, геоботаническая, гидрологическая, метеорологическая и ландшафтная. Продолжительность большинства практик – 6 дней. Между отдельными видами практик существует логическая и информационная преемственность в изложении материала в разных группах одного и того же потока.

Большую роль в совершенствовании учебной работы на всех видах практик сыграло наличие крупномасштабной (1: 10 000; 1: 5 000) топографической основы, специальных карт учебного полигона: мощности четвертичных отложений, геоморфологической, почвенной, карты растительности, черно-белых и спектрзональных аэроснимков крупных масштабов, а также космоснимков.

В июне студенты географического факультета проходят топографическую, геоморфологическую и геоботаническую практики, что позволяет к началу практики по почвоведению (июль) иметь основные представления о факторах почвообразования УНП Сатино. В пределах учебной базы все полевые практики приурочены к шести профилям, которые равномерно распределены по территории и проходят через основные элементы рельефа: водораздельные поверхности, пологие и крутые склоны, долинные комплексы рек Протвы и Исмы, в пределах которых и формируются основные геохимические ландшафты.

Учебная практика по почвоведению знакомит студентов с методическими приемами полевого изучения почв. За время практики студенты должны научиться выбору местоположения почвенных разрезов и полевому морфологическому описанию почв, познакомиться с методикой крупномасштабного почвенного профилирования с использованием топографических карт и аэроснимков, приобрести навыки документирования результатов полевых наблюдений и их камеральной, в том числе компьютерной, обработки. Особое место в программе практики занимает аналитический блок, т.е. изучение химических и физико-химических свойств почв как непосредственно в поле, так и в химической лаборатории. Главная цель учебной практики по почвоведению – создание у студентов представлений о почвах как о реальных природных телах, о разнообразии почв, в связи с условиями почвообразования и о роли почв в экосистемах. Полученная информация о почвах должна послужить основой для некоторых базовых понятий геохимии ландшафтов.

В структуре практики четко выделяется три этапа: подготовительный, полевой и камеральный (обработка полученных результатов). Полевая практика по почвоведению начинается со вступительной беседы преподавателя, в которой подробно разбираются факторы почвообразования, особенности почвенного покрова Сатинского учебного полигона, условия формирования основных элементарных геохимических ландшафтов.

Основная часть времени (4 дня) отводится на полевые исследования. В первые два дня практики под руководством преподавателя проводятся обзорные рекогносцировочные маршруты, когда студенты знакомятся с основными особенностями формирования почв в зависимости от условий почвообразования, их принадлежности к определенным элементарным геохимическим ландшафтам. Во время маршрутов изучаются как автоморфные, так и гидроморфные почвы: дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, дерново-глеевые, аллювиальные, болотные и др. Рекогносцировка дает возможность выявить характерные особенности элементарных ландшафтов профилируемого участка непосредственно на местности и уточнить схему размещения почвенных разрезов. При этом используются аэрофотоснимки и топографическая карта масштаба 1: 5000.

Вторая часть полевого этапа – самостоятельная работа студентов на профиле. Студенты к началу почвенной практики уже хорошо знакомы с геологическими, геоморфологическими и геоботаническими особенностями территории по которой проходит линия профиля.

В процессе изучения ландшафтно-геохимического профиля бригада должна самостоятельно заложить почвенные разрезы с учетом факторов почвообразования (рельефа, геологического строения и растительности), дать морфологическое описание почв и факторов почвообразования, отобрать пробы из основных горизонтов почв. Итогом полевого этапа является составление комплексного ландшафтно-геохимического профиля, на котором должны быть показаны геологическое строение, почвообразующие породы, почвы, растительность, геохимические ландшафты.



Для получения более полного представления о генетических особенностях почв студенты в учебной лаборатории анализируют отобранные в поле образцы, определяя рН (водный, солевой), а также содержание подвижных форм железа как одного из типоморфных элементов лесных ландшафтов.

Полученные студентами данные во время полевых и камеральных работ (химическая лаборатория) заносятся в Базу данных, которая включена в состав комплексной ГИС «Сатино». В базу данных вводятся характеристики основных факторов почвообразования, подробное морфологическое описание всех генетических горизонтов, а также данные по рН, подвижному железу и влажности почв. Студенты также заносят координаты точек, уточняют их положение на фрагменте топографической карты. После того, как все данные по почвам, исследованным на профиле, занесены в Базу данных, каждая бригада получает сводные таблицы с результатами химических анализов, распределением показателей по каждому профилю почв и подсчетом основных геохимических коэффициентов:  $R$  – коэффициент радиальной дифференциации железа,  $L$  – коэффициент латеральной дифференциации железа. Полученные данные используются студентами при написании глав отчета.

В заключение следует отметить, что преимущество в проведении учебных практик и комплексное профилирование позволяют студентам 1 курса более глубоко изучить почвы, как один из важнейших элементов ландшафта.

УДК 631.45

#### РОЛЬ ПОЧВЫ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

К.А. Федоренко\*, Н.В. Елисеева\*\*

*\*Министерство образования и науки Краснодарского края, г. Краснодар,  
[fka-2011@mail.ru](mailto:fka-2011@mail.ru)*

*\*\*Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ,  
(г. Краснодар), [envves@mail.ru](mailto:envves@mail.ru)*

#### THE ROLE OF SOILS IN HUMAN LIFE

К.А. Fedorenko, N.V. Eliseeva

В Краснодарском крае отмечается необычайно высокое разнообразие природных ресурсов. Мягкий климат, многообразие видов растительности и животных, великолепные предкавказские черноземы, высокие урожаи сельскохозяйственных культур – все это обусловило миграционную активность и высокую плотность населения в крае. При этом увеличение численности населения способствует с одной стороны экономическому росту, а с другой ведет к экологическому кризису, особенно в сельском хозяйстве.

Из года в год в крае увеличиваются посевы зерновых, пропашных, овощных и посадки ягодных и плодовых культур. Выращивание высоких урожаев требует новых технологий. Интенсивное землепользование приводит к деградации почв.

В Белореченском районе продолжают интенсивно проявляться негативные процессы на землях, экологическое состояние которых повсеместно ухудшается, что вызывается бесхозяйственным отношением к земле и агрессивным использованием плодородного слоя земельных угодий, увеличением несанкционированных свалок на пахотных землях, недостатком финансовых средств на разработку и осуществление мероприятий по рациональному использованию земельных ресурсов и рекультивации земель.

Продолжает ухудшаться качественное состояние почв вследствие получения сельскохозяйственной продукции за счет естественного плодородия почв при отрицательном балансе питательных веществ. За многие годы такого использования земель от первоначального содержания гумуса в большей части черноземов, составляющего в среднем около 5%, к настоящему времени осталось 3,7%. До 1930 года темпы снижения содержания гумуса составляли 0,01 абсолютного процента в год. В 30-50-е годы они возросли до 0,03%, а

в 60-80-е годы потери гумуса уже составляли 0,05%. К началу XXI века содержание гумуса снизилось до 3,5%.

Исследования показали, что разные виды и формы минеральных удобрений не одинаково влияют на состояние и свойства почвы. Внесенные в почву удобрения вступают с ней во взаимодействие. Происходят всевозможные превращения удобрений, которые зависят от ряда факторов: свойств удобрений и почвы, погодных условий, агротехники и т.д.

Интенсивное применение фосфорных удобрений привело к повсеместному закислению почв и потере их структуры. К значительному недостатку многих минеральных удобрений можно отнести наличие в них тяжелых металлов (кадмия, свинца и др.) [3].

Очевидно, что ведение сельского хозяйства необходимо переводить на экологичную адаптивно-ландшафтную систему земледелия, которая позволит сохранить почвенные ресурсы. В противном случае могут последовать необратимые процессы деградации почв и загрязнения земель. Все проекты должны предусматривать оптимизацию структуры земельных угодий с таким их соотношением, которое обеспечивает устойчивое развитие и саморегуляцию экосистем. Это необходимо осуществлять потому, что игнорирование реализации мероприятий по залужению и залесению прибрежных и приовражных полос приводит к развитию процессов эрозии почв на этих и прилегающих территориях.

Но не только интенсивное землепользование приводит к негативным экологическим последствиям почв. Среди стихийных антропогенных факторов очевидно такое распространенное явление как формирование несанкционированных свалок при бесконтрольном размещении бытового мусора. Формирование таких свалок является одной из экологических проблем, которая воздействует на почвенный покров, а значит, изменяет эдафические факторы среды обитания человека [1]. В настоящее время в Краснодарском крае еще слабо изучено влияние несанкционированных свалок на почвенный покров сельскохозяйственных территорий и, не оценены изменения в среде обитания человека, которые происходят под данным влиянием. Но опыты по рекультивации свалок дают возможность предположить, что при рекультивации свалок ТБО перспективно применять:

- послонную засыпку смесью почвогрунтов с фосфогипсом
- залужение пыреем ползучим или овсяницей луговой на субстрате из смеси почвы с перегноем и фосфогипсом [2].

В целом для уменьшения действия деградационных процессов необходимо правильное использование земельных территорий с высоким уровнем культуры земледелия, правильной организацией их, разработкой и внедрением системы севооборотов, удобрений и мелиорантов.

## Литература

1. *Елисеева Н.В., Федоренко К.А.* Рекультивация почв и свалок ТБО (на примере МО Белореченский район, Краснодарского края). //Мат. докладов VI съезда Общества почвоведов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, Кн.3. 2012 - С. 540-541.
2. *Елисеева Н.В., Федоренко К.А.* Экология и возможная рекультивация свалок ТБО (на примере МО Белореченский район, Краснодарского края). //Известия СГУ. – 2013. - №2(25). - С.63-68.
3. *Имгрунт И.И.* Экологические аспекты оптимизации почвенного плодородия Белореченского района Краснодарского края. Дисс. на соиск. степени к.б.н. Майкоп 2004. – 24 с.
4. *Федоренко К.А., Елисеева Н.В.* Перспективные методы рекультивации свалок ТБО (на примере Белореченского муниципального образования). Международная Интернет конференция «инженерная биология в современном мире». Майкоп: МГТУ, 2011. – С. 189-193.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА  
СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДЕРНОВО-  
ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

К.П. Хайдуков

*ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова*

*e-mail: [hvaber@yandex.ru](mailto:hvaber@yandex.ru)*

EFFECT OF PROLONGED APPLICATION OF VARIOUS SYSTEMS OF FERTILIZERS ON  
THE MOBILE ORGANIC MATTER CONTENT IN THE SOD-PODZOLIC SOIL

K.P. Khaydukov

*Показана важная роль активных компонентов состава гумуса в оценке направленности трансформации органического вещества при агрогенном воздействии и необходимость обязательного дополнения данных содержания органического вещества в почве характеристикой параметров его качественного состояния.*

*Ключевые слова: органическое вещество почвы, длительный опыт, системы удобрения, активные компоненты гумуса, плодородие почвы.*

Многочисленными исследованиями в длительных стационарных опытах, проведенными на разных типах почв, установлено, что удобрения – основной фактор улучшения химических, физико-химических и других свойств почвы [1,2]. В настоящее время высокая стоимость удобрений и средств защиты растений, приводят к ограничению их применения в сельском хозяйстве, однако, мероприятия по сохранению плодородия почв (внесение удобрений, известкование, изменение структуры севооборотов с целью насыщения многолетними травами) должны проводиться.

Важнейшим интегральным показателем плодородия почвы является ее гумусное состояние. Изучение характера изменений содержания и качества гумуса в процессе сельскохозяйственного использования земель актуально не только с точки зрения состояния плодородия почв, но и способствует решению проблемы, связанной с экологической ситуацией в агроэкосистеме [3]. При этом особенно важны такие функции гумуса, как способность быстро трансформировать избыточное количество вносимых с удобрениями минеральных солей, служить инактиватором тяжелых металлов, пестицидов, удерживая их в почвенно-поглощающем комплексе, предотвращая загрязнение растительной продукции и грунтовых вод [4].

Длительные полевые опыты являются основной базой, позволяющей проследить многолетнюю динамику изменения различных пулов органического вещества почв в зависимости от условий землепользования [5].

Исследования проведены в двух длительных полевых опытах, заложенных на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Центральной опытной станции ВНИИА (Домодедовский район, Московская область).

Исследования при длительном применении удобрений (28 лет) и последующем их последствии (19 лет) проводили в стационарном полевом опыте СШ-5 (стационар Шибанцевский пятый), заложенном И.П. Мамченковым в трех полях в 1964-1966 гг. в районе деревни Шибанцево. Исходная агрохимическая характеристика почвы:  $pH_{KCl}$  – 4,3;  $N_T$  – 5,4 мг-экв/100 г;  $S$  – 8,3 мг-экв/100 г;  $P_2O_5$  (по Кирсанову) – 67 мг/кг;  $K_2O$  (по Масловой) – 147 мг/кг; гумуса по Тюрину – 1,57%.

Чередование культур в севообороте: картофель ранний, пшеница озимая, свёкла кормовая, ячмень яровой. Дозы минеральных удобрений: NPK, 2NPK, 3NPK кратные за ротацию 4-польного зернопропашного севооборота содержанию NPK в 50 т навоза которые составляли 233 кг/га N, 137 кг/га  $P_2O_5$  и 330 кг/га  $K_2O$  [6].

С 1993-1995 гг. после 28-летнего исследования действия возрастающих доз органических, минеральных удобрений и их сочетаний до 2006 года изучали последствие

внесенных за этот период удобрений на культурах 4-польного зернового севооборота: вико-овес на зеленую массу, озимая пшеница, ячмень, овес.

А также в опыте СШ-2 заложенном в 1960 г. А.М. Алиевым. В опыте изучали действие удобрений при совместном применении с химическими средствами защиты растений (ХСЗР) на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие почв. Исходная агрохимическая характеристика почвы:  $pH_{KCl}$  – 4,3-4,5;  $H_r$  – 4,6 мг-экв/100 г;  $S$  – 8,4 мг-экв/100 г;  $P_2O_5$  (по Кирсанову) – 210 мг/кг;  $K_2O$  (по Масловой) – 113 мг/кг; гумуса по Тюрину – 1,58%.

Опыт проводится в зернотравяном севообороте, который за период ведения опыта менялся несколько раз [7]. Чередование культур в 9-ой ротации севооборота следующее: викоовсяная смесь с подсевом клевера, клевер 1-го г.п., клевер 2 г.п., озимая пшеница, овес, ячмень. Повторность опыта четырехкратная, общая площадь делянки - 90 м<sup>2</sup>, учетная – 24 м<sup>2</sup>. Число полей 3. Ежегодные дозы удобрений за период освоения севооборота эквивалентны и с учетом питательных веществ содержащихся в навозе равны 109 кг/га N, 66 кг/га  $P_2O_5$  и 130 кг/га  $K_2O$ .

Органическое вещество почвы как многокомпонентную систему, исследователи часто представляют в виде двух основных пулов: устойчивое (инертное), слабо поддающееся минерализации ( $C_{min.}$ ) и легкотрансформируемое ( $C_{trans.}$ ), которые можно выразить следующей формулой [8]:

$$C_{общ.} = C_{min.} + C_{trans.}$$

$C_{min.}$  – содержание гумуса в почве многолетнего чистого пара или абсолютного контроля (без удобрений) длительного, не менее 10-20 лет, опыта, когда содержание гумуса достигает равновесного состояния и практически не меняется;  $C_{trans.}$  – легкотрансформируемый органический углерод.

Активная часть гумуса служит наиболее доступным источником питания растений, определяет биологическую активность, другие агрономические свойства почв и заметно изменяется под влиянием различных агротехнических приемов. Активная часть гумуса участвует в круговороте углерода и других элементов, формирует основные функции органического вещества и определяет эффективное плодородие почвы. Инертный гумус является своеобразным «органическим скелетом» почвы. По определению М. Кёршенса, эта часть гумуса термодинамически и биологически наиболее устойчива и отражает генетические особенности почв. При длительном экстенсивном использовании почвы активная часть гумуса может пополняться за счет инертной устойчивой, что приводит к деградации почв.

В наших исследованиях за  $C_{min.}$  было принято содержание гумуса в почве абсолютного контроля опыта СШ-5 установившееся через 28 лет на уровне 0,74% С к воздушно-сухой почве и мало меняющееся в дальнейшем. Рассчитано содержание  $C_{trans.}$  по разным вариантам опытов за весь период действия и последствий. Полученные данные показывают, что совместное применение органических и минеральных удобрений способствует накоплению  $C_{trans.}$  в составе гумуса двух опытов. Наиболее высокое содержание активного гумуса было в вариантах удобренных по органоминеральной системе и составляло после окончания внесения удобрений в опыте СШ-5 – 0,25 %, а в опыте СШ-2 – 0,49 %, что является оптимальным уровнем содержания трансформируемого углерода (для почв Германии он составляет 0,30 %С).

По мнению немецких ученых [8], такой уровень содержания активного углерода позволяет обеспечить растения и микроорганизмы необходимыми элементами питания, прежде всего азотом. Почва с таким содержанием  $C_{trans.}$  характеризуется высокой продуктивностью и благоприятными экологическими параметрами.

В вариантах опыта СШ-5 с применением возрастающих доз минеральных удобрений содержание активных форм органического вещества определяемых расчетным методом составляло всего 0,06-0,10 %. Более того, за 14 лет изучения последствий ранее внесенных удобрений на культурах зернового севооборота количество углерода на этих вариантах стало

ниже установившегося минимального уровня на контроле (без удобрений). Такие изменения в состоянии органического вещества дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы на вариантах с минеральной системой удобрения указывают на возможность разрушения центральной устойчивой части гумуса.

Длительное применение органических и минеральных удобрений с периодическим известкованием, наличием в составе севооборота многолетних трав, оставляющих в почве большую биомассу органического вещества, а также применением химических средств защиты растений в опыте СШ-2, способствовало накоплению активного (легкотрансформируемого) органического вещества, улучшению состава гумуса.

Количество углерода, экстрагируемого горячей водой в почве опыта СШ-5 составляет от 4,1 до 5,5 % от  $C_{\text{общ}}$  почвы. На вариантах с органоминеральной системой удобрения оно составляет 417-447 мг/кг, минеральной – 321-388 мг/кг. В опыте СШ-2 на вариантах удобренных по органоминеральной системе, оно составляет 473-480 мг/кг, а с внесением минеральных удобрений несколько ниже – 465-473 мг/кг.

Если сравнивать результаты данного исследования с полученными данными в близких условиях длительного опыта Института органических удобрений, то количество углерода ЭГВ, составляющее 417-447 мг/кг, можно отнести к категории «повышенной» обеспеченности почвы легко доступным органическим веществом, даже через 19 лет после прекращения внесения удобрений, а количество от 321 до 388 мг/кг - к «средней» обеспеченности.

Результаты определения активных компонентов почвы методом ЭГВ практически повторяют данные расчетного метода и указывают на ухудшение состояния органического вещества почвы на вариантах с минеральной системой удобрения.

Таким образом, проведенные исследования показали, что длительное применение органических, минеральных удобрений и их сочетаний неодинаково воздействует на содержание и качество органического вещества почвы. На одинаковых по гранулометрическому и агрохимическому составу дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Московской области длительное систематическое применение удобрений, способствует сохранению плодородия почв. Прекращение применения удобрений и активное сельскохозяйственное производство снижает уровень плодородия почвы, приводит к ухудшению качественных параметров гумуса, уменьшает уровень содержания активного углерода, что приводит к тому, что почвенная микрофлора использует в качестве источника углерода «центральные», устойчивые компоненты гумуса, вызывая его деградацию.

Поэтому содержание углерода активных компонентов в составе гумуса является необходимым дополнением к показателям общего уровня гумусированности почв при разработке приемов оптимизации параметров и управления состоянием органического вещества в пахотной почве.

## Литература

1. *Шевцова Л.К.* Трансформация гумуса дерново-подзолистых почв в опытах с длительным применением удобрений // Почвоведение. – 1998. - №7. – С. 825-831.
2. *Петрова Л.И.* Эффективность навоза и минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве в льняном севообороте // Агрохимия. – 1965. - №11. – С. 124-132.
3. *Минеев В.Г.* Воспроизводство плодородия почвы и экологические функции удобрений в агроценозе // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. - №1. – С. 3-6.
4. *Шевцова Л.К., Володарская И.В.* Влияние длительного применения удобрений на баланс и качество гумуса // Химизация сельского хозяйства. – 1991. - №11. – С. 97-101.
5. *Шевцова Л.К.* Современные направления в исследовании органического вещества почв в длительных опытах // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. № 3. – С. 39-47.
6. *Ефремов В.Ф.* Изучение роли органического вещества навоза в повышении плодородия дерново-подзолистых почв. В сб.: Результаты длительных исследований в системе

географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации (к 70-летию Геосети) // Под ред. В.Г. Сычёва. – М.: ВНИИА, 2011. – С. 47-71.

7. Алиев А.М., Варламов В.А., Державин Л.М., Самойлов Л.Н., Переведенцева С.В., Яковлева Т.А. Эффективность удобрений при их комплексном применении со средствами защиты растений в полевом севообороте (Опыт СШ-2/60). Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации (К 70-летию Геосети) / Под ред. В.Г. Сычёва. – М.: ВНИИА, 2011. – С. 17-33.

8. Шульц Э., Кершенс М. Характеристика разлагаемой части органического вещества почв и её трансформация при помощи экстракции горячей водой // Почвоведение. – 1998. - №7. – С. 870-894.

УДК 631.46:631.48

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОДКУРГАННЫХ ПАЛЕОПОЧВ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ  
ЗОНЫ В СВЯЗИ С УВЛАЖНЕННОСТЬЮ КЛИМАТА В ЭПОХУ СРЕДНЕЙ БРОНЗЫ  
(XXVII-XXVI вв. до н.э.)

Т.Э. Хомутова, Т.С. Демкина, А.В. Борисов

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино  
Московская обл., khomutova-t@rambler.ru*

MICROBIAL COMMUNITIES OF SUB-KURGAN PALEOSOLS IN THE DESERT-  
STEPPE ZONE IN CONNECTION TO CLIMATE HUMIDITY IN THE MIDDLE BRONZE  
EPOCH (XXVII-XXVI BC)

T.E. Khomutova, T.S. Demkina, A.V. Borisov

*Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino,  
Moscow region*

Грунтовые погребальные памятники (курганы) степной зоны России сохраняют под насыпями погребенные палеопочвы, свойства которых используются для выявления динамики увлажненности климата в Голоцене [1]. В этой связи весьма информативным индикатором является состояние микробных сообществ палеопочв [2, 3]. Настоящая работа посвящена сравнительной характеристике состояния микробных сообществ светло-каштановых палеопочв и палеосолонца, погребенных под курганами в эпоху средней бронзы (XXVII-XXVI вв. до н.э., курганный могильник Темрта-1, Ростовская обл.) и современных фоновых аналогов. Оценивали величину микробного пула и его качество по следующим параметрам: содержанию почвенных фосфолипидов, скорости базального и субстрат-индуцированного дыхания микробного сообщества, содержанию углерода активной микробной биомассы, численности микроорганизмов, растущих: на почвенном агаре и использующих элементы питания из рассеянного состояния (ПА), на нитритном агаре и потребляющих гумус (НА), на богатой органической среде и разлагающих растительные остатки (БС). Рассчитывали индексы олиготрофности и дыхательной активности.

В подкурганных палеопочвах живая микробная биомасса варьировала от 35 до 258% от современного содержания. Рассчитанная доля живой микробной биомассы в общем органическом углероде современных фоновых почв составляла 4.5-7%. Доля углерода живой микробной биомассы в сохранившемся органическом углероде подкурганных палеопочв, как правило, превышала фоновые показатели в 1.9-3 раза. Наибольшая суммарная численность микроорганизмов во всех исследованных почвах была в гор. А1, вниз по профилю она снижалась в погребенных светло-каштановых почвах в 5 раз, в палеосолонце – в 4 раза, в современных почвах – в 3 раза. Доля микроорганизмов, потребляющих легкодоступное органическое вещество (растительные остатки), в светло-каштановых палеопочвах была на 32-35% больше, а в палеосолонце на 23% больше, чем в современных аналогах. Соотношение численности микроорганизмов, потребляющих легко- и труднодоступное органическое вещество (БС/НА), в погребенных светло-каштановых почвах было в 3,4- 4,5

раза, а в полеосолонце – в 3,7 раза больше, чем в современных аналогах. Индекс олиготрофности в погребенных палеопочвах снижался по сравнению с современными почвами: в светло-каштановых почвах в 4,2- 4,9 раз, в солонцах – в 2,7 раза. Максимальные различия в устойчивости микробных сообществ исследованных почв в горизонте А1 выявлены между палео- и современным солонцом, микробное сообщество последнего было в 1,5 раза менее устойчивым. В подкурганых палеопочвах в гор. В1 устойчивость микробных сообществ увеличивалась в 1,3 – 2,2 раза по сравнению с верхним горизонтом, а в современных имела тенденцию к незначительному снижению устойчивости.

Таким образом, величина микробного пула в палеопочвах превышала таковую современных аналогов, а его структура свидетельствовала о значительно большем поступлении растительных остатков, что для сухостепной зоны связано с более высокой увлажненностью климата. Однако глубина аккумуляции легкорастворимых солей в погребенных почвах составляла 125 и 120 см, в то время как профиль современной светло-каштановой почвы был рассолен, что указывает на более высокий уровень зимних осадков в современное время по сравнению с исследованным периодом эпохи средней бронзы.

Для объяснения выявленного противоречия были выдвинуты две гипотезы. Первая предполагает более быстрый отклик почвенного микробного сообщества на изменения климата. Будучи наиболее чувствительной и динамичной по отношению к условиям почвообразования составляющей почвы, микробные сообщества при изменении внешних условий меняют свою структуру и активность, в то время как другие показатели как более инертные на эти изменения не успевают отреагировать [4]. В данном случае изменения состояния микробных сообществ погребенных почв могут отражать краткосрочный период увеличения атмосферной увлажненности на фоне постепенно возрастающей аридизации климата в третьем тысячелетии до н.э. Об этом свидетельствуют изменения эколого-трофической структуры и устойчивости микробных сообществ, захватывающие лишь гор. А1. Вторая гипотеза предполагает изменение годового хода осадков. Известно, что глубина аккумуляции водорастворимых компонентов в почвах пустынно-степной зоны определяется, в первую очередь, количеством осадков в холодное время года, когда происходит глубокое промачивание почвы и вымывание солей за пределы почвенного профиля. Весенне-летние осадки не оказывают существенного влияния на химические свойства почвы, однако способны увеличивать фитомассу. Середина III тыс. до н.э. характеризуется расцветом в пустынно-степной зоне археологических культур, основу экономики которых составляло мобильное скотоводство [5]. Можно предположить, что увеличение нормы осадков в теплое время года создавало благоприятные условия в течение вегетационного периода и приводило к увеличению поступления в почву растительных остатков, что нашло отражение в состоянии микробоценозов погребенных почв. Малоснежные зимы давали возможность круглогодичного содержания скота на подножном корму, а осадки в теплый период делали пустынные степи весьма привлекательными для древних скотоводов, чем и объясняется высокая насыщенность региона памятниками середины III тыс. до н.э. Однако, безусловно, последняя гипотеза нуждается в дополнительном подтверждении.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 14-06-00200, 14-04-00934 и 15-06-0129) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН*

#### Литература

1. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1997. 213 с.
2. Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н., Стретович И.В., Демкин В.А. Микробиологические исследования палеопочв археологических памятников степной зоны // Почвоведение. 2010. № 2. С. 213-220.

3. Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н., Демкин В.А. Отражение климатических условий в состоянии микробных сообществ подкурганных палеопочв степной зоны Восточной Европы // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Томск: ТМЛ-Пресс. 2010. С. 74-77
4. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Характеристика микробных сообществ палеопочв археологических памятников пустынно-степной зоны // Почвоведение. 2000. № 9. С. 1117-1126.
5. Шишлина Н.И. Северо-западный Прикаспий в эпоху бронзы (V-III тыс. до н.э.). Труды ГИМ. Вып. 165. М. 2007. 400 с.

УДК 631.4

МЕТОДЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОНСТРУКЦИИ КУРГАННЫХ  
СООРУЖЕНИЙ

О.С. Хохлова\*, А.О. Наглер\*\*

\**Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г.Пушино, olga\_004@rambler.ru*

\*\**Германский Археологический Институт, Берлин, anatoli.nagler@dainst.de*

USE OF SOIL SCIENCE METHODS FOR STUDYING KURGAN CONSTRUCTIONS

O.S. Khokhlova\*, A.O. Nagler\*\*

\**Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science of Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia*

\**German Archaeological Institute, Berlin*

Методы почвоведения достаточно широко применяются в работах, проводимых совместно с археологами. При этом почвоведы часто изучают лишь почвы, погребенные под курганными сооружениями или под культурными слоями на древних поселениях, пытаются реконструировать палеоклиматические условия или антропогенные воздействия на природную среду в прошлом [3-6, 9, 10]. Реже изучается материал, из которого сложены собственно курганы [1, 8 и др.], при этом в описаниях используются понятия и термины «насыпь» и «досыпки», что не предполагает изучения кургана в качестве цельной конструкции, которая специально строилась, а не насыпалась древними людьми. И хотя уже в 1961 г. археолог М.П. Грязнов высказал мысль о том, что курган – это разрушившееся древнее архитектурное сооружение [2], тем не менее, эта идея не получила развития, и неверная терминология, «насыпь» и «досыпки», продолжает существовать до сегодняшнего дня. Более того, до последнего времени не было даже дефиниции кургана, т.е., курганы раскапывались, а понятия, что же такое же курган, не существовало. В настоящее время определение сформулировано [7], очевидно, начинается новый этап в изучении этих сооружений. Работы почвоведов, в которых бы курган рассматривался как древнее архитектурное сооружение, ставились бы задачи изучить конструкционные особенности материала, из которого сооружен курган, понять не только состав, но и определить строение и формы изначальных строительных конструкций, тем более отсутствуют. Соответственно, не разработаны методы и подходы для решения подобных вопросов.

Попытка их решить была предпринята в 2013-14 гг., когда вместе с археологическим было проведено и палеопочвенное исследование конструкций кургана Марфа в Ставропольском крае, сооруженного в IV тыс до н.э. Методы почвоведения рассматривались и использовались на равных с методами археологии. Никаких готовых методик для такого исследования не существовало, они придумывались и применялись по ходу работы, не было заранее продуманного плана, что именно можно или нужно было применить.

Археологами при раскопках была использована нестандартная технология, когда зачищались не только бровки кургана, но и горизонтальные участки на его поверхности и в глубине с обособлением глиняных блоков, из которых, как предполагалось, он и был построен. В



рамках предложенной дефиниции кургана предполагается и изучение т.н. курганной периферии, поэтому на прилегающей к кургану территории также были проведены горизонтальные зачистки. Мы исследовали материал глиняных блоков с поверхности кургана, в его глубине (мощность кургана - >6 м) и по периферии, где тоже были обнаружены остатки архитектурного сооружения, построенного из земляных блоков.

Морфологическое исследование в поле позволило сделать вывод лишь о том, что поверхность кургана очень сильно проработана современным почвообразованием, на глаз невозможно было определить, помещался ли материал в курган в виде специально сформированных блоков либо насыпался. Обособленные археологами блоки на поверхности кургана с т. зр. почвоведения воспринимались как крупные структурные отдельности гумусового горизонта. Поэтому для дальнейшего изучения в поле были отобраны образцы на две группы анализов: аналитическое и микроморфологическое. В глубине курганной конструкции, где глиняные блоки были более отчетливы, дополнительно были взяты образцы на фитолитный анализ, чтобы понять, использовался ли растительный материал при изготовлении блоков.

Исследование аналитическими методами в рассыпных образцах с самой поверхности кургана также не дало ответа на поставленный вопрос, поскольку определенные в этих образцах содержание органического и карбонатного углерода, а также гранулометрический состав имели совершенно обычные для профиля зональной почвы распределения сверху вниз. Вместе с тем, образцы из блоков, взятые из глубины конструкции (2-3 м от поверхности кургана), а также из архитектурного сооружения на периферии кургана демонстрировали уникальную однородность по гранулометрическому составу (содержание частиц <0,01 мм варьировало от 26 до 34% - переход от легкого к среднему суглинку), а также по содержанию карбонатов (1,1-1,5% С карб), что наводило на мысль об искусственном происхождении такой однородности. Фитолитный анализ наиболее хорошо сохранившихся «кирпичей» из глубоких слоев кургана показал отсутствие или крайне малое, но вместе с тем разнообразное количество в их материале фитолитов растений. Это говорит о том, что травяная сечка не использовалась в качестве добавления в глину при ее замешивании, т.к. в этом случае образцы обязательно содержали бы крупные аморфные растительные остатки, а состав фитолитов был бы более однородным. Вместе с тем, регулярно в образцах присутствовали спиккулы губок и фитолиты тростника, что можно объяснить добавлением речного ила в «кирпичи».

Наиболее информативным оказался микроморфологический метод, с помощью которого в поверхностных горизонтах сформированной на кургане почвы были обнаружены уплотненные, с резкими границами и чуть более темного цвета инородные микрофрагменты размером  $\leq 6$  мм – остатки искусственно замешанного и уплотненного материала, обогащенного глиной. Вероятно, это все, что осталось от «кирпичей» или глиняных блоков, выложенных по поверхности кургана и за время стояния на дневной поверхности (>5 тыс. лет) практически полностью переработанных почвообразованием. Микростроение глиняных блоков из внутренней (глубокой) части кургана и из архитектурного сооружения на его периферии (в последнем блоки были обнаружены на глубине 30-40 см, т.е., в пределах пахотного и подпахотного горизонтов современного чернозема вокруг кургана) сравнивали с микростроением лёсса из ближайшего обнажения и горизонтов современной почвы. В шлифах из глиняных блоков были обнаружены: специфическая трещинная сеть, которая могла возникнуть при высыхании замешанного и уплотненного материала; обогащение тонкодисперсной глиной, связующей сравнительно крупные минеральные зерна; присутствие обломков раковин, минералов-плаггиоклазов и крупных зерен карбонатов (спарит), полностью отсутствующих в поверхностных горизонтах современной почвы. Был сделан вывод, что материал для создания блоков брался из нижних горизонтов почвы либо из лёссовых обнажений, имеющих по берегам близлежащих рек, добавлялся речной ил, все тщательно замешивалось, уплотнялось, формовалось и в виде блоков помещалось в курган. Интересно, что связующей массой для создания строительных блоков служила глина, а не растительная сечка, как в современном саманном строительстве в изучаемом регионе.

## Литература

1. Александровский А.Л., Хохлова О.С., Седов С.Н. Большой Ипатьевский курган глазами почвоведов // Российская археология. 2004. №2. С.61-70.
2. Грязнов М.П. Курган как архитектурный памятник. Тез. докл. на заседаниях, посвящ. итогам пол. исследований в 1960 г. М, 1961. С. 22-25.
3. Губин С.В., Демкин В.А. Возможности и перспективы совместных почвенно-археологических исследований // Тез. докл. к V Делег. съезду ВОП. Пущино, 1977. С. 65-71.
4. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН. 1997. 213с.
5. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: изд-во СО РАН, 1997. 228с.
6. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.:Наука,1992. 144с.
7. Наглер А.О. Погребальные сооружения раннего железного века степей Евразии // Научное обозрение Саяно-Алтая, 2013. №1(5). С. 222-232.
8. Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Манахов Д.В. Палеопочвенные исследования курганов эпох бронзы и раннего железа (II тыс. до н.э. - I тыс. н.э.) в степном Зауралье // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2005. № 4. С. 3-10.
9. Сычева С.А., Леонова Н.Б., Александровский А.Л. Руководство по изучению палеоэкологии культурных слоев древних поселений. М.: изд-во РФФИ. 1998. 88 с.
10. Goldberg P. and MacPhail R.I. (Eds.). Practical and Theoretical Geoarchaeology. Blackwell Publishing, 2008. 454 p.

УДК 631.86; 635.21

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМАТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

*Н.Ф. Черкашина\**, *П.Н. Балабко\*\**, *Т.И. Хуснетдинова\*\**, *Д.В. Карпова\*\**, *Л.К. Батурина\*\**.

*\* УОПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва,*

*\*\* факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, [nonachka41@yandex.ru](mailto:nonachka41@yandex.ru)*

### THE USE OF HUMATES OF DIFFERENT NATURE FOR GROWING POTATOES

*N.F. Cherkashina\**, *P.N. Balabko\*\**, *T. I. Khusnetdinova\*\**, *D.V. Karpova\*\**, *L.K. Baturin\*\**

*\* UOPETS of MSU*

*\*\*Soil science faculty of MSU*

В последние годы проблеме переработки органических отходов сельского и коммунального хозяйства, промышленности уделяется большое внимание во многих странах мира. В связи с этим появился ряд удобрений, таких как гуматы, жидкие органические удобрения, вермикомпосты и др. Возрос интерес к использованию данных удобрений в сельском хозяйстве. Этот интерес объясняется, с одной стороны, той ролью, которую органическое вещество играет в повышении плодородия почв [1], и, с другой, появившимися многочисленными публикациями о положительном влиянии гуматных препаратов на рост и развитие растений, качество растениеводческой продукции [2 - 7].

В течении 2006-2008 гг. в Солнечногорском районе Московской области на территории в УОПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова на дерново-подзолистой культурной среднесуглинистой почве проводили мелкоделяночные исследования по исследованию влияние гуматов разных производителей на урожайность и качество различных сортов картофеля. Этот район относится к Нечерноземной зоне. Основная часть ее занята дерново-подзолистыми почвами, которые имеют невысокий уровень плодородия в силу природных особенностей их генезиса. Эти почвы бедны органическим веществом и, следовательно, обладают ограниченными возможностями удовлетворять потребность растений в азоте за счет собственных ресурсов. В них мало фосфора, калия и других элементов питания

растений.

Целью нашего исследования является изучение влияния нетрадиционных органических удобрений (гуматов) на урожайность и качество картофеля. Для достижения поставленной цели были намечены следующие задачи: определить урожайность следующих сортов: «Брянская новинка», «Санте», «Ласунак»; оценить влияние удобрений гуматного типа на качество клубней картофеля этих сортов.

Гумат 1 (Г1) - предоставлен ВНИИУА имени Прянишникова, создан фирмой КУБОСТ, является экологически чистым без балластным гуматным удобрением; стимулирует увеличение корней, гарантирует прибавку урожая на 15-20%, уменьшает сроки вегетации однолетних культур в Нечерноземной зоне на 2-3 недели.

Гумат 2 (Г2) - принадлежит к разработкам Владимирского НИИСХ (название препарата Регрос С), приготовлен из гусяного вермикомпоста, характеризуется как качественный, экологически чистый препарат, способный ускорить срок созревания культур на 2 недели, наиболее эффективен в условиях, отклоненных от нормы, чрезмерном увлажнении, засухе и т.д.;

Гумат 3 (Г3) - принадлежит фирме ГУМАТ города Иркутска содержит не менее 80% калиевых и натриевых солей гуминовых кислот, хорошо растворим в воде с образованием небольших количеств взвеси минеральных составляющих. Легко усваивается растением, мобилизует его иммунную систему, стимулирует развитие мощной корневой системы. Пахотный слой почвы характеризуются  $pH_{\text{сол}} - 5,8$ ,  $P_2O_5 - 43,03$  мг/100г,  $K_2O - 49,0$  мг/100г. Содержание гумуса было 6,00 %.

При применении удобрений гуматного типа наибольшую урожайность показал сорт Сантэ при взаимодействии с гуматом 2 (Владимирского НИИСХ) – урожайность – 53,9 т/га, прибавка составила 33,4 %. Наибольшую урожайность при применении гумата 1 показал сорт Ласунак, его урожайность увеличилась на 96 ц/га по сравнению с контролем. Сорт Брянская новинка показал максимум урожая с применением гумата 3 и урожайность составила 33,8 т/га, прибавка - 16 %. В результате исследований установлено, что существенного влияния на содержание витамина С и крахмала в клубнях картофеля гуматы не оказывают, лишь незначительно поднимает уровень крахмала гумат 3 у клубней сортов Сантэ и Ласунак (на 0,4 и 0,65 % соответственно). Под действием гуматов на сорта картофеля (гумата 1 - на сорта «Брянская новинка» и «Ласунак», гумата 2 - на сорт «Сантэ») увеличилось содержание калия и протеина в клубнях.

Таким образом, грамотный подбор сортов картофеля в сочетании с подобранными дозами органических удобрений гуматного типа позволяет значительно повысить урожай картофеля и его качество в условиях ближайшего Подмосковья.

## Литература

1. Балабко П.Н. Зависимость урожайности картофеля на дерново-подзолистых почвах от применения нетрадиционных органических и минеральных удобрений / Головкин А.М., Хуснетдинова Т.И., Черкашина Н.Ф., Карпова Д.В., Батурина Л.К., Выборова О.Н. // АгроЭкоИнфо, № 1, 2012
2. Балабко П.Н. Значение гумата и "БИОУД-1" в технологии выращивания картофеля на дерново-подзолистой почве / Головкин А.М., Черкашина Н.Ф., Хуснетдинова Т.И., Карпова Д.В., Батурина Л.К. // Проблемы агрохимии и экологии, № 2, 2010. с. 44-49
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.А. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука. 1990. – 259с.
4. Лычев А.А., Лапинов Н.А. Влияние гуминовых препаратов на картофель в условиях Кемеровской области // Применение гуминовых удобрений в сельском хозяйстве. Бийск, 2000. - С. 114-117.

5. *Оказов П.Н.* Применение гумата калия на посадках картофеля. 1999. ИЛ 68-70-99, СОЦНТИ.
6. *Яковлева Н.С.* Эффективность стимуляторов роста при выращивании картофеля / Н.С. Яковлева, П.П. Охлопкова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. - № 7. – С. 23 – 27.
7. *Augustin J.* Influence of fertilizer, irrigation and storage treatments on nitrate N content of potato tubers // Am. Potato J. - 1977. - V. 54. - № 4. -P. 25-36.

УДК 631.4

## РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ МИНЕРАЛОВ В СТРАТЕГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ш.М.Ширинова, Е.М.Гасымов, В.Р.Курбанов

*Институт почвоведения и агрохимии НАН, Баку Азербайджан shirinova51@mail.ru*

Role of soil minerals in the strategy of food security

Sh.M.Shirnova, E.M.Gasimov, Gurbanov V.R.

*Institute of soil science and agro chemistry of NASA (National Academy of Science of Azerbaijan)*

Азербайджанское правительство, для надежного обеспечения населения продовольствием., осуществило разностороннюю государственную программу, направленную на развитие аграрного сектора, от которого напрямую зависит продовольственная безопасность, объявив 2015 год в Азербайджане годом сельского хозяйства.

Это решение было принято Президентом Азербайджана Ильхамом Алиевым на конференции, посвященной итогам первого года реализации Госпрограммы социально-экономического развития регионов в 2014-2018 годах, где было отмечено, что производство сельскохозяйственной продукции, обеспечение внутреннего спроса и экспорта должны составлять одну систему.

С каждым годом земель к посеву становится все меньше и меньше. Внесение минеральных удобрений, сдерживаемых их дороговизной и нехватка достаточного навоза приводит к возрастанию интереса к альтернативным местным источникам питательных веществ и средств.

В республике из-за расположения здесь водохранилищ, водоочистных сооружений и каналов, обеспечивающих населенные пункты и сельскохозяйственные угодья водой, альтернативным и перспективным источником питательных веществ могут быть накопившиеся здесь глинистые осадки природных вод.

Поглощение гумусовых веществ на поверхности минералов происходит путем адгезии и сверх того путем когезии {1 2 3 4} Поэтому изучение минералогического состава почв поможет вскрыть новые ранее не исследованные черты почвообразовательного процесса, а также свойства почв.

Содержание кварца в исследуемых осадках составляет 21.5-26.2%, силикаты представлены минералами группы полевых шпатов - альбитами - 10.5-20.8. Остальные минералы класса силикатов, называемые акцессорные минералы, встречаются в меньших количествах или вовсе отсутствуют.

Рентген-дифрактограммы записаны на рентген-дифрактограмме MINI – FGEKC-600 и спектрометре. Минералогический состав илистых фракций, выделенных из осадка, взятого из Турьянчайского канала, представлен мотмориллоном- 27%, каолинитом – 5.2%, слюда-иллитом- 6.1 %.

Состав минералов предопределяет высокое плодородие почв. Результаты экохимических исследований минералогического состава осадков Турьянчайского канала свидетельствует о присутствии первичных и глинистых минералов, способных обогащать почву органическими веществами, улучшать физико-химические свойства почвы.

## Литература

1. Браун Т. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. М., Мир, 1965
2. Горбунов Н.И., Ерохина Г.А, Щурина Г.Н. Связь минеральной части почв с гумусовыми веществами.
3. Соколова Т.А., Дронова Т.Я. Глинистые минералы в почвах. Уч. пособие. Тула. Гриф ИК-2005
4. Трофимов С.Я., Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпецка И.И. Минеральные компоненты почв. Москва, 2007.

УДК 631.42, 13.21, 13.51

### ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПОЗИЦИЙ ГОРНЫХ ПОЧВ В МУЗЕЕ ПРИРОДЫ КАТУНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Р.В. Якунин\*, Д. О. Перхулов\*, М.И. Скрипникова\*\*, Т.В. Яшина\*\*\*

\*МПГУ, географический факультет, г. Москва, yakuninroma1995@mail.ru

\*\*Почвенный институт им. В.В.Докучаева, г. Москва, scloser@yandex.ru

\*\*\* ГПБЗ "Катунский", Республика Алтай, с. Усть-Кокса, Katunskiy@mail.ru

### EXPERIENCE ORGANIZATION OF THE MOUNTAIN SOILS EXPOSITIONS IN THE KATUNSKY RESERVE MUSEUM

R.V. Yakunin\*, D.O. Perkhulov\*, M.I.Skripnikova\*\*, T.V.Yashina\*\*\*

\*geography department of MSPU

\*\*V.V.Dokuchaev Soil Science Institute

\*\*\*GNBR «Katunskiy»

Составление почвенных коллекций на базе региональных краеведческих музеев вызвано задачами экологического воспитания населения. В регионах с развитой индустрией туризма эта задача особенно актуальна, поскольку большие массы отдыхающих проходят через территории и буферные зоны заповедников.

В Катунском заповеднике три популярных маршрута: по буферной зоне и частично по территории заповедника на Верхнее Мультинское озеро, по территории заповедника и частично по его буферной зоне к горе Белуха, рафтинг по реке Катунь проходит полностью по территории заповедника.

На перечисленных территориях отбирались почвенные монолиты. Много интересных высокогорных объектов не удалось музеефицировать, т.к. доставить их в музей в равнинное село Усть-Кокса сложно (транспортировка лошадьми до средств передвижения по рекам затруднительна и нередко губительна для монолита).

При создании коллекции монолитов учитывались высотные отметки территорий и, соответственно, мощности рыхлого материала почвообразующих и подстилающих пород. В районе Мультинских озер абсолютные высоты составляют 1600-1800м над ур.м., мощности рыхлого суглинисто-щебнистого сланца – не более 60-80см. В связи с высоким уровнем каменистости монолиты отбирались преимущественно в пределах озерных террас и конусов выноса рыхлого материала. На граничной территории заповедника на кордоне Тихая абсолютные высоты составляют 1200-1300м над ур. м., а рыхлые породы достигают мощности 5м. На одном и том же геоморфологическом уровне монолиты отбирались в непосредственной близости под разными типами растительности, чаще всего под лесом и под луговыми сообществами. Такой отбор показывает неодинаковую степень накопления гумуса и различную степень дифференциации профиля под принципиально различающимися типами сообществ. Обязательно учитывались неклассические варианты взаимодействия растительности и почвы, когда степень морфологической выраженности процессов гумусонакопления или проявления процессов элювиирования (ведущего к отбеливанию

горизонтов) веществ из профиля не соответствовали ожидаемым. На пологой террасе Верхнего Мультинского озера был взят монолит с зачаточным гумусонакоплением. При этом почва развивалась под пологом луговой крупномерной растительности. Обычно такую ситуацию объясняют постоянными июльскими заморозками и невозможностью создания условий для гумусонакопления. Однако в непосредственной близости, в ложбине стока были найдены почвы с мощными гумусовыми горизонтами, сформировавшиеся, скорее всего, в результате недавнего резкого подъема уровня воды в озере, вызвавшего плоскостную эрозию и смыв верхних горизонтов на больших площадях террас. На кордоне Тихая были вскрыты и отобраны не характерные для территории, хорошо морфологически выраженные дерново-подзолистые почвы, образующие сочетания с бурыми лесными почвами и развивающиеся вместе с ними под еловым лесом.

Теперь покажем на конкретных примерах, как почвы из собранной коллекции могут способствовать экологическому просвещению различных групп населения, посещающих музей в заповеднике. Как туристы, так и жители окрестных сел в большинстве своем не рассматривают почву как невозполнимый и незаменимый природный ресурс, обеспечивающий настоящее и будущее человечества. Большинство людей она воспринимается однородным поверхностным образованием (земля), привычным и неотъемлемым при производстве продуктов питания. Это одна из главных причин, почему почва экспонируется в музеях в виде монолитов. Показ внутреннего строения почвы, красоты слагающих ее горизонтов повышает эмоциональный фон экскурсантов и позволяет с большим успехом донести до их сознания представления о почве как о компоненте географической оболочки, где преобразуются энергия и вещества, необходимые для нормального круговорота элементов в природе, а также для жизни человека. Рассмотренные биогеоценотические функции почвы по-разному акцентируются в ходе экскурсий для неодинаковых по возрасту и характеру интересов групп населения.

Для школьников младших классов акцент делается на региональную специфику почвообразования, при помощи фотографий ландшафтов дается сравнительная характеристика черноземных мощных почв Уймонской межгорной котловины и короткопрофильных низкогумусных почв горных территорий. На экологической тропе около музея (с. Усть-Кокса) можно увидеть разрез мощного чернозема на суглинисто-щебнистых отложениях. Старшеклассникам дается представление о почве как особом природном теле и важнейшем компоненте биосферы, рассказывается о влиянии факторов почвообразования при формировании равнинных и горных почв, рассматриваются отличия водной и ветровой эрозии, роль пожаров в формировании структуры почвенного покрова.

Внимание групп туристов, отправляющихся на отдых в заповедник, при просмотре почвенной экспозиции экскурсовод сосредотачивает на природоохранных вопросах. Объясняется, что горная почва обладает неким пределом устойчивости против внешнего воздействия, а ее гумусовый горизонт, наиболее часто подвергающийся воздействию огня от костров и пожаров, является физическим и биохимическим регулятором процессов в биосфере. Подчеркивается маломощность и исключительная ранимость горных почв. Разъясняется, почему так важно передвижение по проложенным тропам, в чем опасность пирогенного воздействия на почву, на какую глубину надо захоранивать хозяйственные отходы на почвах разной мощности.

Почвоведом, посетившим заповедник, довольно сложно увидеть сразу всё разнообразие местных почв в силу их большой удаленности друг от друга, а иногда и труднодоступности. В музее специалистам будет интересно взглянуть на специфику горно-равнинного почвообразования Алтая на примере аллювиальных почв с зелеными ритмично повторяющимися прослойками измельченных хлоритизированных сланцев, увидеть различные по окраске и степени гумусированности подбуры, монолиты которых собраны в окрестностях Мультинских озер, ознакомиться с профилем дерново-глубокоподзолистой почвы, развивающейся на обрывах р. Тихая совместно с бурыми лесными недифференцированными по илу почвами. На экологической тропе интересно ознакомиться

с березово-лиственничным типом леса, под которым развивается мощный типичный чернозем.

Собранная коллекция монолитов имеет как культурно-просветительскую, так и научную значимость. Коллектив авторов не собирается останавливаться на достигнутом и планирует пополнить коллекцию образцами профилей антропогенно-измененных почв, причем будут показаны как положительные, так и отрицательные изменения. Это будет способствовать более глубокому экологическому воспитанию широких слоев населения.

УДК 631.92

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

И.А. Яшина, Н.М. Мудрых

*ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, г. Пермь, nata020880@hotmail.com*

## AGROBIOLOGICAL POTENTIAL OF CROPS AND ITS INFLUENCE ON PRODUCTIVITY OF BARLEY

I.A. Yashinina, N.M. Mudrykh

*Perm State Agricultural Academy, Perm, nata020880@hotmail.com*

Распашка почв и замена многолетней растительности приводят к уменьшению поступления растительных остатков в почву, минерализации гумуса и как следствие, происходит деградация почвы. Ячмень занимает существенную долю в структуре посевных площадей Пермского края (около 21 % от всей площади, занятой яровыми зерновыми культурами), но урожайность его по годам снижается и остается нестабильной. Средняя урожайность зерна ячменя в Пермском крае за 2012-2013 гг. составила 17,7-42,4 ц/га. Такая урожайность является очень низкой, так как потенциальная урожайность ячменя составляет 60-80 ц/га. Как известно, применение минеральных удобрений является одним из наиболее важных факторов, определяющих величину и стабильность урожайности культур. Так, в 2013-2014 годах на каждый гектар зернового поля в Пермском крае было внесено по 14-15 кг минеральных удобрений. При таких дозах обеспечивается только рост и развитие растений в начальные фазы. Учитывая низкий естественный потенциал плодородия дерново-подзолистых почв Пермского края, а традиционные приемы окультуривания сдерживаются экономической нестабильностью сельскохозяйственного производства, требует поиск альтернативных приемов, которые обеспечивают поступление органического вещества и элементов питания в почву. Как считают большинство исследователей, использование симбиотической деятельности бобовых культур в интенсификационных процессах земледелия – есть наиболее перспективный и короткий путь окультуривания почвы [2-5].

Цель исследований – оценить эффективность биологического азота на урожайность ячменя при возделывании на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве.

Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте на Центральном опытном поле ГНУ «Пермский НИИСХ» Россельхозакадемии. Для достижения поставленной цели был заложен полевой опыт с использованием методики, изложенной Б.А. Доспеховым [3], по схеме: бессменный ячмень; клевер 2 г.п.; узколистый люпин. Повторность вариантов в опыте трехкратная. Общая площадь опытной делянки 300 м<sup>2</sup> (25×12 м), учетная площадь делянки 184 м<sup>2</sup> (23×8 м). В опыте выращивали ячмень кормового назначения сорта Родник Прикамья, клевер луговой сорта Лобановский, люпин узколистый сорта Дикаф 14. Почва, на которой проводили исследования, дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая, сформированная на древнеаллювиальных отложениях, подстилаемых элювием пермских глин. Содержание гумуса в почве низкое (1,97-2,51 %), среднекислая реакция среды (рН<sub>KCl</sub> = 4,7-4,9). Содержание подвижного фосфора очень высокое (425,0-670,0 мг/кг почвы), обменного калия от повышенного до очень высокого (161,2-428,2 мг/кг почвы). Для оценки предшественников ячменя проведен расчет количества пожнивно-

корневых остатков и содержания в них азота. Для определения массы поверхностных и корневых остатков использовали уравнения регрессии по уровню урожайности основной продукции, выведенные Ф.И. Левиным, для каждой культуры [2]. Бобовые предшественники оставляют большое количество азота в почве, однако значительная часть его является фиксированным из атмосферы.

Для определения обогащения почвы азотом и количества поступления в почву азота в составе растительных остатков, после выращивания предшественников, нами был проведен расчет их агробиологического потенциала. В данном случае представлены расчёты с использованием предложенной Е.П. Трепачёвым [5] формулы (1):

$$N_B = N_Y * (1 - K_F), \quad (1)$$

где  $N_B$  – вынос азота, кг/га;  $N_Y$  – содержание азота в основной продукции, кг/га;  $K_F$  – коэффициент азотфиксации.

Данная формула позволяет определить количество азота, которое бобовые выносят из почвы.

Наряду с такими показателями, как относительный и абсолютный размер азотфиксации, при анализе состоятельности клевера и люпина, как культур, обогащающей почву биологическим азотом, большое значение имеет определение размера этого обогащения.

Е.П.Трепачёвым [5] в этих целях предложена следующая формула (2):

$$N_{OB} = N_B - N_B, \quad (2)$$

где  $N_{OB}$  – обогащение почвы биологическим азотом, кг/га;  $N_B$  – содержание биологического азота в пожнивно-корневых остатках бобовых культур, кг/га. Для расчета обогащения почвы биологическим азотом коэффициент азотфиксации брали по Хопкинсу-Питерсену (0,63) [5].

Используя формулы, получаем, что при бессменном возделывании ячменя, азота поступившего с растительными остатками составило 55,0 кг/га. Бобовые культуры оставляют значительно больше азота в почве, в т.ч. и биологического. Так, после клевера, количество азота составило соответственно 312,3 и 203,0 кг/га, после люпина – 88,4 и 57,5 кг/га. Таким образом, почва под бобовыми культурами обогатилась на 107,0 и 63,9 кг/га азота соответственно. Полный учёт пожнивно-корневых остатков с использованием поправочного коэффициента позволяет характеризовать клевер и люпин, как культуры, обеспечивающие значительную величину пополнения азота в почву.

Принимая коэффициент использования азота из растительных остатков последующей культурой равным 27 %, находим, что растениями усвоено 14,8-84,3 кг/га общего азота, в том числе 15,5-54,8 кг/га биологического. На формирование 1 ц зерна ячменя с соломой растения потребляют в среднем 2,5 кг/га азота. Тогда урожайность ячменя за счет общего азота растительных остатков ячменя составит 5,9 ц/га зерна, клевера – 33,7 и люпина 9,5 ц/га, в т.ч. за счет биологического – 21,9 ц/га (клевер) и 6,2 ц/га (люпин).

Таким образом, без применения азотных удобрений, возможно, получить урожайность зерна ячменя в зависимости от предшественника на уровне 5,9-33,7 ц/га. Однако следует помнить, что не весь поступивший азот расходуется на формирование последующей культуры и для увеличения доли его использования необходимо создавать оптимальные условия для разложения растительных остатков (вносить минеральный азот).

## Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
2. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в почвах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрехимия. 1977. № 8. С. 36-43.
3. Осокин И.В. Сравнительная продуктивность бобовых культур и накопление ими «биологического» азота в условиях дерново-подзолистых почв Предуралья. Автореферат дис. канд. с.-х. наук. – Пермь, 1969. 21 с.



4. *Пьянкова Н.М.* Влияние парозанимающих культур и удобрений на продуктивность звена севооборота и гумусное состояние дерново-подзолистых почв / Н.М. Пьянкова, В.Р. Ямалтдинова // Материалы Всероссийского совещания Географической сети опытов с удобрениями: «Экологические функции агрохимии в современной земледелии». – М.: ВНИИА, 2008. С. 171-172.
5. *Трепачев Е.П.* Агрохимические аспекты биологического азота в современной земледелии. – М: Колос, 1999. 532 с.

## СОДЕРЖАНИЕ:

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
СИМПОЗИУМ «ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Г.В. ДОБРОВОЛЬСКОГО».....	5
СИМПОЗИУМ 1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ .....	13
СИМПОЗИУМ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ В БИОСФЕРЕ.....	144
СИМПОЗИУМ 3. ПОЧВЫ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ .....	274

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абакумов Е.В. 13, 209  
Абдулаева А.С. 32  
Аветов Н.А. 144  
Агакишибекова С.Ю. 324  
Александровский А.Л.  
274  
Алексеев А.О. 307  
Алексеева Т.В. 307  
Алексеевко Н.А. 303, 359  
Алифанов В.М. 5  
Алмашин Д.С. 270  
Алябина И.О. 309  
Андреев А.И. 14  
Андреева О.А. 213  
Анисимов В.С. 145  
Анисимова Л.Н. 145  
Анисимова М.А. 165  
Антоненко Д.А. 15  
Архангельская Т.А. 276  
Арышева С.П. 18  
Асварова Т.А. 32  
Асеева Е.Н. 106  
Аскерова М.М. 20  
Ахмедова З.Н. 32  
Ахмедова М.А. 89  
Баатар Р. 296  
Багиров Х.Дж. 278  
Багирова Б.Дж. 278  
Бакина Л.Г. 148, 223  
Бакунович Н.О. 149  
Балабко П.Н. 7, 22, 144,  
169, 279, 296, 370  
Балсанова Л.Д. 42  
Баранова Е.Н. 217  
Бардина В.И. 150  
Бардина Т.В. 152  
Бармин А.Н. 24  
Барсова Н. Ю. 91  
Батаева Ю.В. 154  
Батурина Л.К. 370  
Батхиг О. 296  
Бахматова К.А. 281  
Баширов Р.Р. 32  
Башук А.Г. 115  
Безуглова О.С. 156, 165,  
235  
Белецкая А.Э. 123  
Белюченко И.С. 15, 26  
Бембеева М.Б. 283  
Бенедиктова А.И. 164  
Блынская Т.А. 320  
Бобрик А.А. 158  
Богатырев Л.Г. 9  
Богданова М.Д. 286  
Болдырев В.А. 159  
Бондарев Ю.П. 285  
Бондаренко Е.В. 75  
Борисов А.В. 292, 366  
Брыков Д.В. 55  
Бугаец А.Н. 117  
Бутенко К.О. 164  
Быкова Е.П. 28  
Ваганов И.Е. 245  
Вагапов И.М. 30, 307  
Валов М.В. 24  
Васенёв В.И. 207  
Виноградова Ю.А. 198,  
221  
Гаджиев К.М. 32  
Гаевский Е.Е. 255  
Гасанов Г.Н. 32  
Гасанова З.У. 161  
Гасымов Е.М. 372  
Гедгафова Ф.В. 36  
Геннадиев А.Н. 49, 51, 53,  
65, 130  
Герасимов О.А. 262  
Герасимова М.И. 286  
Гиро Н.А. 165  
Головченко А.В. 163, 272  
Голодная О.М. 117  
Гольева А.А. 288, 347  
Гонгальский К.Б. 164  
Гончарова О.Ю. 158  
Гончиков Б.Н. 42  
Горбатовская Е.В. 298  
Горбачева Т.Т. 132  
Горбов С.Н. 156, 165, 235  
Горбунова А.Ю. 164  
Горлов А.А. 34  
Горобцова О.Н. 36  
Горшкова И.А. 164  
Григорьева Е.Е. 290  
Григорян Л.Н. 154  
Гугалинская Л.А. 291  
Гулиев А.Г. 38  
Гурбанов Э.А. 40  
Гынинова А.Б. 42, 192  
Даваева Ц.Д. 108  
Демидова А.Н. 298  
Демкина Т.С. 292, 366  
Дербенцева А.М. 43  
Дергачева Е.А. 294  
Дергачева М.И. 167  
Дианова Т.М. 188  
Диас В. 270  
Дикарев Д.В. 145  
Добровольская Т.Г. 169,  
272  
Доржготов Д. 296  
Дорохова М.Ф. 170  
Дырин В.А. 176  
Евдокимова Г.А. 45  
Елешев Р.Е. 47  
Елисеева Н.В. 361  
Ергина Е.И. 172  
Ерёмкин Г.С. 298  
Ермияев Я.Р. 75  
Жидкин А.П. 49, 51, 53  
Жужнева И.В. 174  
Зайцев А.С. 164  
Золотарева Б.Н. 202  
Зоткина А.В. 238  
Зубахо Е.Г. 339  
Зубкова Е.В.  
Зубкова Т.А. 225, 285  
Зунг Л. Т. К. 55  
Иваненко Л.Н. 305  
Иванников Ф.А. 228  
Иванов А.В. 59  
Иванов И.В. 11  
Инишева Л.И. 176  
Иноземцев С.А. 302  
Иолин М.М. 24  
Исаченкова Л.Б. 303, 359  
Ишбулатов М.Г. 266  
Кавтарадзе Д.Н. 298, 305  
Каганов В.В. 202  
Калинин П.И. 307  
Калягин Ю.Г. 202  
Капелькина Л.П. 60  
Карпова Д.В. 370  
Карпова Е.А. 91  
Касимзаде Т.Э. 178

- Катункина Е.В. 349  
 Каширская Н.Н. 292  
 Кашулина Г.М. 180  
 Квиткина А.К. 202  
 Кириллова В.А. 309  
 Кирюшин А.В. 228  
 Клочева В.В. 124  
 Ковалев И.В. 182  
 Ковалева Е.И. 63  
 Ковалева Н.О. 274, 310, 318, 354  
 Ковач Р.Г. 49, 65  
 Когут Б.М. 240  
 Колесников С.И. 67  
 Колесникова А.А. 200  
 Колотилова Н.Н. 312  
 Кондрашкина М.И. 238  
 Кононов О.Д. 320  
 Коркина Е.А. 69  
 Корнейкова М.В. 45  
 Корнеев Ю.Н. 145  
 Коробушкин Д.И. 164  
 Королева Т.В. 170  
 Короткевич А.Ю. 184  
 Коротков Л.А. 65  
 Костенков Н.М. 229  
 Костина Н.В. 164  
 Котельникова А.Д. 186  
 Котова Т.В. 286  
 Кочетков И.В. 145  
 Кошовский Т.С. 53, 65, 130  
 Кречетов П.П. 34, 134, 170, 188  
 Крот П.В. 305  
 Кубенкулов К.К. 47  
 Кудеяров В.Н. 202  
 Кудинова А.Г. 203  
 Кудреватых И.Ю. 307  
 Кудрин А.А. 200  
 Кузнецов В.А. 71  
 Кузнецова Д.М. 164  
 Кузнецова Н. А. 191  
 Кузнецова Т.В. 189  
 Кулибаба В.В. 152  
 Куликов А.И. 42, 192  
 Курбанов В.Р. 372  
 Курбатская С.Г. 194  
 Курбатская С.С. 194  
 Курганова И.Н. 196  
 Курьина И.В. 314  
 Куст П.Г. 322  
 Лаптева Е.М. 198, 200, 221  
 Лапыгина Е.В. 164, 203  
 Ларионова А.А. 202  
 Лебедева М.П. 73, 322  
 Леонтьевская Е.А. 169  
 Лисецкий Ф.Н. 316  
 Лопес де Гереню В.О. 196  
 Лузянина О.А. 318  
 Лысак Л.В. 203  
 Любова Н.В. 320  
 Любова С.В. 320  
 Любченко О.В. 325  
 Лящевская М.С. 339  
 Маршнер Б. 165  
 Мазина С.Е. 205  
 Мазухина С.И. 132  
 Макаров М.И. 213  
 Макаров О.А. 14, 75, 207  
 Макеев А.О. 322  
 Максимова Е.Ю. 209  
 Малов В.Г. 174  
 Мальцева А.Н. 211  
 Малюхин Д.М. 148  
 Мамась Н.Н. 75  
 Мамедбекова З.Б. 324  
 Мамедов Г.М. 324  
 Мамедов Г.Ш. 79  
 Мамедов М.И. 81  
 Мамедова С.З. 83  
 Мамонтов В.Г. 84  
 Маслов М.Н. 213  
 Масютенко Н.П. 86  
 Матекина Н.П. 28  
 Матинян Н.Н. 281  
 Матышак Г.В. 158  
 Махмудова Э.П. 324  
 Мельник О.А. 15  
 Мехдиев Г.Д. 88  
 Мищенко Н.В. 119  
 Мозгова Н.П. 45  
 Молчанов А.Г. 215  
 Молчанов Э.Н. 89, 102  
 Мотузова Г.В. 91  
 Мудрых Н.М. 375  
 Музафаров Е.Н. 211  
 Мурын П.Н. 92  
 Мустафаев М.Г. 38  
 Мязин В.А. 45  
 Наглер А.О. 368  
 Назарова Я.И. 217  
 Некрасова О.А. 167  
 Нестерова О.В. 43  
 Нечаева Т.В. 115  
 Никитин Е.Д. 219, 325  
 Никитина О.Г. 219  
 Нуриева К.Г. 327  
 Овчинникова М.Ф. 94  
 Оглезнев А.К. 112  
 Ознобихин В.И. 117  
 Онищенко Л.М. 329  
 Опанасенко Н.Е. 331  
 Орешникова Н.В. 28  
 Перминова Е.М. 221  
 Перхулов Д.О. 373  
 Песочина Л.С. 332  
 Пигарева Т.А. 96  
 Пиковский Ю.И. 53, 65  
 Пинский Д.Л. 211  
 Плеханова И.О. 97  
 Поляк Ю.М. 223  
 Полянская Л.М. 224  
 Попова Л.В. 335  
 Попова М.Б. 99  
 Порохина Е.В. 176  
 Потапов А.М. 184  
 Припутина И.В. 225  
 Присяжная А.А. 351  
 Приходько В.Е. 337  
 Прищепов А.В. 196  
 Прокофьева Т.В. 228, 235  
 Просянных Д.Е. 22  
 Просянных Е.В. 22  
 Пунченко С.С. 121  
 Пуртова Л.Н. 229  
 Пшеничников Б.Ф. 339, 341  
 Пшеничникова Н.Ф. 117, 339, 341  
 Рагимова Г.Р. 324  
 Рапопорт И.Б. 231  
 Раппопорт А.В. 233, 298  
 Рафикова Ю.С. 110  
 Рахлеева А.А. 164  
 Рогова О.Б. 34  
 Розанова М.С. 235  
 Рыбка К.Ю. 270  
 Рыжова И.М. 71, 258  
 Рыхликова М.Е. 343  
 Сабодина Е.П. 325  
 Саввинов Д.Д. 101  
 Савин И.Ю. 89, 102  
 Савостьянов В.К. 345  
 Сайфутдинов Р.А. 164

- Салимгареева О.А. 103  
Самонова О.А. 106  
Самофалова И.А. 236  
Самсонова В.П. 238  
Сангаджиева Л.Х. 108  
Сангаджиева О.С. 108  
Сараева А. К. 191  
Свирида Н.М. 347  
Семаль В.А. 43, 229  
Семенов В.М. 121, 240  
Семенова В.В. 242  
Семенова И.Н. 110  
Семиколенных А.А. 205  
Сергеева М.А. 176  
Сизов В.В. 112  
Силаев А.Л. 22  
Скрипникова М.И. 373  
Смагин А.В. 114  
Смирнова Н.В. 115, 349  
Снакин В.В. 351  
Снег А.А. 92, 279  
Соколов Л.А. 353  
Соколова Т.А. 244  
Столбова В.В. 186  
Столбовой В.С. 89  
Столпникова Е.М. 274, 310, 318, 354  
Султанова Н.А. 356  
Суюндуков Я.Т. 110, 126  
Сымонович А.И. 255  
Таранец И.П. 358  
Таскаева А.А. 200  
Телеснина В.М. 245  
Темботов Р.Х. 36  
Теплякова Т.Е. 148  
Терехова В.А. 248  
Терешкина А.А. 117  
Терская Е.В. 359  
Тесаков А.С. 302  
Толпешта И.И. 249  
Трифонова Т.А. 28, 119, 144  
Трухницкая С.М. 251  
Тулина А.С. 121  
Тютерева О.И. 274  
Удальцов С.Н. 189  
Улигова Т.С. 36  
Умарова А.Б. 103  
Федоренко К.А. 361  
Федоров В.В. 123  
Федотов Г.Н. 253, 268  
Фокина Р.В. 45  
Фомина А.С. 255  
Хабибуллина Ф.М. 198, 221  
Хайдапова Д.Д. 124  
Хайдуков К.П. 363  
Хаптухаева Н.Н. 42  
Харзинов С.М. 102  
Хасанова Р.Ф. 126  
Хлынина Н.И. 53, 65  
Ховалыг Ш.Д. 194  
Ходжаева А.К. 189  
Холина Т.А. 136  
Хомутова Т.Э. 292, 366  
Хомяков Д.М. 128  
Хохлова О.С. 276, 368  
Хрусталева М.А. 257  
Хуснетдинова К.А. 169  
Хуснетдинова Т.И. 7, 370  
Цветнов Е.В. 75, 138  
Цветнова О.Б. 138  
Цепкова Н.Л. 231  
Цибарт А.С. 130  
Цыбикдоржиев Ц.Ц. 42  
Цыбулько Н.Н. 121  
Чекин Г.В. 22  
Чендев Ю.Г. 49  
Черданцев В.А. 349  
Черепанова Т.А. 132  
Черкашина Н.Ф. 370  
Черницова О.В. 134  
Чернова О.В. 258, 351  
Честнова В.В. 124  
Чинилин А.В. 102  
Чистотин М.В. 260  
Чугунова М.В. 262  
Чуков С. Н. 264  
Чурагулова З.С. 266  
Чурсинова К.В. 165  
Шабанов Д.А. 136  
Шамшурина Е.Н. 51  
Шарапова А.В. 170  
Шахаб С.В. 164  
Шешукова А.А. 281  
Ширинова Ш.М. 372  
Широких И.Г. 217  
Шишков В.А. 228  
Шишконакова Е.А. 102  
Шоба С.А. 253, 268, 325  
Шульга П.С. 290  
Щеглов А.И. 138  
Щеголькова Н.М. 270  
Юмагузина Л.Р. 266  
Юрченко Е.Н. 272  
Юсифова М.М. 140  
Язрикова Т.Е. 164  
Яковлев А.С. 63, 75, 142  
Яковлева Л.В. 154  
Якунин Р.В. 373  
Якушев А.В. 272  
Яшина Т.В. 373  
Яшина И.А. 375

Научное издание  
**Международная научная конференция**

## **Роль почв в биосфере и жизни человека**

К 100-летию со дня рождения академика Г.В. Добровольского,  
к Международному году почв

### **Материалы докладов**

Москва, Россия,  
Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова,  
5 - 7 октября 2015 г.

Сборник материалов размещен на сайте:  
*<http://soilinst.msu.ru>*

Компьютерная верстка:  
Е.М. Столпникова, Ю.А. Емельяненко