

Санкт-Петербургский государственный университет. Институт наук о Земле
ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»
Universität Hamburg
Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева
МОО «Природоохранный союз»
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева

МАТЕРИАЛЫ

*Международной научной конференции
XXII Докучаевские молодежные чтения*

посвященной 150-летию открытия
Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеева

«ПОЧВА КАК СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРИРОДЕ»

25 февраля – 2 марта 2019 года
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2019

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: Б.Ф. Апарин (председатель), К.А. Бахматова, Н.П. Битюцкий, А.М. Булышева, Г.А. Касаткина, Н.Е. Орлова, О.В. Романов, А.В. Русаков, А.Г. Рюмин, Е.Ю. Сухачева, Н.Н. Федорова, С.Н. Чуков, А.А. Шешукова, К.Л. Якконен

Рецензенты: д.с.-х.н., профессор Б.В. Бабилов, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

**Материалы Международной научной конференции XXII Докучаев-
М34 ские молодежные чтения «Почва как система функциональных
связей в природе» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2019. – 378 стр.**

В материалах рассматриваются вопросы почвенного разнообразия, изменения свойств и процессов в почвах, их элементного и минералогического состава под влиянием различных форм антропогенного воздействия. Обсуждаются различные классификационные подходы к диагностике антропогенно измененных почв, проблемы охраны почв, экологической устойчивости экосистем и экологической безопасности, загрязнения почв тяжелыми металлами, радиоактивными элементами, нефтепродуктами и пр. Уделено внимание вопросам минерального питания растений и эффективности применения удобрений, применению различных методов и ГИС-технологий в исследовании почв, экологической и агроэкологической оценке почв и земель.

XXII Докучаевские молодежные чтения посвящены 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеева.

В сборнике представлены современные научные достижения студентов, аспирантов, молодых ученых, работы школьников.

Для специалистов в области почвоведения, биологии, экологии, географии, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

ББК 40.3

Материалы опубликованы при поддержке
Президента «Фонда сохранения и развития
научного наследия В.В. Докучаева»
В.Н. Батурина

© Авторы, 2019

ОРГКОМИТЕТ

Международной научной конференции XXII Докучаевские молодежные чтения

Председатель:

Апарин Б.Ф., д.с.-х.н., профессор каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, научный руководитель ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП им. В.В. Докучаева), вице-президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева

Зам. председателя:

Сухачева Е.Ю., к.б.н., директор ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Ответственный секретарь:

Булышева А.М., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, ведущий специалист ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Секретарь:

Лазарева М.А., аспирант ФГБНУ Почвенный институт им В.В. Докучаева, н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Члены оргкомитета:

Захарова М.К., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Мингареева Е.В., аспирант Всероссийского научно-исследовательского института радиологии и агроэкологии, с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева

Мусаев Т.К., учитель МОБУ СОШ № 2

Рюмин А.Г., ст. преп. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Симонова Ю.В., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Тимофеева Ю.Р., м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Шевчук Е.А., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева.

Olga Vybornova, Dr., PostDoc, Institute of Soil Science, Universität Hamburg

Председатель рабочего оргкомитета:

Русаков А.В., д.г.н., профессор, зав. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Члены рабочего оргкомитета:

Бахматова К.А., к.с.-х.н., доцент каф. биогеографии и охраны природы СПбГУ

Битюцкий Н.П., д.б.н., профессор, зав. каф. агрохимии СПбГУ

Касаткина Г.А., к.б.н., доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Матинян Н.Н., д.с.-х.н., профессор каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Попов А.И., д.с.-х.н., профессор каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Пятин Е.В., к.б.н., в.н.с., уч. секретарь ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Романов О.В., к.б.н., доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Федорова Н.Н., к.б.н., доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Чуков С.Н., д.б.н., профессор каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Шешукова А.А., к.с.-х.н., старший преподаватель каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Штангеева И.В., н.с. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Якконен К.Л., к.б.н., доцент каф. агрохимии СПбГУ

Куратор школьной секции:

Тимофеева Ю.Р., м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Секция I

«Таблица Менделеева» в почве

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ ТЕХНИЧЕСКИМ СОРТОМ ВИНОГРАДА
MELON DE BOURGOGNE

А.А. Аверьянов

Санкт-Петербургский государственный университет,
sanchez.averyanov@gmail.com

The production of environmentally friendly wine products is a priority of the Atlantic Loire Department. The article presents the results of a study using X-ray fluorescence analysis of the soil of the vineyards of the Loire Valley and the Melon de Bourgogne grape variety.

Микроэлементный состав виноградной лозы отражает химический состав почвенного покрова. Закономерность аккумуляции микро- и макроэлементов подвержена влиянию различных факторов. Токсическое действие тяжелых металлов является одним из факторов нарушения поступления элементов питания в виноградное растение. Основным способом поступления тяжелых металлов в виноградное растение является биологическое поглощение корневой системой. В связи с различной степенью выраженности у разных виноградных сортов физико-биологических защитных механизмов, определяющих степень устойчивости к избытку тяжелых металлов, способность аккумулировать элементы из почвенного покрова у каждого сорта не одинакова.

Целью работы являлись геохимические исследования поведения тяжелых металлов в почвах виноградников АОР Muscadet Cotes de Grandlieu (Атлантическая Луара, Франция) и закономерности их аккумуляции техническим сортом винограда Melon de Bourgogne. В ходе исследования определялись следующие показатели: Pb, As, Zn, Cr, Co, Ni, Cu, V, Mn, Sr в бурых выщелоченных супесчаных почвах и виноградной лозе. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова виноградников проводилась путем отбора почвенных и растительных проб в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. Аналитические исследования были выполнены методом рентгенофлуоресцентного спектроскопического анализа на приборе «СПЕКТРОСКАН МАКС».

На основании результатов аналитических исследований почвы и лозы был рассчитан коэффициент корреляции 0.975, свидетельствующий о тесной и существенной взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов в почве и виноградном растении, а также коэффициенты биологического поглощения (рис.), для каждого из вышеуказанных элементов.

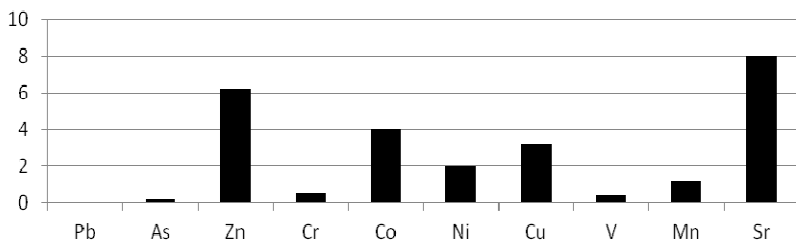


Рисунок. Коэффициенты биологического поглощения (Ax) тяжелых металлов сортом винограда Melon de Bourgogne.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

УДК 61.416.9

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТОРФЯНОМ СЫРЬЕ ЭВТРОФНОГО БОЛОТА

П.Б. Борисов, И.А. Иванова, М.А. Годымчук

ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет,
г. Томск, legendych99@mail.ru

Using the method of neutron activation analysis to determine the content of trace elements (Ca, Fe, Na, Zn, Br, Co, Cr, As, Sb) in the eutrophic peat swamps. Peat Deposit is enriched with Ca and Fe. The highest content of elements is typical for the Central part of the deposit.

Торфа Западной Сибири можно рассматривать как ценное лекарственное сырье. В экстрактах из торфа обнаружен широкий спектр различных биологически активных веществ. Использование торфа в качестве источника сырья для создания лекарственных препаратов требует повышенного контроля к содержанию в нем микро- и макроэлементов.

Торфяные залежи являются благоприятной средой для накопления элементов. К основным источникам поступления минеральных элементов в торфяную залежь относят минеральную часть растений-торфообразователей и привнесенные минеральные соединения с потоками водной и воздушной миграции. При этом огромная роль принадлежит гуминовым кислотам, которые легко образуют комплексы практически со всеми элементами, поступающими в торфяную залежь.

Объектом нашего исследования стали торфяные месторождения (ТМ) Таган Томского района. Данное ТМ представлено в основном залежью смешанного и низинного типов торфов. Образцы были отобраны

на разных участках ТМ: пункты 1 и 2 (п. 1 и п. 2), подвергшиеся осушению, пункт 3 (п. 3) – естественный участок. Отбор проводили через каждые 25 см до минерального дна. Элементный состав определяли методом нейтронно-активационного анализа (анализаторная система «CANBERRA»).

Для анализа были выбраны 9 элементов, которые условно можно разделить на подгруппы: биогенные макроэлементы Ca, Fe, Na и микроэлементы Zn, Co; необходимые для организма Br и Cr и токсичные As и Sb.

Сравнение усредненных данных по содержанию элементов в торфах п. 1–3 выявило следующие закономерности.

По содержанию исследуемых элементов выделяется п. 3. Отмечено, что лучше всего накапливается в торфах этого пункта Ca и Fe: максимальное содержание этих элементов 2.320 и 16.010 % соответственно. Содержание Zn, Co также несколько выше, чем в торфах других участков – 53.3 и 10.1 мг/кг. Содержание Cr в торфах п. 3 (23.3 мг/кг) сопоставимо с его содержанием в торфах п. 2. (26.4 мг/кг). В то же время накопление Sb в торфе данного участка минимально – 0.13 мг/г. Повышенное, по сравнению с п. 1 и п. 3, содержание Na и As отмечено в п. 2. В торфах этого пункта содержание Na достигает значений 0.8 %, а As – 86.1 мг/кг.

Таким образом, методом нейтронно-активационного анализа исследованы торфа трех пунктов торфяного месторождения «Таган» Томского района на содержание элементов Ca, Fe, Na, Zn, Br, Co, Cr, As, Sb. Полученные данные по содержанию микроэлементов в торфах свидетельствуют о том, что торфяная залежь обогащена главным образом Ca и Fe. Наибольшее содержание этих элементов характерно для п. 3. На основании исследований торфа ТМ Таган можно рекомендовать для использования в бальнеологии, медицине и ветеринарии для получения препаратов гуминовых веществ.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-43-700014 p_a.

Работа рекомендована к.х.н., доц. О.А. Голубиной.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ВНЕСЕНИЯ МЕДИ НА ЕЕ ПОДВИЖНОСТЬ
В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ОПЫТА

М.В. Бурачевская, А.В. Барахов, В.С. Цицуашвили, И.П. Лобзенко
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного
федерального университета, г. Ростов-на-Дону, marina.0911@mail.ru

To study the composition of Cu compounds in different forms of intake, the soil of the virgin area of the protected steppe artificially contaminated with salt and Cu oxide was analyzed. There is an increase in the degree of mobility, and consequently, the availability of Cu in the soil. The greatest increase is observed for the most mobile exchange compounds. The form of metal entering the soil is important, when it is introduced in the form of acetate (a well soluble salt), a greater number of mobile forms are noted in comparison with Cu oxide.

Информация о способности почв поглощать тяжелые металлы и распределять их между почвенными компонентами может быть получена не только на основе анализов техногенно загрязненных почв, но и в лабораторных опытах. Для суждения об исходном составе соединений Cu в черноземе обыкновенном и его трансформации при различных техногенных нагрузках была проанализирована почва целинного участка заповедной степи, искусственно загрязненная солью и оксидом Cu. Цель – изучить влияние формы внесения Cu на ее подвижность в почве.

Для закладки модельного эксперимента использован верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного (Haplic Chernozem), находящемся вдали от возможных источников загрязнения (физ. глина 47.1 %; ил 26.8 %; гумус 6.3 %; pH 7.5; CaCO_3 0.3 %; N-NO_3 2.5 мг/100 г; P_2O_5 1.6 мг/100 г; K_2O 22.8 мг/100 г; $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 35.0 смоль(экв)/кг; ЕКО 37.1 смоль(экв)/кг).

На дно пластиковых сосудов объемом 1 л укладывали 3-х см слой промытого стекла для дренажа. В сосуды вносили 1 кг почвы, смешанной с сухой солью ацетата Cu и оксида Cu. Инкубация почвы происходила в течение 1 года. В почве постоянно поддерживали наименьшую полевую влагемкость. Схема опыта состояла из контроля, варианта с внесением Cu в дозе 300 мг/кг (3-х кратная повторность). Общее содержание Cu превышает ПДК в 6 раз.

Для определения подвижных форм металлов в почве были использованы три параллельные вытяжки на основе метода Г.А. Соловьева с модификациями (Практикум по агрохимии, 1989), характеризую-

щие комплексное состояние ТМ в почве: обменные (1 н. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (ААБ)); комплексные (разница между 1 %-раствором ЭДТА в ААБ и ААБ); специфически сорбированные (разница между 1 н. HCl и ААБ). Содержание Cu в почвенных вытяжках определяли методом ААС.

Содержание наиболее подвижных обменных форм исследуемого металла в черноземе обыкновенном составляет 1 % от общего содержания (46 мг/кг) и не превышает ПДК (3.0 мг/кг). При внесении в почву оксида Cu наблюдается увеличение содержания обменных соединений до 7 % от общего содержания (338 мг/кг), при внесении ацетата Cu содержание данных соединений составляет 10 % от общего содержания (341 мг/кг). Также увеличивается содержание комплексных форм Cu , которые характеризуют соединения металла, связанные в органоминеральные комплексы. При искусственном загрязнении их доля поднималась с 15 % на контроле до 20 % в случае загрязнения оксидом Cu и до 24 % – в случае загрязнения ацетатом Cu .

Специфически сорбированные соединения металлов представлены в почве металлами, относительно непрочно удерживаемыми оксидами и гидроксидами железа, алюминия, марганца и карбонатами. Как и в случае обменных и комплексных соединений, отмечается возрастание специфически сорбированных форм Cu с 38 % на незагрязненной почве до 53 % и 61 % на почве с оксидом и ацетатом Cu , соответственно.

Таким образом, при модельном загрязнении чернозема наблюдается увеличение степени подвижности, а вследствие этого, и доступности Cu в почве. Наибольшее возрастание отмечается для наиболее подвижных обменных соединений. Важна форма поступления металла в почву. При его внесении в форме ацетата (хорошо растворимой соли) отмечается большее количество подвижных форм по сравнению с оксидом Cu .

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-4015.2018.5, гранта Президента по поддержке ведущих научных школ № НШ-3464.2018.11.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОНКРЕЦИЙ
ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ПРЕДУРАЛЬЯ

С.М. Горохова, Ю.А. Попова, Е.Ф. Глухих

Пермский аграрно-технологический университет,
gorohova.s@hotmail.com

Iron-manganese nodules are an important indicator of modern soil-forming processes. The magnetic nodules of loamy Albic Retisol are composed of zirconium, pyrolusite and manganese magnetite.

Железо-марганцевые конкреции являются важным индикатором современных почвообразовательных процессов.

Объекты исследования: 1. дерново-мелкоподзолистая профильно-глееватая тяжелосуглинистая почва на покровных отложениях (Пермский край, Карагайский район); 2. аллювиальная слоистая легкосуглинистая на аллювии (Пермский край, Пермский район).

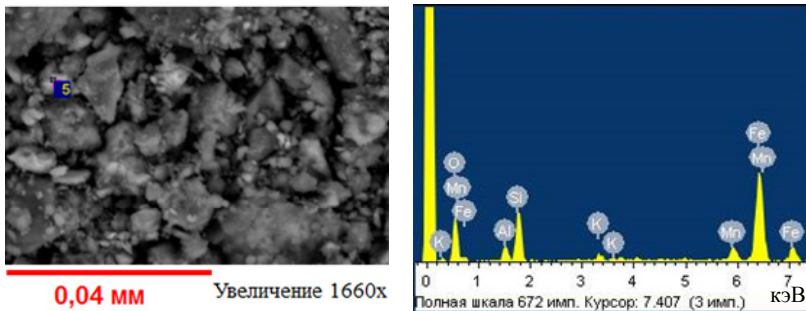
Фазовый состав минералов и элементный химический состав магнитных частиц определен в геофизической обсерватории «Борок» Института Физики Земли РАН с использованием сканирующего электронного микроскопа «Teskan VEGA II» в комплекте с энергодисперсионным спектрометром. Магнитная восприимчивость (МВ) почвы измерялась на приборе каппа-мост KLY-2. Конкреции выделены из почвы путём отмывки. Магнитные конкреции и магнитная фаза почв сепарированы ручным магнитом.

МВ магнитной фазы выше, чем МВ почвенного мелкозема в дерново-подзолистом почве ($A_{\text{пах}}$, 0–10 см) в 350 раз, в аллювиальной (C_3 , 48–78 см; C_4 , 78–100 см) в 127 и в 181 раз.

Локальные коэффициенты концентрации химических элементов ($K_{\text{клрк}}$) в составе магнитной фазы дерново-подзолистом почвы образуют следующий геохимический ряд: $Mn\ 101 > Fe\ 8$. В аллювиальной почве последовательность коэффициентов локальной концентрации химических элементов следующая: $Cr\ 530 > Fe\ 15 > Mn\ 12 > Mg\ 2 > Ti\ 2$.

В составе магнитных конкреций дерново-подзолистом тяжелосуглинистой почвы были диагностированы следующие минералы: цирконий, пиролюзит и марганцевый магнетит.

Марганцевый магнетит имеет обломочную неправильную форму, четкие грани и ребра не просматриваются. Размер частицы составляет 0.007 мм (рис.).



№ спектра	Название минерала	O	Al	Si	P	K	Mn	Fe	Сумма
		Вес. %							
5	Марганцевый магнетит	17.20	3.69	10.09	0.31	1.52	6.83	60.36	100.00

Рисунок. Микроснимок, энергодисперсионный спектр и элементный состав магнетита, выделенного из оршштейна дерново-подзолистой глееватой почвы.

Железосодержащие минералы служат ядром для формирования слабомагнитных конкреций в гидроморфных почвах Среднего Предуралья.

Работа рекомендована к.с.-х.н., зав. кафедрой почвоведения А.А. Васильевым.

УДК 631.416.4

ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ РИЗОСФЕРЫ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО В ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

И.В. Данилин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
danilin.i@mail.ru

Potassium status in rhizosphere soils under broadleaf tree species including Norway Maple (*Acer platanoides*) is still a matter of discussion for lack of experimental data. This study was conducted with samples collected in five replicates from Norway maple rhizosphere and respective bulk Albic Retisol occurring in the Central Forest Reserve (Tver oblast, Russia). The potassium compounds were determined in samples of the entire soil and in separated size fractions < 1 , $1-5$ and > 5 μm . The amount of exchangeable K (1 M $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ extraction) in the entire soil and the content of non-

exchangeable K (10 % HCl extraction) in the entire soil and in size fraction $> 5 \mu\text{m}$ were found to be reliably higher in the rhizosphere soil as compared with the bulk soil while no significant differences were found in the amount of non-exchangeable K extracted with 0.1 M HCl. These differences in potassium status between rhizosphere and bulk soil can be explained by accumulation of organic matter and poor-crystallized illites in the rhizosphere.

Основным источником калия для растений является почва, а именно – ризосфера (объём почвы, непосредственно прилегающий к корням и испытывающий постоянное воздействие почвенной биоты). Калийное состояние почвы, как правило, находится в тесной взаимосвязи с минералогическим составом и может быть описано соотношением различных форм соединений калия, различающихся как по природе связи с компонентами почв, так и по доступности растениям. Существование подобных различий не позволяет решать многие фундаментальные и практические проблемы, связанные с питанием растений, на основе валового анализа почв и требует анализа содержания отдельных форм соединений калия. Однако литературные сведения об их соотношении в ризосфере разных пород деревьев, а также об отличиях калийного состояния ризосферы широколиственных пород от вмещающей почвы до сих пор весьма ограничены.

В рамках данного исследования проводилось сравнение содержания различных форм соединений калия и отдельных групп глинистых минералов между ризосферой клёна остролистного и вмещающей подзолистой почвой. Объектом исследования служили образцы, отобранные на территории Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника.

Из почвы выделяли фракции $> 5 \text{ мкм}$, $1\text{--}5 \text{ мкм}$, $< 1 \text{ мкм}$, в которых анализировалось содержание трудногидролизуемого (по Гедройцу) и легкогидролизуемого (по Пчёлкину) калия. Эти же формы соединений калия, а также обменный калий (по Масловой) определяли в неразделённой на фракции почве. Во фракциях $1\text{--}5 \text{ мкм}$ и $< 1 \text{ мкм}$ определяли содержание глинистых минералов.

Установлено, что ризосфера клёна содержит достоверно больше обменного калия по сравнению с вмещающей почвой, а также трудногидролизуемого калия во фракции $> 5 \text{ мкм}$ и в почве в целом (для меньших фракций аналогичные различия выявлены на уровне тенденции). При этом содержание легкогидролизуемого калия в ризосфере мало отличается от вмещающей почвы. Высокое содержание обменного калия в ризосфере связано с накоплением органического вещества и, как

следствие, увеличением числа обменных позиций. Относительное обогащение ризосферы трудногидролизуемым калием можно объяснить накоплением в ризосфере наиболее тонкодисперсных и плохо окристаллизованных слюдов и иллитов, из которых калий переходит в кислотную вытяжку Гедройца. Также показано, что во всех выделенных фракциях и в почве в целом трудногидролизуемый калий на 50–70 % представлен наиболее прочно связанными соединениями, не переходящими в менее агрессивные вытяжки. Причины слабого проявления ризосферного эффекта на содержание легкогидролизуемого калия пока не ясны.

Помимо накопления в ризосфере клёна минералов группы слюды и иллитов, ризосфера клёна может быть охарактеризована большей степенью хлоритизации почвенных хлоритов, что, возможно, связано с более высокими значениями pH в ризосфере клёна по сравнению с вмещающей почвой.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.А. Соколовой.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ C:N:P В СОСТАВЕ ПОЧВЫ И БИОМАССЫ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКЕЛА ПОПУТНОГО ГАЗА

Д.М. Дударева, А.К. Квиткина

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, darya_dudareva@mail.ru

When conducting research with the soil near the gas plume, it was found that the section with the maximum heat and drying effect of the torch showed contrasting properties for stoichiometric indices (C: N: P) compared to more remote sections – III, VII and the control.

Глобальные изменения климата приводят к увеличению частоты и интенсивности экстремальных климатических событий – резких изменений температуры и количества осадков. Такие абиотические стрессы кардинально изменяют круговорот элементов в экосистемах, воздействуя на величины C:N:P в биомассе почвенных микроорганизмов. В связи с этим целью нашего исследования было определить изменения соотношений C:N:P в почве и микробной биомассе при тепловом влиянии факела попутного газа. Мы предположили, что при абиотическом стрессе нагрева и иссушения происходит уменьшение соотношений C:N, C:P и N:P.

В окрестностях г. Покачи на территории Покачевского лесничества (ХМАО-Югра) в 2000 году была заложена пробная площадь в сосняке лишайниковом, произрастающем в сухих дренированных условиях на подзолистых почвах. Пробная площадь была разделена на 7 секций. Для эксперимента нами были отобраны образцы почвы на разном расстоянии от факела, а именно, из секций I, III и VII пробной площади с максимальным, умеренным и слабым воздействием факела, соответственно, в 5-кратной повторности. Кроме того, были отобраны образцы почвы и растительного материала с контрольной площадки, находящейся вне зоны действия факела. В рамках исследования был проведен элементный анализ на С, N и P в составе основных пулов почвенного органического вещества почвы. Было установлено, что содержание углерода, азота и фосфора в почве, растворимых формах и микробной биомассе зависит от действия абиотических факторов иссушения и нагрева. В почве с максимальным эффектом факела зафиксировано самое низкое содержание биофильных элементов по сравнению с другими вариантами. Соотношения C:P и N:P в почве и микробной биомассе показали общую тенденцию к более низким значениям (в 1.5–3 раза) для секции с максимальным воздействием факела. Это означает, что в условиях воздействия стресса почвенное органическое вещество (ПОВ) в целом и наиболее активный пул ПОВ – биомасса почвенных микроорганизмов – в частности, наиболее подвержены минерализации. Для соотношения C:N было выявлено две противоположно направленные тенденции: снижения этого показателя для почвы и микробной биомассы и увеличения для водорастворимых форм при усилении эффекта факела. Это соответствует выводу об усилении минерализации в почве вблизи факела: снижение относительного содержания углерода в составе устойчивых пулов ПОВ происходило параллельно с увеличением относительного содержания С в самых лабильных пулах, т.е. в пулах водорастворимых.

Таким образом, предположение о сдвиге в C:N:P стехиометрии как чувствительном индикаторе абиотического стресса оказалось верным. Секция I с максимальным тепловым и иссушающим воздействием факела показала контрастные свойства для стехиометрических индексов по сравнению с другими вариантами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-01933-а).

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.В. Евдокимовым.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ
НА СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ
УГЛЕВОДОРОДОВ В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ
НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС

Т.С. Дудникова, С.Н. Сушкова, Т.М. Минкина, Е.М. Антоненко,
А.И. Барбашев, Я.А. Попилешко, В.В. Зинченко
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского
Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону,
tyto98@yandex.ru

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are toxic compounds, practically insoluble in water, have a boiling point and very stable in the environment. The study object was Novocherkassk Power Station (NPS) – an enterprise of the first class of danger. The soil cover of the territory adjacent to NPS represented by: 1. Haplic Chernozem with physical clay level 53 %; 2. Haplic Chernozem (Stagnic) with physical clay content 67 %; 3. Fluvisols with 7 % of physical clay. It was quantified the PAHs concentration in soils. Studies have shown that in all soils was higher in 0–5 cm layer compare to 5–20 layer. In Haplic Chernozem (Stagnic) and Haplic Chernozem, the content of all PAHs was slightly higher than in Fluvisols.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – токсичные соединения, практически нерастворимые в воде, имеют высокую температуру кипения и устойчивы в окружающей среде. Подлежат обязательному контролю, однако в России ПДК разработано только для бенз(а)пирена (БаП). Источниками антропогенных ПАУ в окружающую среду являются предприятия энергетического комплекса. Объект исследования: ОАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС (НчГРЭС) (предприятие первого класса опасности). Доля выбросов НчГРЭС по ЮФО составляет около 60 % и 1 % по всей России (90 тысяч т в год). Почвенный покров территории, прилегающей к НчГРЭС представлен: 1. черноземами обыкновенными (ЧО) с содержанием физической глины 53 %; 2. лугово-черноземными почвами (ЛЧ), где содержание физической глины составило 67 %; 3. аллювиально-луговыми почвами (АЛ) с 7 % физической глины. Отбор проб проводили методом конверта на глубину основного корнеобитаемого слоя (0–5 и 5–20 см) в 2018 г. Почву предварительно доводили до воздушно сухого состояния и пропускали через сито 1 мм.

Таблица. Содержание ПАУ в почвах импактной зоны НчГРЭС.

№	Почва	Глубина отбора, см	ПАУ, нг/г												
			нафталин	бифенил	флуорен	фенантрен	антрацен	флуорантен	пирен	бенз(а)антрацен	бенз(б)флуорантен	бенз(к)флуорантен	бенз(а)пирен	дифенз(а, h)антрацен трацен	бенз(г, h, i)периллен
1	АЛ	0–5	1.6 ±0.05	10.9 ±0.4	6.5 ±0.2	93.6 ±2.7	9.4 ±0.3	96.9 ±3	71.5 ±2	55.7 ±1.5	79.3 ±2.2	28.1 ±1.2	53.5 ±1.6	38.7 ±0.7	100.8 ±3.2
		5–20	0.6 ±0.02	8.8 ±0.3	3.9 ±0.1	68.4 ±2	2.4 ±0.08	63.8 ±2.5	70.5 ±2.1	40.7 ±1.3	50.1 ±1.5	17.0 ±0.9	40.7 ±1.5	23.2 ±0.5	84.8 ±2.6
2	ЛЧ	0–5	13.7 ±0.5	89.9 ±2.5	50.8 ±1.3	790.7 ±24	78.0 ±2.9	755.8 ±30.2	604.4 ±26.3	459.9 ±20.8	618.5 ±17.8	237.5 ±6.5	441.7 ±15.8	301.5 ±10.8	851.6 ±24.5
		5–20	4.6 ±0.15	73.0 ±2.4	30.4 ±1	533.3 ±21.2	18.8 ±0.9	497.4 ±24.7	550.1 ±23.8	317.3 ±10.4	390.9 ±8.6	132.7 ±4.7	317.8 ±10.4	180.9 ±6.5	661.1 ±15.4
3	ЧО	0–5	10.5 ±0.4	70.8 ±2.4	42.3 ±1.2	608.2 ±22.5	61.4 ±22.7	629.8 ±27.5	464.9 ±22.8	362.2 ±11.5	515.4 ±16.1	182.7 ±5.3	347.8 ±11.2	251.3 ±7.1	655.1 ±14.4
		5–20	3.8 ±0.1	57.5 ±1.5	25.3 ±1	444.4 ±15.4	15.6 ±0.7	414.5 ±23.1	458.4 ±22.5	264.4 ±8.6	325.7 ±8.8	110.6 ±3.6	264.8 ±7.6	150.8 ±4.5	550.9 ±13.4

Содержание индивидуальных ПАУ в почве определяли методом омыления РД 52.10.556-95 (РД 52.10.556-95, 2002). Количественно определяли концентрацию ПАУ в экстракте методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Концентрацию ПАУ в анализируемых образцах рассчитывали по методу внешнего стандарта (абсолютной калибровки). Полученные результаты обработаны методами математической статистики (табл.).

Исследования показали, что содержание всех ПАУ в слое 0–5 см выше, чем в слое 5–20 см. Для ЛЧ почв содержание всех ПАУ чуть выше, чем для почв ЧО и значительно выше, чем у АЛ почв. Максимальное содержание ПАУ отмечается в ЛЧ почвах и составляет 441.7 нг/г (22.5 ПДК) в слое 0–5 см. Таким образом, проведенные исследования показали влияние физико-химического состава почв на накопление в них ПАУ. Выявлено существенное превышение содержания БАП для ЛЧ и ЧО почв.

Исследования выполнены при поддержке базовой части гос. задания Министерство образования и науки РФ, № 5.948.2017/ПЧ, РФФИ мол_а_дк, № 16-35-60051 и ведущей научной школы № НШ-3464.2018.11.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 630.1

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПОВЕДЕНИИ Ti, Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Zr,
Sr, Pb, Cd В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – РАСТЕНИЯ»

КАТЕНЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

П.Р. Енчилик

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
polimail@inbox.ru

Biogeochemical coefficients calculated on the basis of the total and mobile element contents were applied to evaluate biogenic migration of a wide range of microelements with different biophilicity in the «plant-soil» system. According to soil-to-plant transfer ratios, Mn, Zn and Cd are actively involved in biological accumulation. In the soil profile, these elements mainly accumulate in the upper horizons.

С целью анализа биогеохимического поведения широкого спектра микроэлементов с разной степенью биофильности – Ti, Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Zr, Sr, Pb, Cd – в системе «растения – органогенные горизонты

почв – минеральные горизонты почвы» Центрально-Лесного биосферного заповедника исследована ландшафтно-геохимическая катена. Ее протяженность – около 200 м с перепадом высот 3 м, она сложена покровными суглинками, подстилаемыми моренными карбонатными суглинками.

В относительно хорошо дренируемых позициях на грубогумусированных палево-глубокоподзолистых почвах произрастает липово-еловый лес, который у подножья склона сменяется чернично-сфагновым ельником на мелкоторфянисто-перегнойной глубокоподзолистой профильно-оглеенной почве, и далее при нарастании увлажненности – на кислично-сфагновый ельник на мелкоторфянистой глубокоподзолистой профильно-оглеенной почве.

В растениях и почвах определяли валовое содержание элементов в ВИМС им. Н.И. Федоровского методом ICP-MS и AES-ICP. Доступные растениям формы металлов извлекали ацетатно-аммонийным буфером с pH 4.8 (Ладонин, 2002).

Большинство древесных пород изученных сообществ в листьях накапливают Mn, Zn, Co и Cd, в то время как травы и кустарнички относительно деревьев концентрируют элементы с низкой биофильностью: Ti, Fe, Zr, а также, Cd и Cr. Сфагнум при низком содержании зольного остатка и макроэлементов (особенно K, P, S) умеренно концентрирует широкий спектр элементов с относительно низкой биофильностью – Fe, Ti, Cr, Co, Zr и Pb.

В распределении металлов по надземным органам древесных растений прослеживаются разные стратегии накопления: в широколиственных породах максимальна концентрация в фотосинтезирующих органах, а в хвойных (если обыкновенной) – ветках и коре.

Скорости разложения мертвого органического вещества и мощности органогенных горизонтов почв зависят от гидротермических условий и биохимического состава разлагающихся остатков. В автономном и трансэлювиальном ландшафте формируются лесные подстилки, в которых при ферментации опада накапливаются Ti, Pb, Cd, Fe, Co, Mn, Ni и Cu. В трансэлювиально-супераквальном при трансформации опада в торфяной массе интенсивно накапливается только Pb, умеренно – Ti и Fe, слабо – Cu и Zn.

Благодаря поступлению с отмершими растительными остатками элементы энергичного накопления по А.И. Перельману (Mn, Zn и Cd с коэффициентом биологического поглощения (A_x) ≥ 10) имеют поверхностно-аккумулятивное распределение в почвах. К элементам сильного накопления с коэффициентами $A_x = 1-10$ во всех ландшафтах относятся Ni, Co, Sr, при этом, Co и Sr накапливаются преимущественно в ветках.

К менее интенсивно вовлекаемым в биологический круговорот с $A_h < 1$ принадлежат Pb, Cu, которые пассивно поглощаются растениями, а также Cr и Fe, интенсивность накопления которых варьирует в зависимости от вида. Например, Fe наиболее биологически активное в травянистых растениях, чем древесных, поглощается метаболическим путем, но его дальнейший перенос в тканях растений затруднен. Pb и Cu пассивно поглощаются растениями. Слабее всего участвуют в биологическом круговороте Zr и Ti, мало пригодные для растений и плохо переносимые в них (Kabata-Pendias, 2011).

Таким образом, биогеохимическая дифференциация лесных сообществ катены определяется структурой фитоценозов.

Автор благодарен Е.Н. Асеевой, А.Д. Иовчевой, И.Н. Семенкову и Е.В. Терской за помощь в полевых и лабораторных работах, а также интерпретации полученных результатов.

Исследование выполнено в рамках проекта № 04/2018/РГО-РФФИ.

Работа рекомендована академиком РАН Н.С. Касимовым.

УДК 631.438.2

ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ПОЧВЕ СОСНОВОГО ЛЕСА

Е.Д. Иванов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской
авиации, evgeniy_ivanov2000@mail.ru

The analysis of the horizontal distribution of cesium-137 in the soil of a pine forest was carried out. Moss and O horizon have the highest activity. Activity in the underlying mineral horizons is reduced by an order of magnitude.

Сосновый лес находится на левом берегу р. Оредеж (Ленинградская обл.), напротив места впадения р. Кременка (N 59°02.528', E 030°31.423', N 45 м).

Подзолистая почва имеет следующее строение. Под маломощным слоем подстилки 1.5–2.5 см находится гумусовый горизонт мощностью 1.5–2.5 см, который переходит в светлый подзолистый горизонт, простирающийся до глубины 18–25 см. Далее следует светло-бежевый с оранжевым оттенком иллювиальный горизонт, который на глубине 1.3–1.4 метра переходит в материнскую породу из белого влажного кварцевого песка (Иванов, XXI Докучаевские ..., 2018, с. 151).

Для выяснения особенностей горизонтального распределения радионуклида был проведен отбор почвенных проб из прикопок на пробной площади, используемой для изучения взаимодействий между компонентами экосистемы.

Измерения проводили в условиях толстого слоя на радиометре «Бета». Детектор – газоразрядный счетчик торцового типа СБТ-10. Высушенные образцы почвы, очес мха, взвешивали, укладывали в кювету и помещали под детектор в свинцовый домик на верхнюю полочку. Время измерения скорости счета препарата ($N_{пр}$) – 1000 с. Суммарное число импульсов ($N_{ф}$), для расчета скорости счета фона детектора измеряли каждые два часа.

Результаты измерения активности цезия-137 представлены в таблице. Они согласуются с данными, полученными на основе проб почвенного разреза. Данные по активности в очесе, состоящем из мха Плеврозиум Шребера, свидетельствуют о биогенной аккумуляции радионуклида.

Таблица. Активность верхних горизонтов почвы по данным прикопок.

№ *	Горизонт	Активность, Бк/кг **	№ *	Горизонт	Активность, Бк/кг **
I	A _{оч}	473±50	III	A _{оч}	532±54
I	A ₀	218±22	III	A ₀	182±19
I	A ₁	193±20	III	A ₁	105±11
I	A ₂	39±4	III	A ₂	59±6
II	A _{оч}	432±44	IV	A _{оч}	533±54
II	A ₀	396±40	IV	A ₀	508±51
II	A ₁	176±18	IV	A ₁	249±25
II	A ₂	32±4	IV	A ₂	47±5

Примечания:

* – № прикопки, согласно рисунку; ** – для активности указана ошибка измерения прибора, составляющая 10 %.

Подобный тип распределения цезия-137 по профилю почвы является типичным для подзолистой почвы и называется регрессивно-аккумулятивным. Он обусловлен рядом причин.

Установлено, что цезий-137 аккумулируется в верхней органо-минеральной части почвенного профиля, поскольку включен в биогенный круговорот. Подстилка и гумусовый горизонт содержат основную массу мицелия грибов, удерживающего за счет хитиновых клеточных стенок и осмотического типа питания до 25 % цезия-137, содержащегося в рассматриваемых горизонтах.

Дополнительно к этому вклад в сорбцию цезия-137 в верхней части почвенного профиля вносят пылеватые минеральные частицы. Особенно это относится к частицам глинистых минералов, обладающих подвижными кристаллическими решетками.

Полученные данные используются для расчета коэффициентов накопления цезия-137 в продуцентах экосистемы соснового леса.

Работа рекомендована к.б.н., доц. СПбГУГА Д.М. Ивановым.

УДК 631.47 : 550.42

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ БАРАБИНСКОЙ СТЕПИ И ИШИМСКОЙ РАВНИНЫ

А.Д. Иовчева, П.Р. Енчилик, И.Н. Семенов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
y_nastia@mail.ru

The article analyzes the content of macroelements and some trace elements (Ni, Cu, Zn, Pb, Ba, Sr) in soils of Barabinsk steppe and Ishim plain. The values do not mainly exceed clark values, some excess of calcium and strontium is explained by soil salinization, and of lead – by heavy granulometric composition of rocks.

Любое исследование в экологической сфере начинается с определения валового содержания элементов на изучаемом участке, их последующего сравнения с кларковыми или фоновыми значениями и формирования представлений о том, является ли исследуемый ландшафт природным или антропогенно-преобразованным. Цель данной работы проанализировать содержание макроэлементов (Ca, Na, K, Mg, Al, Fe, Mn, Ti) и ряда микроэлементов (Ni, Cu, Zn, Pb, Ba, Sr) в почвах Барабинской степи (участок Барабушка) и Ишимской равнины (участок Исилькуль). В дальнейшем планируется анализ радиального распределения элементов. Исследуемые почвы – черноземы обыкновенные, лугово-черноземные почвы (оба участка), солонцы (Барабушка). Вышеописанный ряд микроэлементов выбран по нескольким причинам. Во-первых, Ni, Cu, Zn, Pb – это типичные тяжелые металлы, по содержанию которых судят о степени антропогенного влияния на ландшафт, а Ba и Sr являются спутниками Ca, и могут свидетельствовать о засолении почв. Во-вторых, данные микроэлементы использованы в работе В.Б. Ильина с соавторами (2003), в которой установлены региональный фон элементов в почвах Западной-Сибири.

На участке Барабушка проанализировано валовое содержание элементов в 57 образцах из 17 разрезов, на участке Исилькуль – 54 из 15 разрезов рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Axios» фирмы «PANalytical» (Нидерланды) с использованием стандартных образцов российских почв («Чернозем» и «Подзолистая») в ИГЕМ РАН (аналитик А.И. Якушев). Усредненное валовое содержание элементов сопоставляли с кларками, рекомендованными Н.С. Касимовым, Власовым (2015), и со значениями В.Б. Ильина с соавторами (2003).

В почвах Барабинской низменности превышение кларка земной коры наблюдалось для Са ($4.4 > 2.6 \%$), Мп ($859 > 770$ мг/кг), Sr ($284 > 270$), Pb ($25 > 17$), а регионального фона – для Ва, Zn, Ni. В почвах Ишимской равнины кларки превышены только по Ti ($4297 > 3900$) и Pb ($25 > 17$), а региональный фон – по Мп, Zn, Ва. Полученные результаты не указывают на техногенное загрязнение. Превышение кларка земной коры по Са и Sr, скорее всего, связано с различным засолением почв Барабинской степи, не наблюдавшемся на участке Исилькуль. Превышение этого показателя по Ti и Мп было незначительным. Повышенные концентрации Pb по сравнению с кларком земной коры и фоном также не являются следствием техногенеза. По данным (Перельман, Касимов, 1999), содержание Pb в природных суглинистых почвах может достигать 25 мг/кг.

Литература

1. Ильин В.Б., Сысо А.И., Байдина Н.Л., Конарбаева Г.А., Черевко А.С. Фоновое количество тяжелых металлов в почвах юга Западной Сибири // Почвоведение, 2003. № 5. – С. 550–556.
2. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник МГУ. Серия география. – 2015. – № 2. – С. 7–17.
3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. Изд-во: Астрей-2000, 1999 г, 610 с.

Авторы благодарны участникам полевых и аналитических работ Г.В. Клинка, А.Г. Самулеенковому, Е.Д. Николаеву.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 17-77-20072.

Работа рекомендована к.б.н., доц. П.П. Кречетовым.

КРЕМНИЙ, ФОСФОР И КАЛИЙ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ, УДОБРЕННОЙ ДИАТОМИТОМ

А.В. Козлов¹, А.Х. Куликова²

¹Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина, a_v_kozlov@mail.ru

²Ульяновский государственный аграрный университет имени
П.А. Столыпина, agroec@yandex.ru

Purpose of researches is studying of high doses action (3, 6 and 12 t/hectare) of diatomite of the Inzensky field (Ulyanovsk region) on indicators of effective fertility of soil cover, including on contents in soils of mobile compounds of phosphorus, potassium and silicon. Content of mobile phosphates in soil increased by 22 % on option of 3 t/hectare and for 36–40 % on options of 6–12 t/hectare respectively. Depending on research option content of exchange potassium in soil also increased by 19–31 % concerning control. Content of mobile silicon connections soil, passing into a water extract, depending on dose of diatomite increased by 13–20 mg/kg in the 1st year, on 22–67 mg/kg in the 2nd year and on 29–81 mg/kg for the 3rd year of a research.

Содержание подвижных соединений фосфора и калия является одним из главных факторов, лимитирующих эффективное плодородие почв, поскольку их потенциальный запас определяется генезисом почвенного покрова в конкретной почвенно-климатической зоне. Кремний также относится к одним из основных элементов почвенного профиля, поскольку его соединения формируют минеральный скелет большинства почвенных типов. В последнее время в научной литературе отдельное внимание кремниевым веществам в почвах уделяется не столько с позиции изучения их формирующей минеральную матрицу функции, но также с позиции лабильных компонентов, участвующих в ионообменных процессах системы «ППК – почвенный раствор», и как к элементу минерального питания агрофитоценозов.

В настоящее время недостаточно сведений о влиянии высококремнистых материалов на показатели эффективного плодородия почвенного покрова, в том числе и на содержание в почвах подвижных соединений фосфора, калия и кремния. В связи с этим целью наших исследований явилось изучение действия высоких доз (3, 6 и 12 т/га) диатомита Инзенского месторождения (Ульяновская область) на вышеуказанные свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Мик-

рополевой эксперимент проводили в течение 3-х лет (2015–2017 гг.) на почве Борского района Нижегородской области (ООО «Элитхоз»). Диатомит вносили в пахотный горизонт (15 см) однократно в летний период 2014 г., после чего в 2015 году выращивали озимую пшеницу (*Московская 39*), в 2016 году – ячмень (*Велес*) и в 2017 году – горох посевной (*Чилиминский 95*), повторность в опыте – четырехкратная. Почву с делянок (1 м²) отбирали после уборки урожая сельскохозяйственных культур с последующим ее анализом на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета. В образцах определяли содержание подвижных соединений фосфора и обменных калия соответственно спектрофотометрическим и пламенно фотометрическим методами по Кирсанову. Содержание подвижных соединений кремния в почве определяли и оценивали по спектрофотометрическому методу Матыченкова.

Установлено, что уже в первый год исследования содержание подвижных фосфатов в почве повышалось на 22 % на варианте 3 т/га и на 36–40 % на вариантах 6–12 т/га соответственно. В зависимости от варианта исследования содержание обменного калия в почве также увеличилось на 19–31 % относительно контроля. На 2-ой и 3-ий годы исследования подобная закономерность сохранилась, а в части показателя содержания подвижных фосфатов в почве – усилилась.

Содержание подвижных кремниевых соединений в почве, переходящих в водную вытяжку, в зависимости от дозы диатомита увеличилось на 13–20 мг/кг в 1-ый год, на 22–67 мг/кг – во 2-ой год и на 29–81 мг/кг – на 3-й год исследования. Увеличение подвижных кислоторастворимых соединений кремния в почве по годам эксперимента достигало до 145 % в 1-ый год и до 212 % в 3-ий год по отношению к контролю.

В целом за три года проведения исследования в отношении содержания в почве основных макроэлементов наиболее эффективным вариантом оказалось применение диатомовой породы в дозе 6 т/га.

СОСТАВ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КОМПОНЕНТОВ
ОРГАНОГЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛОВ
И ДЕРНОВО-ПОДБУРОВ

В.А. Кочеткова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, kleo911@yandex.ru

This study gives an assessment of the composition of the water-soluble compounds of organic horizons of Albic Podzols and Entic Podzols under different wood. As a result of the work, the content of macro- and microelements in water extracts from fall, litter and soil under woods was determined. It is shown that the overwhelming number of trace elements have a tendency to combine with hydrophobic fraction of the DOM.

Листовой опад древесных пород является основным источником водорастворимого вещества в подстилках и почвах лесных ценозов. Водорастворимые органические вещества (ВОВ) являются наиболее доступной формой питания растений и микроорганизмов в почве, они могут служить показателями эффективного плодородия почвы. ВОВ влияет на поведение соединений биофильных элементов, оно является агентом миграции многих неорганических загрязняющих веществ. Представление о специфике распределения элементов по фракциям ВОВ важно для установления поведения многих элементов, так как миграция последних по профилю почвы осуществляется в основном в виде органоминеральных соединений.

Цель работы: выявить влияние опада трех древесных пород (осины *Populus tremula*, березы *Betula* sp. и сосны *Pinus sylvestris*) на состав водорастворимых компонентов органогенных горизонтов дерново-подзолов и дерново-подбуров.

Объектом моего исследования является опад трех древесных пород, а также Дерново-подзолы (парцелла Тополя и Сосны) и Дерново-подбур (парцелла Березы).

Рабочие растворы из опада и горизонтов почв были получены методом водной вытяжки, рН вытяжек определен потенциометрически. Методом каталитического окисления на приборе Shimadzu определен элементный состав опада. Содержание макро- и микроэлементов в вытяжках определялось методом ICP-MS. Содержание углерода – методом бихроматной окисляемости с фотометрическим и титриметрическим окончанием для определения содержания водорастворимых органических веществ. Фракционирование по гидрофобности производилось на колонке со смолой XAD-7H.

В результате работы было определено содержание макро- и микро-элементов в водных вытяжках из опада осины березы и сосны, подстилок и почв под ними. Наибольшее содержание микроэлементов в водных вытяжках показано для опада осины, минимальное – для почвы под парцеллой сосны. Аналогично, максимальное содержание водорастворимых соединений углерода по результатам работы характерно для опада осины, минимальное – для почвы под осиной. Для вытяжек опада осины было получено максимальное количество углерода гидрофобной фракции. Подавляющее количество микроэлементов имеют тенденцию к соединению с гидрофильной (ГФЛ) фракцией ВОВ. Тенденцию к связыванию с гидрофобной (ГФБ) фракцией замечена только для Cr. Относительное сродство к ГФБ фракции показано для следующих металлов: Ca, Fe, Sr, Mg.

В целом, количественный состав элементов в водных вытяжках подстилок и серогумусовых горизонтов всех исследованных почв был заметно ниже, чем в вытяжках из опада, по кислотно-основным свойствам показано меньшее варьирование показателей для вытяжек из почв и подстилок.

Метод главных компонент показал, что значительных различий в составе водорастворимых компонентов почв и подстилок нет, состав же водорастворимых компонентов вытяжки из опада пород отличался по видовому признаку. Значительного влияния вида опада на состав водных вытяжек подстилки и грубогумусовых горизонтов дерново-подбуров и дерново-подзолов не выявлено.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Е.А. Тимофеевой.

УДК 631.416.8(9)

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ И УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ДОН

Д.В. Махиня, Д.Г. Невидомская, Т.М. Хассан
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
denis_mahinya@mail.ru

The aim of this work was to study the level and degree of mobility of heavy metals in the soil at the Don River estuarine region and the Taganrog Bay coast. The results revealed that increased content of Zn, Pb, Cd and As in soil have anthropogenic sources. The high content of Cr in the soils is related to the lithogenic factor and, hence, has a natural source.

Устьевые области рек и прибрежные морские зоны выполняют важную функцию в поддержании устойчивости наземных и водных экосистем. На данных территориях антропогенные изменения очень высоки, поскольку здесь сконцентрирована жилая и индустриальная инфраструктура, развит туризм, сельское хозяйство.

Цель работы – исследовать особенности распределения, накопления и трансформации тяжелых металлов (ТМ) в почвенном покрове побережья Таганрогского залива Азовского моря, устьевой области реки Дон и малых рек.

Были проведены маршрутно-полевые экспедиционные исследования, заложены площадки мониторинга, отобраны почвенные образцы, выполнены физико-химические анализы почв. Оценку экологического состояния исследованных почв проводили по величине валового содержания Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb и Cd в почвах и показателям прочности удерживания металлов почвами: содержанию прочно и непрочно связанных. Данные соединения определяют экологические последствия загрязнения почв металлами и обуславливают прикладной интерес при разработке различных механизмов детоксикации металлов в почвах. Соединения ТМ, отнесенные к группе непрочно связанных, переведены в раствор параллельными экстракциями: обменные соединения (1 н. NH_4Ac pH 4.8), комплексные соединения (1 % раствор ЭДТА в NH_4Ac pH 4.8), специфически сорбированные соединения (1 н. HCl). Содержание ТМ в составе прочно связанных соединений определяли по разности между валовым содержанием металлов в почве и содержанием их непрочно связанных соединений. Сопоставление средних уровней содержания ТМ в почвах площадок мониторинга с ПДК и кларками почв показало загрязнение природных почв Zn, Pb, Cd и As, что обусловлено приуроченностью к техногенно напряженным участкам устьевых зон малых рек (р. Кагальник и Самбек), впадающих в Таганрогский залив, и северного побережья Таганрогского залива, отражая антропогенную аккумуляцию металлов. Высокий уровень содержания Cr характеризует его как элемент региональной геохимической специализации. Роль городских агломераций в техногенном загрязнении были отмечены на примере многих устьевых зон мира (устьевая зона Гудзона, Америка; устьевая зона Желтой реки в Китае; Сиднейская устьевая зона, Австралия). В исследуемых почвах система соединений Cr, Ni, Cu и частично Zn формирует такое соотношение различных групп соединений, при котором преимущественно доминируют прочно связанные формы металлов, а для Pb в исследуемых почвах наблюдается обратная закономерность, связанная с доминированием непрочно связанных соединений. Среди непрочно связанных соединений

исследуемых металлов преобладают специфически сорбированные формы. Таким образом, установлен слабый уровень полиэлементного загрязнения в исследуемых почвах относительно валового содержания Zn, Pb, Cr, что является результирующей природных и техногенных факторов. В исследуемых почвах выявлена подвижность Cu, Zn, Pb и Cd.

Работа выполнена при поддержке гранта в рамках Проектной части госзадания № 5.948.2017/ПЧ, РФФИ № 18-55-05023 Арм_а, Грант Президента, № МК-4015.2018.5.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ
(^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) В ПОЧВАХ КРАСНОГВАРДЕЙСКОГО РАЙОНА
ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Мингареева

ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева,
г. Санкт-Петербург

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск
Elena.mingareeva@yandex.ru

The content and distribution of natural radionuclides (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) in soils of the Krasnogvardeysky district of the Orenburg region are analyzed. The studied soils are represented by two chernozems and alluvial soil on buried alluvial soil. Soil samples were selected from 3 sections located 1.5 km from the village of Uteevo. The characteristic of the specific activity of natural radionuclides in soils and their correlation relationship with some properties of the soil is given.

Введение. Одной из актуальных экологических проблем является радиационное загрязнение экосистем. Независимо от источников загрязнения его последствия всегда отражаются на почвах. В настоящее время накоплен существенный материал (данные) по содержанию радионуклидов в почвах России. Однако, эти данные сильно усреднены и, в основном, касаются тех регионов, которые подверглись сильному техногенному загрязнению.

Цель работы – исследование содержания и распределения естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) в 3 почвах Красногвардейского района Оренбургской области.

Объектами исследования явились 3 почвы: агрочернозем сегрегационный (№ у810), чернозем миграционно-мицелярный (Р.4.12) и аллювиальная серогумусовая на погребенной аллювиальной темногумусовой почве (Р.5.12). Почвы сформированы на красно-бурых глинах. Почвенные разрезы, из которых отбирались образцы вышеперечисленных почв, расположены в 1.5 км на север от села Утеево и вблизи реки Сазьелга. Наиболее близким к реке является разрез Р.5.12 (2012 г.). Он расположен в 160 м от нее под выпасом. Разрез Р.4.12 (2012 г.) заложен в 140 м на запад от Р.5.12, также под выпасом. Ранее этот участок был залежным. Разрез № у810 был заложен в 1928 г. на пологом склоне под пырейной залежью, примерно в 200 м на запад от Р.4.12

Удельная активность радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) определялась методом гамма-спектрометрии в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» согласно методике «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения «SpectraLine»» (2014) в образцах, отобранных с глубин: 0–10, 10–20 и 90–100 см – для Р. № у810 и Р.4.12 и 0–10, 10–20, 30–40, 40–50, 90–100 и 150–160 см – Р.5.12.

Результаты и обсуждение. По значениям pH наиболее сильно выделяется почва из разреза № у810, в верхних 20 см которой, реакция среды слабокислая (5.9) по сравнению со слабощелочной реакцией среды в других почвах на этой же глубине. В почвообразующей породе реакция среды во всех почвах щелочная (с наибольшим значением в Р.4.12 – 9.3). Содержание органического углерода в образцах гумусовых горизонтов почв (0–10 и 10–20 см для № у810 и Р.4.12 и 0–10 см, 10–20 см, 30–40 см, 40–50 см и 90–100 см – для серогумусовой почвы на погребенной темногумусовой почве Р.5.12) варьирует в широком диапазоне – от 2.9 до 7.7 %. Оба этих значения отмечены в Р.5.12. В целом, для № у810 содержание органического углерода составляет 5.2–5.3 %, что существенно выше, чем в Р.4.12 (3.6–3.9 %).

По гранулометрическому составу почвы неоднородны. № у810 относится к легкой глине. Содержание фракции физической глины по профилю варьирует в пределах 56–68 %, фракции ила в 2–2.5 раза меньше. Также в профиле отмечается высокое содержание фракции крупной и мелкой пыли (22–38 % и 23–26 %, соответственно). Почва из разреза Р.4.12 более легкая по гранулометрическому составу: фракция <0.01 мм варьирует в пределах 44–53 %. При этом, все остальные фракции, за исключением средней пыли, имеют достаточно равномерное распределение по профилю. В почве Р.5.12, наиболее близко расположенной к реке, в содержании всех фракций наблюдается слоистость.

В целом, в аллювиальной серогумусовой почве на погребенной аллювиальной темногумусовой почве Р.5.12 с учетом морфологического строения и физико-химических свойств выделено 3 слоя: первый (0–30 см) имеет щелочную реакцию среды, содержание органического углерода 2.8–4.0 %, легкосуглинистый. Преобладающей фракцией является крупная пыль (36–42 %). Второй слой (30–40 см) отличается от вышележащего более высоким содержанием органического углерода (5 %) и более низким содержанием фракции мелкого песка (9 % по сравнению с 17–20 % в вышележащем). Третий слой (40–160 см) в наибольшей степени отличается от вышележащих слоев. Так, значения pH варьируют от 7.0 на глубине 40–50 см до 8.3–8.4 в слоях 90–100 и 150–160 см, соответственно. Содержание органического углерода максимально относительно всего профиля Р.5.12 – 7.7 % (на глубине 40–50 см), ниже его количество уменьшается в 2.7 раз. Содержание физической глины в верхнем слое погребенной почвы (40–50 см) составляет 38 %, преобладающей фракцией является крупная пыль (42 %). Ниже количество физической глины увеличивается вдвое и достигает 78 %, а преобладающей становится илистая фракция.

Удельная активность (R_A) ^{226}Ra во всех почвах варьирует в диапазоне 6.7–27.1 Бк/кг (среднее значение, $\Delta X = 14.0$ Бк/кг; стандартное отклонение, $\sigma = 7.3$ Бк/кг). Максимальное содержание радионуклида наблюдается в почве Р.4.12 в слое 0–10 см, при этом, в № у810 и Р.5.12 на этой же глубине удельная активность радионуклида вдвое меньше. На глубинах 10–20 и 90–100 (150–160 см) см разница в содержании радия-226 уменьшается и становится практически не существенной (6.7 и 5.3 Бк/кг, соответственно), а диапазон R_A варьирует от 9.2 до 14.5 Бк/кг. Стоит отметить, что в Р.5.12 (аллювиальная серогумусовая почва на погребенной аллювиальной темногумусовой почве) на глубине 90–100 см R_A радия-226 меньше чувствительности прибора. При этом на глубине 150–160 см радий-226 снова появляется. Возможно, это связано с минеральным составом материала, принесенного рекой, на котором образовалась погребенная почва. По сравнению с № у810 и Р.4.12 в образцах почвы Р.5.12 отмечается самая низкая активность ^{226}Ra как по каждой глубине в отдельности, так и по всему профилю в целом. Наиболее сильная корреляционная взаимосвязь R_A радия-226 для всех почвенных образцов наблюдается только с содержанием фракции крупной пыли.

R_A ^{232}Th во всех почвах составляет 25.9–34.8 Бк/кг (29.5 ± 6.9 Бк/кг), с наибольшими значениями в образцах чернозема миграционно-мицелярного (Р.4.12). Дифференциации в R_A ^{232}Th по профилям исследуемых почв не выявлено. Отмечено, что, как и в случае с радием-226,

в почве Р.5.12, а также Р.4.12 на глубине 90–100 см удельная активность тория-232 ниже чувствительности прибора, а в образце № у810 (1928 г.) она составляет 29.5 Бк/кг. Такие различия в содержании радионуклида могут быть связаны как с расположением разрезов относительно реки (№ у810 наиболее удален от реки), так и неоднородностью минералогического состава почвообразующей породы. Наиболее сильная корреляционная взаимосвязь активности радионуклида для всех почвенных образцов наблюдается с содержанием органического углерода.

$R_A^{40}\text{K}$ во всех почвах составляет 275–716 Бк/кг (446 ± 148 Бк/кг). Наиболее высокая удельная активность калия-40, как и у предыдущих радионуклидов, отмечается в образцах из современного разреза почвы чернозема миграционно-мицелярного (Р.4.12) на глубине 0–10 и 10–20 см. На глубине 90–100 см содержание калия в этом разрезе самое низкое. В отличие от радия и тория, на этой же глубине в Р.4.12 и Р.5.12 $R_A^{40}\text{K}$ превышала минимальный порог чувствительности прибора, но ее значения, при этом, были минимальны относительно всего профиля (275–427 Бк/кг). Возможно, это связано с особенностями минералогического состава почвообразующих пород.

Работа рекомендована проф. Б.Ф. Апариным.

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВ САТИНСКОГО УЧЕБНО-НАУЧНОГО ПОЛИГОНА

Д.В. Михайлова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
mih.daria@gmail.com

We examined the spatial distribution of the elemental compound in soils of Satino. The study is based on results of analysis of 619 samples, in which was measured the content of Si, Fe, Al, Ca, Mn, Zn, Pb. Zonal soils of the region are Albic Retisols located on the watershed and gentle slopes. Floodplains are occupied by alluvial soils. They content more Ca and less Zn, Pb than Albic Retisols.

Сатинский учебно-научный полигон расположен в Боровском районе Калужской области в 120 км к юго-западу от Москвы. Почвенный покров участка довольно разнообразен. Зональный тип почв – дерново-подзолистые, на поймах р. Протвы и ее притоков образуются аллювиальные дерновые и аллювиальные дерново-карбонатные почвы.

Также в местах выхода известняков на крутых склонах оврагов формируются дерново-карбонатные почвы [1, 2].

Цель данной работы – выявление закономерностей пространственного и внутрипрофильного распределения элементов в почвах Сатинского полигона. Использовались результаты анализа 619 образцов, полученные сотрудниками Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в июне-июле 2018 года в ходе проведения полевой учебной практики по почвоведению. В пробах почв было определено валовое содержание Si, Fe, Al, Ca, Mn, Zn, Pb. Измерения проводились портативным горно-геологическим анализатором DP-2000. Полученные данные обрабатывались в программах Statistica и MS Excel.

Основная часть исследованной территории – водоразделы и пологие приводораздельные склоны – занята дерново-подзолистыми почвами. В связи с давним хозяйственным освоением данной местности значительная часть ландшафтов преобразована человеком, а почвы распаханы или распахивались в прошлом [2]. На основании полученных данных выявлены различия во внутрипрофильном распределении элементного состава природных дерново-подзолистых почв и их антропогенных модификаций. Для освоенных человеком почв характерны отсутствие или сильное сглаживание элювиально-иллювиального профиля, присутствующего в естественных дерново-подзолистых почвах полигона, а также более высокое содержание кальция с максимумом в верхних 30–40 см.

Контрастно отличается от почв пологих склонов и междуречий элементный состав аллювиальных почв пойменного комплекса р. Протвы. В них по сравнению с дерново-подзолистыми почвами полигона повышено содержание кальция. По-видимому, это связано с распространением в бассейне р. Протвы карбонатных пород: известняков и доломитов, которые могут размываться рекой, что приводит к отложению аллювия, содержащего карбонаты, а также с высоким содержанием растворенного кальция в речной воде [1]. Помимо этого, для аллювиальных почв характерно в среднем более низкое содержание свинца и цинка. Профиль аллювиальных почв сильно дифференцирован по элементному составу, особенно по валовому содержанию кальция, что, вероятно, связано с характером отложения речного аллювия и чередованием периодов накопления карбонатного и бескарбонатного аллювия.

Литература

1. Общегеографическая практика в Подмоскowie/ Науч. ред. Г.И. Рычагов. М.: Географический факультет МГУ, 2007. – 360 с.

2. Материалы географических исследований Сатинского учебного полигона и смежных территорий в бассейне Средней Протвы. Вып. 3: Результаты почвенных, геоботанических и зоогеографических исследований 1974–1976 гг. Москва, 1977. – 165 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. П.П. Кречетовым.

УДК 631.453

БИОДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПИРОУГЛЯ ЛИПЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА В ПОЧВЕ

Р.В. Окунев, И.А. Гусева

Казанский федеральный университет, tutinkaz@yandex.ru

In a laboratory experiment the decomposition in soil of polycyclic aromatic hydrocarbons extracted from low-temperature pyrolysis linden biochar was evaluated. The PAHs Isolated from biochar introduced into the soil. Then the samples were incubated for 12 months. The experiment showed that the biochar PAHs during a year partially subjected to biodegradation, however, this is not enough time to their complete decomposition.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются стойкими органическими загрязнителями окружающей среды, которые обладают токсическими мутагенными и канцерогенными свойствами и представляют значительный риск для здоровья человека. В последнее время, как один из источников ПАУ в агроэкосистемах рассматривают пироугли – перспективные почвенные мелиоранты получаемые путем пиролиза растительного материала [1]. На практике их получают при разных температурах: от 250 до 700 °С. Если пироугли высокотемпературного пиролиза обычно содержат небольшое количество ПАУ, то низкотемпературного (менее 400 °С) потенциально опасны в плане загрязнения окружающей среды продуктами неполного сгорания [2]. В почвах ПАУ могут подвергаться химическим превращениям, фотохимической деструкции в поверхностном слое, удаляться в результате вымывания, а также подвергаться биодеструкции. В данной работе изучалась деструкция комплекса ПАУ выделенных из пироугля липы низкотемпературного пиролиза (250 °С) в серой лесной почве. Извлечение ПАУ проводили смесью ацетон/циклогексан (1:1) на аппарате Soxhlet [1]. Определение ПАУ проводили на ВЭЖХ Flexar (Perkin Elmer, США). В пироугле был обнаружен ряд полиядерных ароматиче-

ских углеводородов (нафталин, ацетонафтилен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз(b)флуорантен, бенз(a)пирен, бензо(k)флуорантен) содержание которых варьировало от 4.8 до 77.1 мкг/кг.

Выделенные из пироугля ПАУ вносили в почву с таким расчетом, чтобы концентрация бенз(a)пирена составляла 2 ПДК. Далее образцы насыщали водой до 60–65 % от полной влагоемкости и выдерживали при комнатной температуре. Остаточные концентрации ПАУ изучались через 1, 3, 6, 12 месяцев. Содержания нафталина, ацетонафтилена, флуорантена, хризена оказались ниже предела обнаружения уже после трех месяцев инкубации. Однако, для антрацена, бенз(b)флуорантена, а также одного из наиболее канцерогенных соединений – бенз(a)пирена даже после 12 месяцев инкубации наблюдалось лишь 2–3-х кратное снижение концентрации. Таким образом, ПАУ низкотемпературного пироугля липы, внесенные в почву в течение года, частично подвергаются биодegradации, однако, этого времени недостаточно для полного их разложения, что может привести к накоплению опасных поллютантов в почвах.

Литература

1. Fabbri D. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar and biochar amended soil / D. Fabbri, A.G. Rombolà, C. Torri, K.A. Spokas // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2013. – V.103. – P.60–67.
2. Lyu H. Effect of pyrolysis temperature on potential toxicity of biochar if applied to the environment H. Lyu, Y. He, J. Tang, M. Hecker, Q. Liu, P.D. Jones, G. Codling, J.P. Giesy // Environmental Pollution. – 2016. – V.218. – P. 1–7.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-04-00869.

УДК 547.60

АДСОРБЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА АКТИВИРОВАННЫМ ДРЕВЕСНЫМ УГЛЕМ

Я.А. Попилешко, Т.М. Минкина, С.Н. Сушкова, Е.М. Антоненко
Южный Федеральный университет, jana.bysin@yandex.ru

Benz (a) pyrene (BaP) is included in the group of compounds that are related to benzene – polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The adsorption of benzo (a) pyrene with crushed activated carbon of VEKTON brand, BAU-A GOST 6217-74 from solution was studied. The regularities of the absorption of pollutant activated carbon are revealed. The analysis of

the chromatographic data revealed the presence of individual PAH compounds in the following decreasing order: pyrene> phenanthrene> fluoranthin> fluorene> benzapyrene> bifenyl> naphthalene> anthracene> benzo (a) anthracene> benzo [b] fluoranthene> benzo [k] fluoranthene> benzo (g, h, i) perylene> dibenz (a, h) anthracene. The adsorption of BaP with activated carbon from an aqueous solution depends on the amount of pollutant introduced into the initial solution. It is established that the higher the concentration of BaP, the higher the absorption of the pollutant by activated carbon.

Бенз(а)пирен (БаП) входит в группу соединений, которые родственны с бензолом – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Чаще всего БаП образуется при неполном сгорании органических веществ, угля, нефти. БаП, как и остальные 15 соединений группы приоритетных ПАУ входит в список приоритетно загрязняющих веществ США-ЕРА (S. Cai., et al., 2009). Сорбционная биоремедиация обеспечивает простой подход для эффективного удаления БаП из всех объектов окружающей среды, в частности, из почвы. Цель работы – изучить адсорбцию БаП активированным древесным углем (ВЕКТОН, БАУ-А) из раствора.

Объекты и методы исследований. Исследуемый адсорбент – древесный активированный уголь дробленный марки ВЕКТОН, БАУ-А ГОСТ 6217-74. В колбу вносили 20 мл дистиллированной воды, затем рассчитанное количество раствора БаП. Приготовление раствора проводили из ГСО 7515-98 БаП с концентрацией 100 мкг/см³, разбавляли ацетонитрилом до концентрации 10 нг/мл. Далее вносили 0.5 грамм активированного угля и перемешивали на шейкере 1 час. Переводили раствор в гексановый раствор, упаривали на ротационном испарителе, а затем сухой осадок переводили в ацетонитрил – метод омыления (Ярошук А.В. и др., 2001) (РД 52.10.556-95, 2002). Определение количества БаП производили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, на жидкостном хроматографе (Agilent 1260 Germany 2014) с флуориметрическим детектированием. Внесение БаП в пробы выполнялось по следующей схеме: 2 нг/г, 4 нг/г, 8 нг/г, 10 нг/г, 14 нг/г, 15 нг/г.

Адсорбция БаП активированным углем заметно возрастает с увеличением внесенного объема поллютанта. Так, при внесенных дозах БаП: 2 нг/г поглотилось 34 % от исходной концентрации БаП; 4 нг/г – 60 %; 8 нг/г – 76 %; 10 нг/г – 75 %; 14 нг/г – 81 %; 15 нг/г – 81 %.

В результате анализа хроматографических данных установлено наличие индивидуальных соединений ПАУ в следующей убывающей последовательности: пирен > фенантрен > флуорантен > флуорен > бен-

запирен > бифинил > нафталин > антрацен > бенз(а)антрацен > бенз[б]флуорантен > бенз[к]флуорантен > бенз(г,х,и)перилен > ди-бенз(а,х)антрацен. Полученные данные свидетельствуют о трансформации БаП (5 колец) в легкие ПАУ (2 кольца, 3 кольца, 4 кольца) в процессе сорбции БаП активированным углем.

Таким образом, адсорбция БаП активированным углем из водного раствора зависит от: Количества внесенного поллютанта в исходный раствор. Установлено, что чем выше концентрация БаП, тем выше поглощение загрязнителя активированным углем. При деградации БаП в водном растворе, полученные индивидуальные ПАУ сорбируются активированным углем по степени их ядерности: чем меньше колец в структуре ПАУ, тем легче они сорбируются активированным углем, и, наоборот, чем больше колец в структуре ПАУ, тем менее они сорбируются активированным углем.

Работа выполнена при поддержке гос. задания Министерство образования и науки РФ, № 5.948.2017/ПЧ, РФФИ мол_а_дк, № 16-35-60051 и ведущей научной школы № НШ-3464.2018.11.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.416

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТЕЛЛОВ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИЙ ПОЛЯРНОЙ СТАНЦИИ РУССКАЯ ГАВАНЬ И МЫСА ЖЕЛАНИЯ АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ

С.С. Попов

Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, Архангельск sergey.sergeevich20@gmail.com

The article assesses the ecological condition of the soil cover of the polar station Russian Harbor and Cape «Zhelanie» of the archipelago Novaya Zemlya. Pb, Zn, Mn, V and As are accumulated in the studied soils. The study areas have an acceptable degree of contamination of heavy metals.

В последнее время повышенный интерес к себе проявляют Арктические территории, которые в плане добычи полезных ископаемых являются перспективными. Однако освоение Арктических территорий сопряжено с высокими экологическими рисками. Активная промышленная деятельность и сдвиг к северу добычи полезных ископаемых могут оказать негативное воздействие, прежде всего на функционирование наземных экосистем Арктики. Одними из наиболее опасных тех-

ногенных поллютантов являются тяжелые металлы (ТМ). Поэтому крайне важно оценить текущее состояние арктических экосистем и установить существующие уровни ТМ в почвенной среде, что позволит в будущем проводить сравнительный анализ и определять основные тренды их развития в меняющихся условиях.

Цель исследования – проанализировать особенности накопления ТМ в почвах территорий полярной станции Русская гавань и мыса Желания архипелага Новая Земля. Для реализации данной цели был проведен отбор почвенных проб, определены типы почв, валовое содержание ТМ в почвах; проанализированы полученные экспериментальные данные; оценена степень загрязнения ТМ исследуемых территорий.

Отбор почвенных образцов осуществлялся согласно ГОСТ 17-4-4-02-84 в местах высадок по маршруту следования НИС «Профессор Молчанов» во время экспедиций «Арктический Плавучий университет», проходивших в 2012, 2013 и 2015 годах. Всего проанализировано 14 почвенных образцов типичных арктических почв с 10 пробных площадей.

Анализ экспериментальных данных показал, что максимальные валовые содержания ТМ в почвах выше ПДК: Pb (МЖ) в 1.16 раз; Zn (МЖ) в 1.50 и 2.26 раза; Zn (ПГ) в 1.09 раза; Mn (МЖ) в 1.19 раза; V (ПГ) в 1.04 раза; As (МЖ) в 5.00 раз; As (ПГ) в 3.00 раза. Валовое содержание Cu, Ni, Co, Fe, Cr, Ti, Sr не превышает ПДК. Из-за отсутствия ПДК средние концентрации Fe и Ti сопоставили со значениями их кларков в почве.

Минимальные и максимальные содержания ТМ в исследованных почвах представлены в таблице.

Согласно суммарному показателю загрязнения (Z_c) по средним концентрациям ТМ в почве по ориентировочной оценочной шкале опасности загрязнения почв ТМ была определена степень загрязнения почв территорий полярной станции Русская гавань и мыса Желания архипелага Новая Земля. Установлено, что все исследуемые территории имеют допустимую степень загрязненности (Z_c ниже 15.0).

Таким образом, накопление ТМ в почвах территорий полярной станции Русская гавань и мыса Желания архипелага Новая Земля происходит неоднозначно. В исследуемых почвах накапливаются Pb, Zn, Mn, V и As, что, вероятно, связано с геологическими особенностями исследуемых территорий. Согласно суммарному показателю загрязнения (Z_c) все исследуемые территории имеют допустимую степень загрязненности ТМ (Z_c ниже 15.0). В дальнейшем необходимо сопоставить полученные результаты с содержанием тяжелых металлов в материнских горных породах.

Таблица. Минимальные и максимальные концентрации ТМ
в почвах архипелага Новая Земля, мг/кг.

ТМ	мыс Желания		Русская гавань		ПДК	Кларк в почве*
	min	max	min	max		
Pb	0	37	0	25	32	10
Zn	3	197	45	95	87	50
Cu	6	44	31	46	53	20
Ni	9	44	30	48	85	40
Co	3	13	5	48	50	8
Fe	12.6	34335	17.85	25.9	н/д	46500
Mn	171	1790.21	481.83	752.18	1500	850
Cr	0	132	84	113	н/д	200
V	57	128	109	156	150	100
Ti	2.52	4627	4.2	5.04	н/д	6000
As	0	10	0	6	2	6.5
Sr	0	67	60	158	н/д	400

*по данным А.П. Виноградова; н/д – нет данных.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., проф. Л.Ф. Поповой.

УДК 631.48

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ ГОРОДА ЭЛЕКТРОСТАЛЬ

М.И. Пятова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Москва, Россия

pyatova_maria@mail.ru

When we study the soils of cities with a powerful technogenic load, we are confronted with their multi-element pollution. Elektrostal city is the center of metallurgy and heavy engineering in the Moscow region. The ICP-MS method has determined 20 elements, exceeding background values. The priority pollutants are Ni and Cu. The content of Ni, Cu, Zn, As and Cd in soils exceeded the acceptable level by 1.2–2.0 times.

Городские почвы значительно отличаются от почв внегородских территорий по физическим, химическим и физико-химическим свойствам. С карбонатной пылью поступает большое количество Ca, Mg, Sr, с антигололедными реагентами – Na, K, Cl. Автотранспорт и городские ТЭЦ являются источниками не только органических поллютантов, серы

и азота, но и тяжелых металлов (ТМ) и металлоидов (ТМД). Вклад последней группы в загрязнении городских почв становится весомым в городах с предприятиями металлургии, химической промышленности. Одним из таких городов является город Электросталь – центр металлургии и тяжёлого машиностроения Подмоскovie, расположенный в 52 км к востоку от Москвы.

Материалы и методы исследования: Для исследования почв на территории города Электросталь были выбраны 10 точек опробования. Две «фоновые» точки располагаются на старопашотных угодьях на окраинах города. По одной точке располагаются в жилом квартале, в парковой зоне, вблизи Фрязевского шоссе и железнодорожных путей. Остальные четыре расположены вблизи основных промышленных предприятий. К каждой точке было отобрано по 4 индивидуальных и 1 смешанному образцу на глубинах 0–5 см и 5–20 см. В смешанных почвенных образцах и в материнской породе фона 1 и фона 2 была определена актуальная кислотность методом потенциометрии. Извлечение кислоторастворимых форм элементов смешанных образцов проводили в 5 н HNO_3 при кипячении. Методом ICP-MS было определено 20 элементов периодической таблицы (Na, Ca, K, Mg, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Cd, Sb, Ba, Pb, Hg).

Результаты и обсуждение: Основным показателем загрязнения почв служит превышение содержания контролируемых веществ относительно фоновых значений. Наши две выбранные фоновые точки имеют явные отличия: фоновая почва № 1 имеет нейтральные значения pH (7.12 на глубине 0–5 см и 7.63 на глубине 5–20 см). Фоновая почва № 2 имеет на всей глубине кислые значения (pH 5.30). Во всех образцах почв, отобранных в черте города значения pH больше 7.0. Особенно высокие значения pH (8.5–9.0) в почве, отобранной у железной дороги. В фоновой точке № 1, с нейтральными значениями pH, выше щелочных и щелочноземельных элементов: Mg, Ca, K (в 5–8 раз), но меньше Fe, Al, Mn, Cu, Co, Ni, Cr, Zn, Ba, Co. Более близкие значения pH, меньшие концентрации микроэлементов дают нам основания выбрать Фон № 1 в качестве городского фона. В почвах г. Электросталь обнаружено полиэлементное загрязнение. Самые высокие уровни загрязнения почв регистрируются на территориях, прилегающих к АО «Металлургический завод Электросталь» (Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, V, Cr, Mn, Co, As, Sr, Mo, Ba), ОАО «ЭХМЗ» (Cu, Zn, Cd, Ni, As, Mo, Co, Sr, V, Co) и ОАО «Элемаш» (Cu, Ni, Zn, Pb, V, Sr, Cd, As, Cr, Mo, Ba). Приоритетными загрязняющими элементами являются Ni, Cu. Содержание в верхнем слое почвы превышает содержание в фоновой почве по этим элементам в 23 и 20 раз соответ-

ственно. Самые высокие превышения по Pb (в 11 раз) и Sb (в 18 раз) регистрируются для верхнего слоя почвы, расположенных вблизи территории химического завода (ОАО «ЭХМЗ»). Участок вдоль железнодорожных путей отличается не только самыми высокими значениями, но и самым высоким содержанием Sr относительно фона. Участок парковой зоны является наименее загрязненным в городе; в превышение фоновых значений в почвах парка обнаружено только для мышьяка (5–6 раз). Во всех исследуемых пробах содержание Hg было ниже предела обнаружения. Превышение нормативов (ОДК) зарегистрировано для Ni, Cu, Zn, As и Cd в 1.2–2 раза. По суммарному показателю загрязнения ($Z\phi$) почвы, лежащие в непосредственной близости к промышленным и металлургическим предприятиям г. Электросталь, имеют опасный уровень загрязнения.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.В. Мотузовой.

УДК 550.47+504.53

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ п. СОЛОВЕЦКИЙ

А.Н. Трофимова, К.В. Титова

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, AnanasAny@yandex.ru

The influence of static contamination sources as the factors of the anthropogenic impact on the soil covering has been presented in the issue. Overphosphating of soils on Solovetsky settlement and contamination with heavy metals and oil products have been confirmed.

В настоящее время Соловецкий архипелаг, а также пятикилометровая акватория Белого моря, включены в состав особо охраняемой территории – Федерального государственного учреждения «Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник». Окружающая среда Соловецкого архипелага подвергается значительному антропогенному воздействию, но при этом остается недостаточным мониторинг и изучение природно-биологической среды Соловков. Все возрастающая антропогенная нагрузка на почвенный покров п. Соловецкий предполагает рассмотрение его в качестве объекта мониторинга. Проведение частичного мониторинга окружающей среды на территории архипелага стало возможно при проведении экспедиционных выездов в рамках Летней школы САФУ на Соловках.

Для выявления зон с наибольшей антропогенной нагрузкой в первую очередь установили перечень потенциальных источников загрязнения. На территории п. Соловецкий к ним относятся: дизельная электростанция, автозаправочная станция, гидротехническое сооружение – морской водоналивной док (Сухой док). В качестве контроля отобраны почвы в районе озерно-канальной системы в нескольких км от поселка, где нет явно выраженного антропогенного воздействия на них.

Среднее значение рН водной вытяжки для всех исследованных почв составляло 5.67, изменяясь в целом незначительно от поверхности вниз по профилю от 5.66 до 5.90. Можно сказать, что для почв исследованных участков характерна слабокислая среда.

Оптимальное количество аммония в почве колеблется от 10 до 20 мг/кг. В почвах Сухого дока в среднем содержание ионов аммония составляет 8 (3–12) мг/кг, вокруг дизельной станции – около 7.5 (3–19) мг/кг; в контроле эти значения не превышали погрешности определения. Почвы вокруг АЗС содержали ионов аммония в среднем 44 (2–178) мг/кг при значительном содержании фосфатов (до 800 мг/кг) и минимальном – нитратов. При отсутствии вблизи этого места сельскохозяйственных полей, можно предположить, что основным источником поступления аммония и фосфатов служат процессы минерализации органического вещества. Для этого участка, среди всех исследованных нами, отмечено максимальное количество органического вещества (в расчете на углерод – до 48 %).

В почвах, отобранных по периметру автозаправочной станции, отмечено значительное превышение ПДК_{рв} в 1.3–7.0 раз, что характеризует эти почвы как средне- и высоко загрязненные. В качестве источника загрязнения этим металлом можно предположить применение этилированного бензина, запрещенного к производству в России в 2002 году. Превышение почти в 2 раза содержания свинца в почвах в окрестностях дизельной станции, возможно связано с влиянием недалеко расположенной грунтовой дороги, используемой довольно активно. Источник загрязнения цинком некоторых почв на этих участках явно не выражен, но существует, так как наблюдается превышение ПДК_{zn} в 1.2–1.8 раз.

Наиболее антропогенно нагруженным являлся Сухой док. Для этих почв характерно полиметаллическое загрязнение различного уровня. По свинцу в отдельных точках установлен очень высокий уровень загрязнения (до 300 ПДК), по цинку – средний уровень загрязнения (до 11 ПДК), на одном из участков выявлен низкий уровень загрязнения медью и никелем.

Помимо полиметаллического загрязнения в сухом доке установлено и загрязнение нефтепродуктами (НП). Это обусловлено нахождением на приколе маломерных судов, для двигателей которых используются ГСМ.

Первичное обследование на данной территории показало существенное влияние антропогенной нагрузки от стационарных источников на экологическое состояние почв, для более полного мониторинга и разработки рекомендаций по улучшению качества этих почв необходимо так же оценить влияние рекреационной нагрузки, как одного из антропогенных факторов.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., проф. Л.Ф. Поповой.

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ
ТРОСТНИКА ЮЖНОГО (*PHRAGMITES AUSTRALIS* CAV.)
В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.А. Чаплыгин, Г.О. Коркин

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного
федерального университета, г. Ростов-на-Дону
otshelnic87.ru@mail.ru

The study was conducted in the technogenic impact zone of industrial sewage settlers and sludge collectors of the Kamensk-Shakhtinsky town, Rostov Region. The effect of chemical pollution with high doses of pollutants on the heavy metals content in *Phragmites australis* Cav. plants was shown.

Растения, обитающие в условиях длительного воздействия химического загрязнения, не имея возможности «уйти» от влияния стрессора, вынуждены приспосабливаться. Благодаря физиологическим и анатомическим особенностям аккумулирующая способность растений обусловлена механизмом детоксикации тяжелых металлов (ТМ), определяемой преимущественным их связыванием клеточными стенками корней.

Объектом исследования было озеро Атаманское, расположенное в левобережной пойме р. Северский Донец и с начала 50-х годов используемое в качестве резервуара для сброса промышленных стоков завода «Химволокно». В настоящее время оз. Атаманское уже не используется как отстойник сточных вод и шламонакопитель, но является вторичным источником загрязнения окружающей среды ТМ. Основным растением, произрастающим на площадках мониторинга является тростник южный (*Phragmites australis* Cav.). Было заложено 5 площадок

мониторинга, прилегающих к озеру. Площадка № 1 является контрольной, так как наиболее удалена от источника загрязнения.

По величине абсолютного содержания в растениях ТМ располагаются в следующем порядке: $Zn > Pb > Cr \geq Cu > Ni > Cd$. Во всех растениях площадок, прилегающих к озеру Атаманскому, установлены превышения максимально допустимого уровня (МДУ) для Zn в 1.6–9.9 и Cr в 2.4–10.4 раза (табл.). Для площадки № 5 превышение также установлено для Cd (в 4.7 раза) и Pb (в 2.2 раза).

Таблица. Содержание ТМ в различных частях растений на площадках мониторинга в районе оз. Атаманского, мг/кг.

№ площадки мониторинга	Часть тростника	Zn	Cu	Pb	Cr	Ni	Cd
1	стебли	23.3± 4.6	2.7± 0.4	1.7± 0.2	1.2± 0.2	0.6± 0.03	0.05± 0.01
	корни	55.4± 8.4	4.3± 0.7	2.2± 0.3	2.0± 0.2	1.2± 0.1	0.08± 0.0
2	стебли	81.9± 11.6	1.6± 0.2	1.2± 0.2	5.2± 0.8	0.5± 0.02	0.08± 0.01
	корни	190.2± 27	3.7± 0.5	2.0± 0.2	2.7± 0.5	2.0± 0.1	0.14± 0.01
3	стебли	85.0± 10.7	1.3± 0.2	2.3± 0.3	2.4± 0.5	0.6± 0.03	0.14± 0.01
	корни	95.7± 13.6	3.4± 0.5	6.1± 0.8	1.9± 0.3	1.1± 0.1	0.15± 0.02
4	стебли	265.3± 46.3	4.1± 0.6	4.7± 0.6	2.9± 0.3	3.6± 0.4	0.03± 0.01
	корни	272.0± 39	4.0± 0.6	4.0± 0.6	1.1± 0.1	3.1± 0.3	0.21± 0.03
5	стебли	493.9± 67.1	2.0± 0.2	11.2± 2	4.0± 0.5	1.4± 0.1	1.40± 0.1
	корни	893.1± 103.6	1.0± 0.1	4.5± 0.7	2.5± 0.3	2.5± 0.3	0.30± 0.01
МДУ		50.0	30	5	0.5	3	0.3

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, превышающие МДУ.

Различия в содержании Zn в растениях в условиях минимальной и максимальной техногенной нагрузки, составляют до 38 раз для подземной и до 21 раза для надземной части растений. Количество остальных ТМ в тростнике соответствует нижней пороговой концентрации этих элементов в растительном корме (табл.).

Работа поддержана грантом в рамках Проектной части госзадания № 5.948.2017/ПЧ.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ГОРНЫХ ПОЧВ

Е.А. Шестакова

Пермский государственный аграрно-технологический университет,
LizkaShest@gmail.com

Studies were conducted in 2018 on the territory of the Reserve «Bassegi» (Middle Urals). The gross content of macronutrients, molecular ratios of oxides, weathering coefficients in burozem and podzole, which are located at different heights, were determined. Various changes in geochemical coefficients with depth profiles have been established.

С помощью различных геохимических параметров можно определять интенсивность процессов осадконакопления и почвообразования (выветривания, выщелачивания, засоления, биопродуктивности растений и др.).

Цель исследования – определить интенсивность процессов выветривания и почвообразования в горных почвах с помощью геохимических коэффициентов. Исследования проводили на территории заповедника «Басеги» (Средний Урал). Заповедник «Басеги» расположен на западном склоне Уральской горной страны и представляет собой эталон западноуральской горной тайги. Почвенные разрезы заложены в субальпийском поясе на высоте 600–750 м. Отбор почвенных образцов проводился по генетическим горизонтам. Диагностика почв проведена по классификации почв России. Валовое содержание оксидов определено в лаборатории Пермского ГАТУ, оценка геохимического состояния проведена по показателям: молекулярные отношения оксидов, коэффициенты дифференциации профиля, коэффициенты накопления и рассеивания, коэффициенты внутрипочвенного выветривания.

Разрез 7. Южный склон горы Северный Басег, 746 м, уклон $\approx 10-15^\circ$. Растительная группировка: елово-березовый папоротниковый лес. Профиль: АО (0–10); E_1 (10–17); E_2 (17–26); BF (26–40). Почва: *подзол иллювиально-железистый*. Разрез 18. Южный склон, высота 616 м, уклон $\approx 5^\circ$. Растительная группировка разнотравно-травяно-злаковая. Профиль: AY_1 (5–15); AY_2 (15–25); AY_3 (28–38); BM_1 (38–56); BM_2 (56–72); BMC (72–91); C (91–101). Почва: *бурозем типичный глинисто-иллювицированный*.

Валовое содержание SiO_2 в профиле подзола убывает сверху вниз с 87 до 70 %, а в буроземе колеблется в интервале 61–66 % с максимальным содержанием в первом гумусовом горизонте (70 %). Содержание Al_2O_3 в изучаемых типах почв находится на разном уровне. Так, в подзоле, его содержание повышается от 3 % в верхнем горизонте E_1 до 19 % в BF. В буроземе данный оксид изменяется в пределах 15–18 % с некоторым понижением к элювию пород. Максимальное содержание глинозема отмечается в горизонтах BM на глубине 38–72 см, что указывает на процесс метаморфизации минералов *in situ*, то есть буроземообразование. Суммарное содержание Si и Al в подзоле варьирует от 36.5 % до 43.3 %, а в буроземе составляет 35.8–40.9 %. Профиль бурозема обогащен Fe_2O_3 (7.1–9.4 %) с максимумом на глубине 28–56 см. В подзоле горизонты E обеднены Fe_2O_3 (1.7–7.1 %) в сравнении с горизонтом BF (12.9 %). Самое низкое содержание отмечается в E_2 . Профиль подзола наиболее всего дифференцирован по Fe_2O_3 ($K\partial\phi = 0.24$), во вторую очередь по SiO_2 (0.78), а накапливаются CaO (3.62), MgO (1.92), Al_2O_3 (1.74). В буроземе выщелачиваются CaO (0.29), MgO (0.43), а литофильные элементы, напротив, распределены равномерно.

Молекулярное отношение оксидов SiO_2/R_2O_3 диагностирует накопление кремния в верхних горизонтах подзола. Отношения SiO_2/Al_2O_3 и SiO_2/R_2O_3 закономерно снижаются сверху вниз по профилю подзола. Данная закономерность не характерна для бурозема. Отношение суммарного содержания кремнезема и глинозема к железу $(SiO_2+Al_2O_3)/Fe_2O_3$ изменяется в зависимости от условий формирования почв. Так, в подзоле в горизонте E_2 содержание железа наименьшее. Таким образом, отношение достигает наибольшего значения (29.8), а в остальных горизонтах составляет 4–8. Изменение молекулярного отношения в пределах профиля подзола в сторону уменьшения диагностирует процессы ожелезнения. В буроземе отношение $(SiO_2+Al_2O_3)/Fe_2O_3$ варьирует в интервале 5.7–8.1.

Минимальная интенсивность выветривания $K_{вв}$ фиксируется в буроземе (0.19–0.33), а максимальная в подзоле в E (0.70–0.74). Возрас-

тание коэффициента свидетельствует об усилении континентальности, возрастании значений экстремальных температур. Это объясняет более высокую интенсивность выветривания в подзоле, чем в буроземе.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

УДК 631.4

ОТРАБОТАВШИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА КАК ПРИЧИНА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И РАСТЕНИЙ

Ю.О. Шилова

Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург, shilova@pitergran.ru

The article presents the results of a model experiment of the influence of chemical current sources (CCS) on the gross content of heavy metals (Li, Zn, Pb, Cd) in soil and plants. In the process of CCS transformation, there is an alkalization of the environment in touch. The introduction of CCS into the soil led to a significant increase in the Li level in the soil. The most intense Li accumulation is detected in the roots of barley plants.

Значительная часть отработавших химических источников тока (ХИТ) поступает на полигоны размещения отходов, а в населенных пунктах, вследствие недостаточной экологической грамотности населения, в почву. В единичных случаях, возможно, их поступление в агро-экосистемы. ХИТ относятся к опасным отходам, неконтролируемое поступление их в окружающую среду представляет потенциальную опасность.

Цель исследования – определить влияния химических источников тока (ХИТ) на валовое содержание ТМ (Cd, Li, Zn, Pb) в почве и растениях.

Модельный эксперимент был заложен 30 января 2017 года. Продолжительность эксперимента – 7 месяцев. Сосуды наполнили дерново-подзолистой легко суглинистой почвой различной степени окультуренности (средне, хорошо и высоко окультуренная), массой по 0.67 кг/сосуд. В опытные варианты были помещены ХИТ (батарейки класса АА, марки Duracelle) – 1 ХИТ/сосуд. Почву компостировали 4 месяца (31.05.2017 г.). Полив проводили дистиллированной водой. Вскрытие корпуса ХИТ произошло на 7–10 неделе проведения опыта. Посев растений ячменя сорта Ленинградский проводили дважды (08.06.2017 г. и 17.07.2018 г.) по 16 семян на сосуд. Из каждого сосуда, в

день уборки опыта, были отобраны почвенные пробы. Валовое содержание ТМ (Cd, Li, Zn, Pb) в растительных пробах определяли согласно (МУК 4.1.985-00): методика автоклавной пробоподготовки с последующим определением методами атомно-абсорбционной спектрофотометрии (кадмий, свинец, цинк), атомно-эмиссионной спектрофотометрии (литий). Прибор: ААС Спектрометр Varian AA240FS. Из-за незначительного количества растительного материала вегетативную массу растений каждого варианта суммировали по повторностям.

В почвенных пробах валовое содержание Li, Zn, Pb устанавливали согласно (М-МВИ-80-2008), Cd (ФР.1.31.2002.00524), pH ионселективным методом.

Результаты исследования:

1. В процессе трансформации ХИТ наблюдается подщелачивание контактирующей с ним среды: pH_{H_2O} на хорошо- и высокоокультуренной почве через 150 суток после закладки опыта достиг 7.8.

2. Внесение ХИТ в почву привело к существенному увеличению содержания лития в почве: превышение, по отношению к контрольным вариантам, составило 3–5.8 раза.

3. Выявлено, что литий наиболее интенсивно накапливался в корнях растений ячменя. Отношение концентрации элемента в корнях (Ск) к концентрации в надземной части (Сн) в контрольных вариантах опыта варьировалось в пределах 11, 18 14 на средне-, хорошо- и высококультуренной почве, соответственно. Содержание лития в растениях зависело от продолжительности контакта ХИТ с почвой.

4. Доступность цинка для растений на загрязненной ХИТ почве зависела от степени окультуренности почвы. На средне окультуренной почве наблюдали существенное увеличение содержания цинка в корнях растений ячменя.

Работа рекомендована д.б.н., проф. каф. природопользования и устойчивого развития полярных областей РГТМУ С.Е. Витковской.

Секция II

*Генезис, эволюция и
классификация почв*

SOIL FORMING PROCESS REFLECTED IN THE COMPOSITION OF HEAVY MINERALS IN SOME SANDY SOILS FROM THE YOUNG GLACIAL AREA

J. Michalak, M. Jankowski

Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland

asia.m@doktorant.umk.pl

Heavy mineral composition is usually used to assess sediments provenance, but in soils, these minerals are important for other reasons. They contain a lot of elements that are scarce in the environment, but crucial for plant growth. Analyzing their content can give quantitative information of these elements' potential supply in particular soil. Heavy minerals are diversified and have different resistance for weathering in various conditions (pH, humidity) therefore they act differently in various types of soils, even in different horizons within one soil.

The conducted analysis included four soils formed on sandy deposits: two Brunic Arenosols and two Gleysols (Arenic, Nechic). One profile of every type is placed on outwash plain (Brodnica Lakeland) and the other profile of each type is located on ice-marginal stream terraces (Toruń Basin, Vistula valley). Heavy minerals for analysis were separated from 0.25–0.5 mm and 0.065–0.1 mm fractions with sodium polytungstate solution with a density of 2.80 g/cm³.

In examined soils changes in heavy mineral composition are expressed most visibly in A horizons, where the influence of organic matter is the strongest. There one can notice a general loss of heavy minerals which affects micas in particular. Moreover, in lower horizons diversification of heavy minerals distribution also is seen. For example content of garnets in Brunic Arenosols increases in lower parts of profiles, whereas in Gleysols this is not observed. Differences in a mineral composition may be explained by various environmental conditions of weathering, connected mostly with reaction and moisture. These conditions are also factors shaping organic matter transformations and finally effecting in different soil-forming processes – brunification and gleyization.

Heavy mineral analysis of soils shows differences between various types of soils and also between horizons within one soil. The results confirm regularities described in the literature. To obtain qualitative information about present elements more detailed study (using XRD and XRF) is planned.

VERTICAL DISTRIBUTION OF QUARTZ/FELDSPAR RATIO IN SANDY SOILS FROM THE YOUNG GLACIAL AREA

J. Michalak, M. Jankowski

Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland

asia.m@doktorant.umk.pl

Feldspars are, next to quartz, the most popular minerals in the Earth's crust. However, unlike quartz during their weathering, they release elements that are crucial for plants growing: potassium, sodium, and calcium. Knowing the volume of feldspars in the soil allows making assumptions about these elements potential supply. Since in various types of soils and even between horizons within one type of soil conditions are different, the rate of feldspars weathering also vary. The aim of this study is to find regularities of feldspar weathering rates between various sandy soils as well as between horizons within each soil type.

The research was conducted on six soils formed in sandy glaciofluvial and aeolian deposits connected with last glaciation (Wisła/Valdai/Würm): two Brunic Arenosols, two Gleysols (Arenic, Nechic) and two Podzols. Chosen granulometric fraction 0.25–0.5 mm was first treated with hydrogen peroxide and hydrochloric acid to remove organic matter, carbonates and free iron oxy-hydroxides. Heavy minerals were removed during separation with sodium polytungstate. Then, samples were etched with hydrofluoric acid. At this point, each sample was divided into two piles. To establish the total quantity of feldspars one pile was treated with potassium chloride to exchange sodium and calcium ions into potassium ions. The other pile was used to estimate the amount of K-feldspars only. Then both piles were tinted yellow with sodium cobaltinitrite and colored feldspar grains were counted.

Obtained results show that the amount of feldspars in examined sandy soils from a young glacial area is low, it does not exceed 10 %. Findings also show clear differences in feldspars distribution between different types of soils. In Gleysols amount of total feldspars increases with depth and at the bottom of profiles difference between total feldspars and potassium feldspars is the highest. In Brunic Arenosols the total content of feldspars is the highest in B horizons and there the difference between total feldspar and potassium feldspar is the biggest. In Podzols amount of feldspars appear to be higher in Bh horizons than in Bs. Eluvial horizons (E_{sA}) show a clear decrease in feldspars content.

Conducted research allowed to detect some of the regularities of feldspars occurrence in sandy soils of the last glaciation range. The highest potential supply of elements given by feldspars was found in C horizons of

Gleysols, B horizons of Brunic Arenosols and Bh_s and C horizons in Podzols. Perhaps, more examinations, for example in smaller fractions are needed to explain appearing patterns in the last two types of soils.

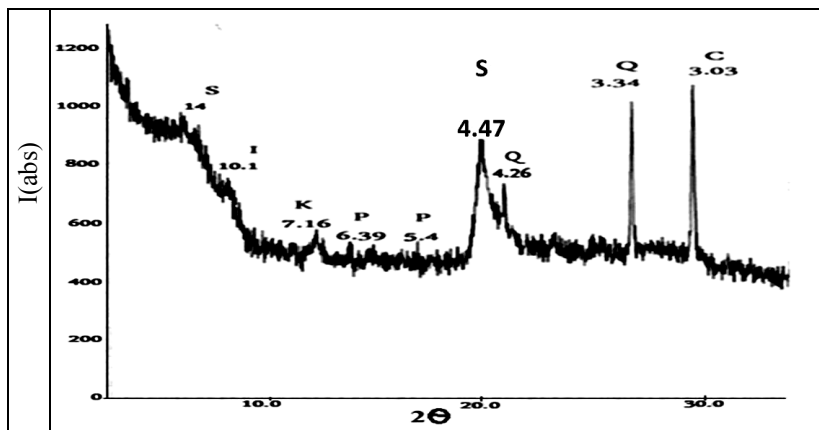
THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE IN SYRIAN SOILS, DARAA GOVERNORATE AS A CASE STUDY

S.A. Mohammed¹, H. Ali², E. Harsányi¹

¹Institute of Land Use, Technology and Regional Development, University of Debrecen, Debrecen, Hungary

²Department of Natural Resources Management, General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria
safwan@agr.unideb.hu

Syria which located in the Middle East had been badly affected by climate change. Climate change includes changes in rainfall patterns and dry spells, as a consequence many natural resources were affected by these changes. The main aim of these research was to investigate the effect of climate change in soil mineralogy and soil formation as well. To achieve the study goal three different locations (Nawa, Dael, and Nasib) in Daraa governorate (southern part of Syria) had been chosen as a representative location for the study area. Soil profiles were prepared and described while soil sampled were collected and analyzed, moreover, X-ray was used to identify the soil minerals.



Picture. X-ray diffraction for clay minerals in soil samples: A°(6.39 Å, 5.4 Å)
= Palygorskite

Generally, the study showed that the soil of the study area undergoes three main soil processes; swelling and shrinking, leaching and alteration. Also, X-ray results indicate of occurrence of *Palygorskite* in the soil which formed in dry conditions and related to Aridic soil moisture regime which is unusual for these sites in Syria.

The occurrence of *Palygorskite* in Syrian soil is one of the important indicators of arid drylands, where the change in the climate impact in the processes of soil formation and led to *Palygorskite* formation. Where there is a direct relationship between climate change to drought and the occurrence of *Palygorskite*.

CHARACTERISTICS OF CLAY MINERALS IN SOIL PARTICLES FROM AN ARGILLIC HORIZON OF ALFISOL IN CENTRAL CHINA

Georges Martial Ndzana, Li Huang, Zhi Yi Zhang

Key Laboratory of Arable Land Conservation (Middle and Lower Reaches of Yangtze River), Ministry of Agriculture, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China
ndzanageorges2006@yahoo.fr

Keywords: alfisol; argillic horizon; clay minerals; nanoparticles; crystalline structure.

The soil particles (<2000, 450–2000, 100–450 and 25–100 nm) in an Alfisol were studied using inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES), conventional and Synchrotron X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR), Thermogravimetric analysis (TG) to investigate the clay minerals composition and changes in crystalline structure in the particles of an argillic horizon. The results showed that the clay minerals in the particle fractions (< 2000, 450–2000 and 100–450 nm) were illite, kaolinite, vermiculite and a trace amount of HIV and chlorite. In the nanoparticles (25–100 nm), the main clay minerals were illite and kaolinite. The molar ratios of SiO_2 to Al_2O_3 and SiO_2 to R_2O_3 (Al_2O_3 and Fe_2O_3) were highest in the nanoparticles compared to other particle fractions. With decreasing particle size, kaolinite and vermiculite decreased gradually and illite increased. The Al–Mg–OH and Si–O–Si (Al) stretching modes of vermiculite were broadened in the 100–450 nm particles and disappeared in nanoparticles while the hydroxyl group (–OH) of clay minerals in the sample was reduced with decreasing particle fractions.

Comparing to the topsoil, the broadening of the band characteristics of clay minerals, the dehydration and dehydroxylation were less pronounced in

particle fractions from the argillic horizon. Clay minerals in 450–2000 and 100–450 nm particle fractions were well crystallized whereas illite and kaolinite were poorly crystallized in a nanoparticle of the argillic horizon. The crystallinity of clay minerals was weakly affected in the particle fractions of the argillic horizon compared to topsoil.

Acknowledgements: This research was supported by the National Natural Science Foundation of the People's Republic of China (Grant No. 41271252).

SEASONAL VARIATIONS IN SOIL RESPIRATION UNDER *PINUS ROXBURGHII* PLANTATIONS

S. Sivaranjani

India, Dehradun, Forest Research Institute,
ranjani.agri@gmail.com

Keywords: soil respiration, soil temperature, soil moisture, CO₂ emission, *Pinus roxburghii*.

Soil respiration rates in the ecosystem are controlled by several factors. Carbon enters in a terrestrial ecosystem through photosynthesis and again return back into the atmosphere as soil respiration. In the forest ecosystems, respiration is mainly dominated by soil respiration which accounts for ~60–80 percent of the total respiration. The soil respiration in global forests accounts for more than 100 Pg of carbon emission every year and may represent the main determinant of the ecosystem carbon-balance. Changes in soil organic carbon storage as well as in soil respiration may affect the atmospheric CO₂ concentration and the global carbon cycle. Thus, the present study was undertaken to find out the effects of environmental variables on soil respiration rates under *Pinus roxburghii* vegetation cover in Dehradun India, using Environmental Gas Monitor (EGM-4). CO₂ emissions, soil temperature, and soil moisture were recorded on monthly basis consecutively for two years. Maximum soil respiration rates were observed during July ($4.5720 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$) and August ($3.8914 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$). These soil respiration rates were also found to be significantly different from the observations recorded during other months. It was also observed that the rates of soil respiration increased with the increase in temperature and soil moisture during the present study. In addition to both these factors, higher air temperature and precipitation may also attribute to the higher rates of CO₂ emission during these months.

This paper is recommended by Senior Scientists of Forest Research Institute, Dehradun, India: Dr. V.P. Panwar and Dr. M.K. Gupta.

CO₂ AND CH₄ PRODUCTION POTENTIALS IN SOILS OF A DEGRADED PEATLAND UNDER REWETTING

O. Vybornova, L. Hoeppli, E.-M. Pfeiffer

University of Hamburg, Institute of Soil Science, Hamburg, Germany
olga.vybornova@uni-hamburg.de

Peatland ecosystems cover around 3 % of the Earth's land surface and can act as source or sink of carbon to the atmosphere, mainly under the form of CO₂ and CH₄. Human utilisations of peat resources – e. g. agriculture, forestry, peat extraction – impact the carbon (C) cycle of peatlands, mainly due to their influence on peatlands hydrology. Nowadays, peatlands are often rewetted after their exploitation by stopping the drainage of the soil. It aims to restore the habitat of often endangered peatland species and to reduce the emission of CO₂ and N₂O, whereas CH₄ emissions might increase. In general, the rewetting and restoration of a peatland can have a significant impact on the GHG balance, and may turn this disturbed area into a carbon sink.

In the Himmelfoor, a degraded ombrotrophic peatland in Northern Germany, some areas have been restored by rewetting and others are still under production conditions. There, the first centimeters of soil are heavily drained and milled, and around 10 cm is collected yearly. For this study, peat samples from three soil horizons of an extraction site (E) have been inoculated under oxic and anoxic conditions. In order to compare their CO₂ and CH₄ production potentials, either fresh substrate and microorganisms or fresh substrate only, all extracted from the soil pore water of a rewetted (RV) site, were added to the inoculated samples. It was suggested that the samples from the site RV have a higher GHG production potential, and that the addition of intact solution containing microorganisms from the site RV would have positive effect on the GHG production in control samples from the site E.

The results showed that the vegetation triggers the production of CO₂ in the RV site. The CO₂ production potentials estimated during this study (aerobic mineralization rates 0.04–0.2; anaerobic 0.02–0.04 mg CO₂ g_{soil-dry}⁻¹ d⁻¹) lie towards the lower range of that reported in other studies. Oxic to anoxic ratios averaged 5:1 and both respiration rates showed a clear increasing trend with increasing microbial biomass. Additional microorganisms did not affect the production of CO₂ in the peat samples of the E site. The microbial C and N concentrations in the upper horizons were 25 to 70 % higher in the rewetted bare and vegetated plots than in the drained ones, speaking for a significant effect of drainage on the microbial biomass and activity. Alloxic and anoxic incubations showed very low or even negligible N₂O production. The production of CO₂ was enhanced by the drying stress exercised on the

community of microorganisms. The response in CO₂ production to the oxygen availability and to intense drying-rewetting proceedings, confirm that the repeated fluctuations of the water table level (WTL) and oxic-anoxic conditions may contribute significantly to faster substrate mineralization compared to a stable WTL. The results of this study can help in providing suggestions to improve restoration practices and enhance ecosystem services, such as revegetation with Sphagnum mosses.

УДК 631.48

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО ДАГЕСТАНА

Н.В. Агаджанова, М.В. Конюшкова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Москва, nel.agadzhanova@soil.msu.ru

We have researched the pedogenetic processes of young coastal region of the Caspian Low. The soils of area are weak developed and soil formation is primitive. The prevailing processes are ones related to humus formation and accumulation and to redistribution of salts in the soil profile.

В отечественной традиции принято рассматривать педогенез в рамках концепции элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП). Идея ЭПП состоит в том, что педогенез рассматривается как совокупность нескольких процессов, протекающих одновременно или последовательно. Наличие педогенетических процессов можно предположить на основе имеющихся морфологических признаков, либо представлений о факторах почвообразования.

Исследования проводились в Прикаспийской низменности, северный Дагестан, на примере двух участков. Почвы первого участка – солончаки, сформированные на суглинистых морских отложениях первичной приморской равнины (возраст 150–300 лет) под разреженными галофитными сообществами в условиях холодного аридного климата. Почвы второго участка – светло-каштановые на вершине эолового бугра (возраст поверхности 2000 лет) под мятликово-полынной ассоциацией с эфемерами. В исследуемых почвах был выделен ряд ЭПП (табл.).

Процессами почвообразования затронуты преимущественно верхние горизонты молодых почв приморской равнины Каспия. Здесь ведущие ЭПП связаны с накоплением органического вещества и с перераспределением солей в профиле. Процессы засоления и рассоления

можно обнаружить путем динамических наблюдений изменения засоленности. Накопление органического вещества в почве и увеличение запасов органического углерода является индикатором процессов образования и аккумуляции гумуса, что влияет на морфологию горизонта А. Содержание почвенного углерода (общего) резко уменьшается вниз по профилю. Он сосредоточен как в гумусовом, так и в погребенном гумусовом горизонте. В минеральных горизонтах углерод представлен в виде углерода карбонатов.

Таблица. Процессы в почвах Прикаспийской низменности.

ЭПП	Аккумулятивная равнина	Эоловый бугор
	Признак	
Гумусообразование	Повышенное содержание Сорг. в гор-те А (%)	Повышенное содержание Сорг. в гор-те А (%)
Кальциевая миграция	«Вскипание» от HCl	«Вскипание» от HCl, карбонатные новообразования
Структурный метаморфизм	–	Слаборазвитые агрегаты
Засоление-рассоление	Соли почвообразующих пород	Опресненная верхняя часть
Оглинивание	–	Гор-т ВМ, глинистый материал в средней части
Оглеение	Глеевая окраска горизонта G, признаки сегрегации Fe и Mn	–
Привнос и унос твердого вещества	Поступление мелкозема с морской водой	Эоловый привнос мелкозема

Работа выполнена при поддержке гранта ФЦП № 075-02-2018-265 от 29.11.2018 г.

Работа рекомендована д.б.н., член-корр. РАН, проф. П.В. Красильниковым.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И КАРБОНАТНОГО СОСТОЯНИЯ
ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ
(ЗАПОВЕДНИК «ГАЛИЧЬЯ ГОРА»)А.М. Булышева¹, Н.О. Бакунович²¹Санкт-Петербургский государственный университет,²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пущино, annu_by@mail.ru

The article describes the properties of abandoned soils of forest-steppe in comparison with arable analogues. The objects of study are two chronosequences of abandoned Chernozems and Phaeozems. Stocks of organic carbon is highest in arable soils, which may be associated with fertilizer application and gentle soil treatment. The change of content and stocks of carbonate carbon does not follow a clear pattern. The most stable carbonate pedofeatures (soft nodules) are found in arable Chernozem, whereas in abandoned Chernozem there are only migration forms.

Исследованиями изменений свойств черноземов лесостепи занимались многие ученые, начиная с работ В.В. Докучаева, П.А. Костычева, В.И. Талиева, И.В. Тюрина и других. Хорошо изучены изменения гумусного состояния пахотных и залежных почв. Карбонатное состояние было подробно рассмотрено в работах О.С. Хохловой, Ю.Г. Чендева. Вместе с тем, целенаправленные исследования изменений педогенных карбонатов в залежных почвах ранее не проводились. Цель нашей работы – изучить трансформацию свойств лесостепных почв при переходе от пашни к залежи, уделяя особое внимание изменениям карбонатного состояния.

Объектами исследования являются два хроноряда залежных почв, расположенных в заповеднике «Галичья гора» (Липецкая область) и на прилегающих территориях. Хроноряды расположены на приводораздельных склонах с заметно выраженным уклоном. Первый хроноряд состоит из агрочерноземов миграционно-мицелярных, находящихся в залежи около 25 лет и 15 лет, а также пахотный чернозем, обработка которого проводилась непрерывно в течение последних 100 лет. Почвообразующая порода у всех почв – карбонатные лессовидные суглинки. Второй хроноряд состоит из агротемногумусовой почвы, сформированной под пашней, и агротемногумусовых постагрогенных почв, находящейся в залежи около 25 и 40(45) лет. Почвообразующей породой для второго ряда являются олигоценные пески, подстилаемые элювием известняка.

Залежный ряд агрочерноземов. Карбонатные новообразования встречаются в горизонтах ВСА в виде карбонатного псевдомицелия, в пахотной почве изредка встречается мелкая белоглазка, приуроченная к межпедному пространству. В пахотном черноземе и черноземе 15-летней залежи отмечается увеличение плотности на глубине около 20 см, чего нет в почве 25-летней залежи. Таким образом, для разуплотнения плужной подошвы необходимо более 15 лет. Значения $pH_{\text{вод}}$ в трех почвах очень близки друг к другу и изменяются от слабощелочных значений к щелочным вниз по профилю. При переходе из пашни в залежь в изученных черноземах снизились запасы $C_{\text{орг}}$. При этом значительных изменений за последние 10 лет в черноземе 25-летней залежи не произошло. Картина распределения $C_{\text{орг}}$ по профилю сильно зависит от изрытости почвенного профиля землероями, поэтому в почве пашни и 15-летней залежи гумусовый профиль более растянутый, чем в почве 25-летней залежи. Запасы $C_{\text{карб}}$ за 15 лет нахождения почвы в состоянии залежи увеличились на 26 т/га, а в следующие 10 лет, напротив, упали на 54 т/га и стали ниже, чем в пахотной почве.

Залежный ряд агротемногумусовых почв. В почвах пашни и 15-летней залежи в горизонте С вокруг обломков известняка располагается мучнистая мягкая масса карбонатного материала, в пахотной почве выраженная немного лучше. Здесь же единично встречаются новообразования карбонатного псевдомицелия. В почвах залежи 40(45) лет карбонатный псевдомицелий отсутствует, а мучнистой карбонатной массы в горизонте С значительно меньше. Результаты лабораторных исследований рассмотрены только для почв пашни и 15-летней залежи. Значения $pH_{\text{вод}}$ находятся в диапазоне нейтральных и щелочных значений, и в верхних 30 см залежной почвы $pH_{\text{вод}}$ выше, чем в пашне. Содержания $C_{\text{орг}}$ и $C_{\text{карб}}$ выше в пахотной почве до глубины 20 см в горизонте PU, а в нижележащем горизонте AU и AC1 содержание $C_{\text{орг}}$ выше в залежной почве. Ниже бывшего пахотного горизонта в залежной почве значения $C_{\text{карб}}$ меняются мало и колеблются в пределах 0,2–0,3 %, а в пахотной почве в самом нижнем горизонте – увеличиваются до 0,5 %. То есть, здесь наблюдается хоть и слабое, выраженное только в самом низу профиля, подтягивание карбонатов в пахотную стадию развития почвы и выщелачивание – в залежную. Это подтверждается как морфологическими наблюдениями, так и аналитическими данными.

Закономерности изменчивости карбонатного состояния почв при переходе от пашни в залежь, выявленные на других, изученных ранее объектах, не столь четкие и направленные в данном случае. Здесь в хроноряду черноземов на лессовидных суглинках не зафиксировано посте-

пенного выщелачивания карбонатов в залежную стадию функционирования почв, а также накопления органического углерода. По нашему мнению, это может быть связано с расположением изученных почв на склонах, использовании иной (по сравнению с изученными ранее объектами) агротехники в пахотных почвах (почвосберегающие технологии: рыхление почвы сразу после уборки урожая, сохранение стерни, что предохраняет профиль от сильного пересыхания в позднелетне-раннеосеннее и весеннее время, когда почва находится без растительного покрова). Такая технология приводит к тому, что в пахотную стадию функционирования карбонаты не перемещаются столь же динамично, как при использовании традиционной агротехники. То есть, изначально в пахотных почвах не столь заметно изменен карбонатный профиль, поэтому и в залежную стадию ему «некуда» возвращаться. Вместе с тем, работа на данном объекте позволяет заключить, что не только почвы на лессовидных суглинках ярко отражают как пахотную, так и залежную стадии своего функционирования в карбонатном состоянии. Заметные изменения выявлены для почв на олигоценых бескарбонатных песках, подстилаемых известняками. Динамика изменчивости карбонатного состояния залежных почв в зависимости от почвообразующей породы рассмотрены нами впервые.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00669а.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. О.С. Хохловой и д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСАХ В УСЛОВИЯХ ГУМИДНОГО И КРИОАРИДНОГО КЛИМАТА ГОР ЮГА СИБИРИ

Т.О. Валеви́ч

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, tvalevitch@gmail.com

The larch is adapted for peculiar climatic conditions of middle mountains of the South of Siberia better than other coniferous breeds – to low temperatures, dryness of winter cold air, a short of the vegetative period, a periodic soil drought. Some features of soil formation are considered on an example of the mountain forest chernozemic Kuznetsk Alatau and the permafrost raw-humic soils of the Western Sayan in larch forests.

Леса средней части горнолесного пояса Сибири наиболее полно отражают специфичность центральноазиатской провинции светлохвойной тайги. Они представлены ассоциациями с господством лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), при возможном участии тёмно-хвойных пород. Лиственница занимает огромный ареал, охватывающий Западно-Сибирскую равнину, южно-сибирские горы, западную окраину Среднесибирского плоскогорья, Прибайкалье и Забайкалье. Ареал, протяжением свыше 3000 км, вытянут в широтном направлении. Если судить об отношении лиственницы сибирской к климату по ее распространению, которое охватывает территорию с очень пестрыми условиями температурного режима, количества осадков, снегового покрова, влажности воздуха, радиационного баланса и др., то можно прийти к заключению, что эта порода крайне неприхотлива. Она может мириться с крайне суровыми зимними холодами, коротким периодом вегетации в лесотундре и на верхнем пределе лесов в горах, а также с жарким засушливым климатом полупустынь. Будучи пластичной к климатическим особенностям, лиственница очень чувствительна к изменениям лесорастительных свойств почв.

Горные лесные черноземовидные почвы, формирующиеся в условиях гумидного климата лиственничных лесов Кузнецкого Алатау, обладают очень хорошо развитым гумусовым горизонтом (мощностью до 40 см), не характерным для горных почв, в котором сосредоточено значительное содержание гумуса – около 17–24 %. Тип гумуса гуматный, переходя только в нижней части профиля в гуматно-фульватный. Карбонаты, появляющиеся в виде псевдомицелия, пропитки и белоглазки обеспечивают нейтральную и слабощелочную реакцию среды. Гранулометрический состав варьирует от легкосуглинистого до тяжелосуглинистого, что определяет высокую оглиненность профиля. Распределение поглощенных оснований согласуется с распределением гумуса и реакцией среды, которые интенсивно аккумулируются в верхней толще.

Отличительной чертой гумуса почв Западного Саяна является его «грубый» характер – наличие в его составе не полностью гумифицированных растительных остатков из-за суровых климатических условий, малой интенсивности микробиологических процессов. Несмотря на сильнощелбнистый профиль горных мерзлотных грубогумусных почв, верхние горизонты богаты гумусом, содержание которого достигает 17 %. Вниз по профилю характерен резкий спад, однако местами наблюдаются скачки содержания гумуса за счёт его «затеков» по литоморфным включениям вглубь профиля.

Таким образом, формируясь в условиях гумидного климата, горные черноземовидные лесные почвы характеризуются благоприятными

условиями для произрастания лиственничных лесов высокого бонитета. В то время как криоаридный климат, вечная мерзлота и сильнощебнистый профиль горных мерзлотных грубогумусных почв формируют лиственничные леса низкого бонитета.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Э. Мерзляковым.

УДК 631.10

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ВЫСОКОЙ ПОЙМЫ р. БЕЛОЙ (ПРИАНГАРЬЕ)

А.В. Васильева

Иркутский государственный университет,
a735b.vasiljeva2017@yandex.ru

The work characterizes of soils of high floodplain of River Belaya's valley which despite their active use remain poorly studied is given. These soils have a number of common properties and peculiarities. All soil profiles have a layered structure and neutral pH at the top of the profiles and low alkaline in the lower. Differences in soil properties are due to different nature of the process: near the bed granulometric composition is light and humus is above, in the upper part the sediments are heavier and humus is less.

Река Белая является одним из крупных левых притоков реки Ангары. Начало свое река берет в республике Бурятия (реки Большая и Малая Белая), а непосредственно сама река Белая (после слияния двух рек) протекает по территории Иркутской области. Почвы высокой поймы реки Белой широко используются для сельскохозяйственной деятельности и более освоены, так как они затопливаются только во время экстремальных паводков.

Актуальность работы заключается в том, что, несмотря на длительное использование пойм рек Приангарья, аллювиальные почвы остаются слабо изученными.

Цель данной работы – дать характеристику почв высокой поймы долины р. Белой. Для этого, осенью 2018 г. были заложены четыре разреза на высокой пойме реки Белой: разрезы 1, 2, 3 – на прирусловой части, разрез 4 – на притеррасной части поймы. В каждом разрезе сделано морфологическое описание почв, определены pH водной суспензии, содержание гумуса.

Рассматриваемые почвы имеют ряд общих свойств и особенностей.

Все профили почв имеют слоистое строение, что связано с их аллювиальным генезисом, имеют нейтральную pH среды в верхней части

профилей и слабощелочную в нижних. Такая рН связана с особенностями горных пород, среди которых протекает река Белая – доломитов нижнего кембрия.

Разрезы прирусловой части поймы (1, 2, 3) имеют более выраженную слоистость верхних горизонтов, следы активной деятельности энтомофауны (сусликовины), серую окраску гумусовых горизонтов и легкосуглинистый гранулометрический состав. Почвы прирусловых валов представлены аллювиальным серогумусовым типом. Растительность на притеррасных участках высоких пойм часто угнетена, из-за вытаптывания ее скотом и недостаточной увлажненности почв.

Разрез 4 отличается более выраженным дерновым горизонтом, темноокрашенным мощным гумусовым горизонтом, средне- и тяжело-суглинистым гранулометрическим составом, включением камней и наличием оглеения. По «Классификации...», 2004» почва относится к аллювиальной темногумусовой глееватой. Повышенное увлажнение этих почв связано с дополнительным приносом влаги со склонов (террас) и более тяжелым гранулометрическим составом.

Таким образом, почвы прирусловой и притеррасной частей высокой поймы реки Белой имеют общие свойства, которые связаны с генезисом аллювиальных почв и особенностями территории. Различия в свойствах почв обусловлены разным характером поемного процесса на разных участках поймы: вблизи русла реки откладываются более легкие отложения, в притеррасной части гранулометрический состав заметно утяжеляется. Гумусированность почв притеррасной части поймы выше, чем прирусловой.

Работа рекомендована ст. преп. каф. почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ С.Л. Куклиной.

УДК 631.48

ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕТЫРЕХЛЕТНЕГО ПРЕБЫВАНИЯ В ГОРИЗОНТЕ AEL ПАЛЕВОПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.А. Воробьева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, Россия, vorobyova_96@list.ru

An experiment on transformation of biotite (fraction $<1 \mu\text{m}$) particles placed into containers with different permeability in the AEL horizon of Albic Luvisol was performed in order to estimate the contribution of different factors to the transformation of biotite in the modern soil. After four-year-

long incubation in the AEL horizon, biotite was transformed into vermiculite, mixed-layer biotite-vermiculite, and pedogenic chlorite. The most intense vermiculitization of the biotite took place under the impact of fungal hyphae and, to a lower degree, fine plant roots and components of the soil solution.

Цель: оценить трансформационные изменения биотита под действием разных компонентов почвенной биоты после четырех лет инкубирования в почве.

Объекты и методы. Объектом исследования была триоктаэдрическая слюда – биотит (фракция < 1 мкм), которую помещали в горизонт AEL палевоподзолистой почвы. Опыт был заложен под елью семилетнего возраста в трех вариантах. Образцы тест-биотита были помещены в контейнеры: 1. из нетканого полотна лутрасила, способного пропускать почвенный раствор, корни растений и гифы грибов; 2. из нейлонового полотна с размером ячейки 41–45 мкм, через которые в образец может проникать почвенный раствор и гифы грибов; 3. контейнеры из гидрофильной мембраны на фторопластовой основе МФФК-3Г с размером пор 0.45 мкм, через которые не проникают корни растений и гифы грибов. Через 4 года образцы были изъятые из почвы. Изучение минерала до и после инкубирования проводилось методом рентген-дифрактометрии на приборе ДРОН-3 с использованием медного анода.

Результаты. За 4 года пребывания в почве с биотитом во всех вариантах опыта произошли изменения. Выявлено два основных процесса трансформации биотита: вермикулитизация и хлоритизация (образование почвенных хлоритов). Вермикулитизация однозначно зафиксирована при воздействии на минерал тонких корней, грибных гиф и почвенного раствора. Исходя из положения и формы рефлекса 1.4 нм на рентгенограммах при различной обработке минерала сделан вывод о том, что грибные гифы вносят основной вклад в процесс вермикулитизации. При воздействии на минерал только почвенного раствора трансформация биотита в вермикулит также происходит, но в меньшей степени по сравнению с другими вариантами опыта. Хлоритизация однозначно диагностирована при воздействии и тонких корней и грибных гиф. Высказано предположение о том, что экссудаты грибных гиф частично ингибируют полимеризацию Al в межслоях и ограничивают процесс почвенной хлоритизации. При воздействии на минерал только почвенных растворов почвенные хлориты в заметных количествах не образуются. Установлено, что описанные выше трансформации происходят до более глубоких стадий за четырехлетний период инкубирования в почве по сравнению с описанными ранее трансформациями биотита в течение двух лет пребывания в почве [1].

Выводы. Трансформация биотита в почве включает в себя два процесса: вермикулитизацию и хлоритизацию. Основной вклад в процесс вермикулитизации вносят экссудаты грибных гиф, однако они частично препятствуют образованию почвенного хлорита. По сравнению с двумя годами инкубирования, за 4 года пребывания в почве биотит трансформировался в большей степени: вермикулитизация и хлоритизация прошли до более глубоких стадий и затронули больше слоев.

Работа рекомендована д.б.н., зав. каф. химии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова И.И. Толпешта.

Литература

1. Толпешта И.И., Соколова Т.А., Воробьева А.А., Изосимова Ю.Г. Трансформация триоктаэдрической слюды в верхнем минеральном горизонте подзолистой почвы по результатам двухлетнего полевого эксперимента // Почвоведение. 2018. № 7. С. 868–881.

УДК 502:631.4(470.53)

ОБ ЭТАЛОННЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

В.С. Вотякова

Пермский государственный аграрно-технологический университет,
kra.ska@mail.ru

In this work, we studied the properties of soils of the middle taiga – the Albic Retisols Gleyic and Albic Podzols. These soils may be included in the Red Book of soils of the Perm region in the category of local standards.

Важным моментом при разработке региональных Красных книг почв считается поиск и выделение эталонных почв, в наибольшей степени отражающих специфику почвообразования конкретного региона. В среднетаежной зоне Пермского края наряду с основными эталонами – подзолистыми почвами и подзолами, в качестве локальных эталонов рекомендованы к выделению подзолы альфегумусовые и глееподзолистые почвы, занимающие 7.4 и 0.2 % площади края соответственно. Последние могут быть отнесены также к редким.

Свойства данных почв были изучены на примере разрезов, заложенных на территории Красновишерского района. Изученные почвы развиты в экосистемах, контрастных по режиму увлажнения и видовому составу надпочвенного покрова. Почва глееподзолистая легкосуглинистая на элювиально-делювиальных отложениях (разрез 1) сформирована на плоском, слабодренированном водоразделе под смешанным ле-

сом с участием ели и мелколиственных пород. Под горизонтом A_0A_1 залегает A_2 мощностью 8 см и признаками оглеения в виде сизой окраски. Почва характеризуется сильно кислой реакцией среды в верхних горизонтах с pH 3.7–4.0 (рис.). Содержание гумуса в A_0A_1 2.91 %, вымывтого гумуса в нижележащих горизонтах 1.3–1.9 %. Характерна малая емкость поглощения 7–14 мг-экв./100 г, степень насыщенности основаниями в гор. A_0A_1 55 %. Содержание подвижного фосфора очень низкое 9.5–9.7 мг/кг и низкое 24.4–46.0 мг/кг, содержание калия очень низкое по всему профилю 4.1–8.5 мг/кг.

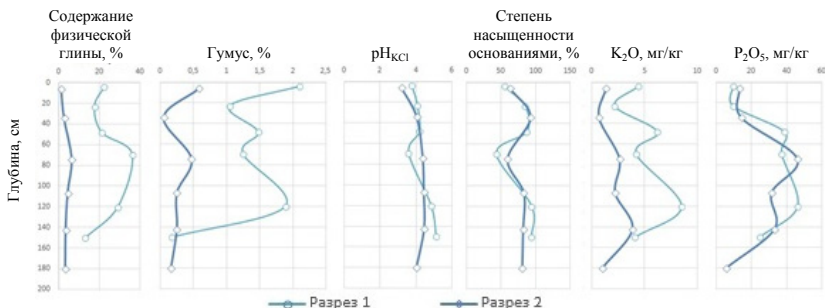


Рисунок. Изменение свойств исследуемых почв по профилю.

Подзол иллювиально-железистый на водно-ледниковых отложениях (разрез 2) сформирован на речной террасе под сосняком лишайниковым. Почва песчаная. В профиле присутствует ярко выраженный подзолистый горизонт A_2 мощностью 20 см, а также агрегированный альфегумусовый горизонт буро-охристых тонов. Профиль характеризуется сильно кислой реакцией среды pH 4.0–4.4 (рис.). Содержание гумуса в A_1A_2 очень низкое 0.58 %, резко убывает в ниже лежащих горизонтах, емкость обмена 4–5 мг-экв./100 г, насыщенность основаниями 59–63 %. Содержание подвижного фосфора в верхних горизонтах очень низкое 13–14 мг/кг, вниз по профилю возрастает до 31–45 мг/кг, содержание калия очень низкое по всему профилю 0.7–3.8 мг/кг.

По результатам проведенных работ составлены почвенные паспорта почв, созданы картосхемы, отражающие информацию о их местоположении.

Работа рекомендована к.г.н., доц. М.А. Кондратьевой.

РАЗНООБРАЗИЕ ТАЁЖНЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ НА ТЕРРАСАХ КРУПНЫХ РЕК СИБИРИ

Ю.А. Головлева¹, Н.В. Филиппов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, кафедра географии почв

²Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск,
Julango@mail.ru

Previously Albic Retisols were believed to be the dominant soil group under taiga forests. However, the studies in Western and Eastern Siberia showed the presence of various loamy soils both with and without textural differentiation. There are Cambisols and Cryosols with specific caviar and cryoplaty structures, Fe-Mn nodules and coatings. We hypothesized that differentiated and poorly differentiated soils form due to local hydrothermal, topographical and lithological conditions. As a result of divergent evolution the diversity of the studied soils was higher than expected previously.

Ранее считалось, что в Сибири, как и на Европейской территории России, на суглинистых отложениях под таежной растительностью развиваются подзолистые почвы. Позднее было отмечено наличие в автомных позициях слабодифференцированных почв: бурозёмов и криометаморфических, а в экстраконтинентальных областях – палевых. Для многих из них, можно выделить сходные по остальным параметрам, но текстурно-дифференцированные почвенные пары. Целью данной работы является уточнение специфики почвообразования, приводящей к дифференциации профиля почв.

Объектами исследования являются суглинистые почвы зоны средней тайги Западной и Восточной Сибири. Разрезы были заложены на Северо-Сосьвинской возвышенности, Аганском Увале, Юганско-Ларьганской возвышенной террасе и на Приленском плато. Климат Западной Сибири умеренный континентальный, со среднегодовой температурой $-4...-2^{\circ}\text{C}$, средней температурой января -20°C и июля 18°C . Годовое количество осадков составляет 580 мм. Климат Восточной Сибири резко континентальный со среднегодовой температурой -10.2°C , средней температура января -38.6°C и июля 19.5°C . Годовое количество осадков составляет 238 мм. Почвообразующими породами являются суглинки, супеси, пески аллювиального и древнеаллювиального генезиса. Район исследования относится к зоне вечной мерзлоты.

Почвы Западной Сибири буроватого цвета, средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава, уплотненные, с глинистыми и

глинисто-гумусовыми кутанами, икряной структурой в иллювиальном горизонте, переходящей в шлировую с глубиной; во влажном состоянии липкие и проявляют тиксотропные свойства. Почвы Восточной Сибири палевого цвета, более легкого гранулометрического состава, с глинисто-гумусовыми и карбонатными кутанами, шлировой структурой, часто сцементированной льдом в нижней части профиля. Во всех почвах отмечаются Fe-Mn конкреции. Дифференцированные почвенные пары в Западной Сибири характеризуются наличием фрагментарного горизонта Е и сизыми тонами оглеения в нижней части профиля, а в Восточной – признаками осолоделости и появлением уплотненного метаморфического горизонта. Педогенетические процессы включают в себя интенсивное выщелачивание, разрушение глин в кислых поверхностных горизонтах, их слабое иллювиирование, проникновение обмененного алюминия в кристаллические решетки глинистых силикатов, оглеение в Западной Сибири; осолодение, иллювиирование глины и карбонатов, внутрипочвенный метаморфизм, аккумуляцию гумуса, криотурбацию – в Восточной.

Мы предполагаем, что в результате дивергентной эволюции произошло расхождение дифференцированных и слабодифференцированных типов почв, что может объясняться различиями в гидротермических режимах, зависящих от топографических, литологических и фитоценотических характеристик локальных участков. Дивергентная эволюция приводит к увеличению почвенного разнообразия в процессе развития ландшафта в Западной и Восточной Сибири.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-17-01293 «Многоуровневые региональные почвенно-географические модели как основа устойчивого управления почвенными ресурсами».

Научный руководитель: д.б.н., член-корр. РАН, проф. каф. Географии почв Факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова П.В. Красильников.

ПОЧВЕННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛУГОВ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ЦЛГПБЗ

Е.Э. Денисова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Denisova.Elizavet@gmail.com

The main factors of soil diversity on upland meadows are: parent material, mesorelief, lack of moisture stagnation. For floodplain meadows microrelief and stagnation of moisture are critical.

The only correlation between subtype and the type of plant communities is the correspondence of the Umbric Podzols Gleyic to the community of *Plantago lanceolata* – *Succisa pratensis*.

В рамках картирования лугов юго-восточной части охранной зоны ЦЛГПБЗ (Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника) было изучено почвенное разнообразие исследуемых лугов. В ходе проведения геоботанических описаний было выделено 6 типов сообществ, произрастающих на местах проведения почвенных описаний. Были заложены и описаны 19 почвенных разрезов.

Все почвы описанных лугов можно разделить на 2 группы: почвы суходольных лугов (12 почвенных разрезов) и почвы влажных лугов (7 почвенных разрезов).

Пять подтипов почв суходольных лугов характеризуются признаками антропогенного воздействия разной степени, отличаются дренированностью верхней части профиля с присутствием признаков переувлажнения в срединных и нижних горизонтах. Типы сообществ: *Plantago lanceolata* – *Succisa pratensis*, *Elytrigia repens* – *Galeopsis speciosau*, *Galium mollugo* – *Pimpinella saxifrage*.

Дерново-подзолы глееватые и аллювиальная серогумусовая глееватая почвы на аллювиальных отложениях расположены на высокой пойме под неиспользуемыми либо находящимися под слабым сенокосно-пастбищным использованием низкотравными лугами.

Агродерново-подзолистые почвы на первой надпойменной террасе и агрозёмы железисто-метаморфические на водоразделе встречаются в местообитаниях, находившихся под интенсивным антропогенным воздействием – под лугами, восстановившимися по залежи.

Отдельно выделяется группа почв под рудеральной растительностью – стратозем серогумусовый водно-аккумулятивный на склоне водораздела к пойме и ржавозем типичный на водоразделе. Они приуро-

чены к свежим залежам и нарушенным в прошлом местообитаниям, например, бывшей ферме или деревенской запруде.

Три подтипа почв влажных неиспользуемых лугов преимущественно характеризуются залеганием на аллювиальных отложениях в слабодренированных местообитаниях. Типы луговых сообществ *Calamagrostis canescens* – *Carex cespitosa*, *Crepis paludosa* – *Cirsium oleraceum*, *Carex vesicaria* – *Equisetum fluviatile*.

Аллювиальные перегнойно-глеевые типичные и перегнойно-иловатые почвы встретились в понижениях центральной поймы. Аллювиальные серогумусовые глееватые почвы встретились на повышениях в центральной пойме.

На исследуемых участках суходольных лугов решающими факторами, формирующими разнообразие почв, являются: почвообразующие породы, положение в мезорельефе, и отсутствие застоя влаги. Для пойменных лугов решающее влияние оказывает положение в микрорельефе, застой влаги.

Единственный случай стопроцентной корреляции подтипа почв и типа растительных сообществ – это соответствие дерново-подзолам глееватым сообщества *Plantago lanceolata* – *Succisa pratensis*.

Определение почв происходило по двум классификациям: Классификация почв России (Шишов и др., 2004); Классификация почв СССР (Егоров ред., 1977). В ходе исследования было обнаружено 5 типов и 6 подтипов почв по классификации 1977 г., соотносящиеся с 7 типами и 8 подтипами почв по классификации 2004 г., что позволяет сделать вывод о более подробном отображении разнообразия на данном участке Классификацией 2004 г.

Работа рекомендована к.б.н., проф. Т.В. Прокофьева.

УДК 631.415

ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В ПОДФРАКЦИЯХ ИЛА ДЕРНОВО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ

П.А. Ильичев

ФГБОУ ВО Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, pilichiev@bk.ru

Umbric Gleysols are located in the floodplain of small rivers and streams of undisturbed forest ecosystems play an important ecological role. It is a powerful geochemical barrier for many chemical elements are mobilized from soils in the process of soil formation. These properties of soils largely

depend on the mineralogical composition of the fine fractions of alluvial soils, which largely determine their sorption and buffer characteristics. Therefore, this investigation is dedicated to researching of the mineralogical composition of sub-fractions of clay fraction.

Исследование посвящено изучению минералогического состава подфракций ила дерново-глеевой почвы. Эти почвы, расположенные в пойме небольших рек и ручьев в ненарушенных лесных экосистемах, играют важную экологическую роль, так как являются мощным геохимическим барьером на пути многих химических элементов, мобилизованных из почв в процессе почвообразования. Данные свойства почв зависят от минералогического состава тонких фракций аллювиальных почв, в значительной степени определяющих их сорбционные и буферные характеристики.

Объектом исследования была илистая фракция, выделенная из горизонтов A1, ABg, Bg, ПБДГ дерново-глеевой почвы, отобранной на территории Центрально-лесного заповедника. Выделение илистой фракции (<1 мкм) проводили отмучиванием, без проведения предварительных химических обработок. Разделение ила на подфракции (1–0.2 мкм, 0.2–0.06 мкм, 0.06–0.02 мкм и <0.02 мкм – подфракции № 1–4, соответственно) осуществляли центрифугированием. Минералогический состав определяли методом рентгенодифрактометрии.

Получили, что илистая фракция всех изученных горизонтов дерново-глеевой почвы на 80–95 % состоит из частиц размером от 0.06 мкм до 1 мкм. С уменьшением размера подфракции ее содержание уменьшается как в составе ила, так и в пересчете на почву в целом. Закономерности распределения подфракций ила в пределах почвенного профиля определяются неоднородностью исходного наноса. В илистой фракции основных генетических горизонтов почвы были диагностированы каолинит, иллит, вермикулит, хлорит и смешанослойные минералы – иллит-сметтит (вермикулит). Хлорит-вермикулит диагностирован в горизонтах A1, ABg и Bg. Подфракции ила дифференцированы по минералогическому составу. В подфракциях 1 и 2 минералогический состав аналогичен составу ила в целом. В подфракции 3 смешанослойные минералы преобладают над индивидуальными, а подфракция 4 практически полностью состоит из смешанослойных минералов.

Работа рекомендована д.б.н., зав. каф. химии почв И.И. Толпешта.

ВЛИЯНИЕ КРЕСТЬЯНСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
XVI–XX ВЕКОВ НА СВОЙСТВА ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ
ПОЧВ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Д.М. Кузьмина

Томский государственный университет, kuzmina.d.m.95@gmail.com

Currently, there is a widespread opinion about the negative anthropogenic impact of modern man on the environment. But the intensive transformation of nature is associated not only with the activities of «industrial» man, but also a man of «peasant type», under the influence of which for a long time there is a modification of natural complexes, beginning with the development of territories and the emergence of agriculture.

В настоящее время широко распространено мнение о негативном антропогенном влиянии современного человека на окружающую среду. Но интенсивное преобразование природы связано не только с деятельностью «индустриального» человека, но и человека «крестьянского типа», под воздействием которого с давних пор происходит видоизменение природных комплексов, начинающееся с освоения территорий и возникновения земледелия.

Влияние деятельности человека «крестьянского типа» на свойства почв Европейской части России хорошо изучено. Однако отсутствуют данные о почвах, использовавшихся в традиционном сельском хозяйстве в пределах территорий Западной Сибири. В связи с этим целью работы стало выявление изменений почвенных свойств под влиянием крестьянского природопользования на примере гумусовых горизонтов, которые являются наиболее чувствительными к экзогенным воздействиям.

Для изучения изменений свойств гумусовых горизонтов серых почв в ходе воздействий традиционного землепользования в их ареалах (со второй половины XVIII по 50-е годы XX века) были выбраны ключевые участки (КУ) в подтаежной зоне на юге Томской области. Эти КУ испытывали в прошлом антропогенную нагрузку различной интенсивности: 1. Ларинский заказник, на месте которого ранее была деревня Ларино с максимальной численностью населения, не превышающей 200 чел.; 2. пос. Протопопово, в котором на тот же период времени численность населения составляла 405 чел.; 3. д. Конево – 142 чел. На территории первого КУ были отобраны образцы гумусовых горизонтов с глубины 0–5 см из почв, приуроченных к рассеивающим элементам рельефа разной кру-

тизны и экспозиции. На втором КУ проводилось сравнение почвенных профилей в пределах одинаковых микрокомбинаций на междуречьях с разной историей природопользования. На 3 КУ производилось сравнение почвенных серий микроводораздел–ложбина–балка залежей и фоновых участков. Во всех образцах была определена яркость почвенных образцов с применением системы цветовых координат CIE lab (X-Rite VS 450). Проведена оценка связи окраски гумусовых горизонтов с экспозицией и крутизной склонов, а также выявлены изменения окраски под воздействием основных типов крестьянского землепользования. При помощи полученных кернов деревьев проанализирован их возраст и ширина годовичных приростов, с учетом породного состава древостоя.

Таким образом, было выявлено, что в результате традиционного природопользования крестьян формируются травяные леса с большой фитомассой, что приводит к проградации гумусовых горизонтов (увеличивается содержание органического углерода, снижается яркость образца). Изменение почвенных свойств, а именно, увеличение мощности гумусовых профилей, рост содержания и запасов органического вещества в метровой толще, увеличивается плотность сложения пахотных почв, что говорит о проградации старозалежных почв. Полученные данные можно считать достоверными. Исследование показало, что проградация серых лесных почв наступает не только при смене лесного биоценоза травяным, но и в результате распашки серых лесных почв, которые длительное время находятся в залежном состоянии. Установлен тренд изменения светло-серых лесных почв в серые лесные на микроводоразделе; переход темно-серой почвы в серую лесную в ложбине, наступление процесса проградации и гомогенизации по окраске.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-20129.

Работа рекомендована к.б.н. С.В. Лойко.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ
НА РАЗВИТИЕ ДРЕВЕСНОЙ И НАПОЧВЕННОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ СКЛОНОВОГО МЕЗОРЕЛЬЕФА ЛЕСНОЙ
ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Д.И. Кукушкина, А.В. Бузылёв

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,
dashkkke@yandex.ru

The problem of sustainability of forest ecosystems in urban areas is more relevant than ever at the moment. Most of the diseases of woody vegetation are associated with climatic anomalies, which have become more frequent in the last decade. The observations were carried out on the territory of the Forest Experimental Dacha of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, located in the northern administrative district of Moscow. The key areas under study are laid on different versions of the mesorelief along the transect from NE to SW. On different versions of the mesorelief, the character of moisture content differs depending on the gradient.

Проблема устойчивости лесных экосистем на городских территориях как никогда актуальна на данный момент. Большинство болезней древесной растительности связано с климатическими аномалиями, участвовавшими в последнее десятилетие. Увеличение дней с выпадением осадков выше нормы оказывают непосредственное влияние на состояние почвы, напочвенной и древесной растительности.

Наблюдения проводились на территории Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенной в северном административном округе г. Москвы. Исследуемые ключевые участки заложены на различных вариантах мезорельефа по трансекте с СВ на ЮЗ. Ключевые участки № 1 и № 2 заложены на прямом коротком слабопокатом склоне моренного холма северо-восточной экспозиции: в средней (ССВ) и в нижней части склона (ПСВ). Ключевые участки № 4 и № 5 заложены на противоположном пологом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции: в средней и нижней частях склона слабовыгнутой формы (СЮЗ и ПЮЗ). Участок № 3 расположен на выположенной вершине моренного холма (ВМХ). Все ключевые участки имеют различный древесный состав, отличаются типом растительности, а также имеют разную антропогенную нагрузку и, следовательно, почвенные характеристики.

На разных вариантах мезорельефа характер увлажненности отличается в зависимости от уклона. Наибольший показатель влажности почвы наблюдается в нижней части слабовыгнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции и составляет – 6.00 %. На этом участке преобладающей породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) в подросте активно участвует клен остролистный (*Acer platanoides*). Большая пораженность клёна остролистного чёрной пятнистостью на территории ЛОД говорит о хорошей экологической обстановке, т.к. гриб *Rhytisma acerinum* развивается только на территориях с хорошим качеством атмосферного воздуха. Чёрная пятнистость, помимо непосредственного вреда растению (листья слабо ассимилируют и опадают раньше времени), может говорить также о хорошей экологии района, в данном случае распространение гриба связано с малой рекреационной нагрузкой на участок.

Наименьшие показатели влажности почвы получены на участка СЮЗ и составляют 3.56 %. В средней части слабовыгнутого склона юго-западной экспозиции наиболее сильно поражен дуб черешчатый (*Quercus robur*) мучнистой росой, примерно 55 % деревьев оказались подвержены данному заболеванию (а это больше половины 1 яруса исследуемого объекта). Это говорит о том, что дерево постепенно умирает. Мучнистая роса поражает деревья любого возраста, однако у молодых дубов до 30 лет, больше шансов заболеть, особенно, если они ослаблены другими болезнями, и растут в неблагоприятных условиях. Более взрослые экземпляры могут не болеть совсем, или переносят болезнь достаточно стойко, и живут с ней долгие годы. Помимо дуба в средней части ЮЗ склона клён зеленокорый и липа сердцевидная подвержены хлорозу.

В средней части СВ склона влажность почвы составила – 3.94 %. Наиболее поражен клён остролистный – хлорозом, также наблюдаются такие болезни, как хлороз липы сердцевидной (*Tilia cordata*) и оливковая пятнистость берёзы.

На всех исследуемых участках процент проективного покрытия напочвенной растительности различается, что связано не только с преобладающими древесными породами, но и увлажненностью почвы. Чем выше влажность на участке, тем ниже процент проективного покрытия напочвенной растительности.

Как меру борьбы с пятнистостями листьев хотелось бы предложить уничтожение основного источника инфекции – опавших листьев; проведение санитарно-защитных мероприятий и химическую обработку деревьев растворами коллоидной серы (0.5–1 % концентрации) или их заменителями. Мерой борьбы с мучнистой росой дуба может служить

уничтожение молодой поросли вокруг деревьев; на часто страдающих от этой болезни участках, проводить 2–3-кратное опрыскивание насаждений серными препаратами.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. каф. экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева М.В. Тихоновой.

УДК 631.4

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ ЗАПАДА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

А.О. Курасова¹, А.О. Константинов²

¹Томский государственный университет

²Тюменский индустриальный университет,
kurasovalina@gmail.com

Some regions of middle taiga zone of Western Siberia are characterized by contrast soil cover related to the conditions of dissected relief. Such situation is typical for western parts of the territory which are located close to the Urals. The proposed paper presents the results of studying the soil cover of such territory, on the example of natural reserve Kondinskie Lakes. The results of the study showed that the soils within the site under consideration can be divided into 4 groups, depending on the specific lithological-geomorphological conditions.

Почвенному покрову среднетаежной зоны Западной Сибири посвящены многочисленные работы (Караваева 1973; 1982; Гаджиев 1976; 1977). В большинстве вышеперечисленных исследований основной акцент делается на изучение процессов почвообразования и организацию почвенного покрова для территории центральной части региона, в контексте прогрессирующего заболачивания. В тоже время, для некоторых районов среднетаежной зоны Западной Сибири характерен сильно расчлененный рельеф с большими перепадами относительных высот минеральных островов над болотами, что находит отражение в структуре и особенностях почвенного покрова. Такие геоморфологические условия характерны для северной части Кондинской низменности.

Почвы автономных позиций представлены подзолами иллювиально-железистыми (языковатыми). Для данных почв характерна умеренная мощность горизонта Е, наибольшее количество литоморфных включений, а также в двух из трех рассмотренных случаев – подстиление песков суглинком (возможно с признаками криодеформаций). Близ-

кое залегание плотных суглинистых отложений и многочисленные крупные включения на границе Е и ВF, вероятно, лимитируют мощность языков, глубина которых, как правило, не превышает 40–50 мм.

Для пологих террасированных склонов минеральных островов, характерно преобладание подзолов иллювиально-железистых. Для данных почв отмечается формирование более мощного горизонта Е с проникающими (до глубины около 1 метра) языками. Количество включений в целом меньше, чем в почвах вершин минеральных островов. Данная группа почв отличается наиболее разнообразным строением верхней части профиля за счет внегоризонтных морфонов.

Почвы трансаккумулятивных позиций (зона перехода между минеральными островами и болотами) могут быть классифицированы как подзолы глеевые иллювиально-железистые. Данные почвы имеют относительно короткий профиль и отличаются наименьшим количеством литоморфных включений или их полным отсутствием. Для высоких минеральных островов с крутыми склонами в таких позициях обнаруживаются погребенные подзолы и отдельные, обогащенные углями, прослои. В погребенных почвах также немногочисленны литоморфные включения, а мощность горизонта Е варьирует от 2 до 8 см. Почвы данной группы формируются в условиях постоянного гидроморфизма.

Почвы трансэлювиальной позиции (на крутом склоне) отличаются четкой горизонтальной слоистостью. Почвенный профиль состоит из неполноразвитых горизонтов, делювиального или даже эолового происхождения.

Таким образом, характер почвообразующих пород и позиция в рельефе определяют вариабельность почв данной территории. Из наиболее очевидных закономерностей можно отметить наличие прямой связи между количеством и размером литоморфных включений. Наличие подстилания суглинком с одной стороны и мощность горизонта Е, и внегоризонтных морфонов (языков) с другой.

Исследование поддержано Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 18-34-20129_мол-а-вед.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.П. Кулижским.

РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева

ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург
ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,
margoflams@mail.ru

There are soils of 3 morphogenetic types, 6 subtypes of relief in the Leningrad region (by K.K. Markov). Soils of accumulative type of relief are predominating. These are Albic Podzols, Entic Podzols, Gleyic Histic Albic Podzols, Gleyic Histic Albic Luvisols, Umbric Albic Luvisols, Gleyic Umbric Albic Luvisols. Soils of same type that can form on the different genetic types of relief: accumulative and mountain; accumulative and structural.

Рельеф как фактор почвообразования выполняет модифицирующую роль в процессе поверхностного и внутрипочвенного распределения влаги, солнечной энергии, а также перемещения твердых продуктов почвообразования. Такие функции рельефа связаны с его характеристиками: экспозицией склона, его длиной и формой, углом наклона, относительной высотой.

Для Ленинградской области характерен очень неоднородный рельеф, который представляет собой сочетание холмов и гряд, понижений, равнин, и в сочетании с другими факторами (пестрота почвообразующих пород, растительность, микроклимат, антропогенная деятельность) определяет пространственное (географическое) почвенное разнообразие. Большое географическое разнообразие почв характерно для сильно расчлененного сложного рельефа, а минимальное – для выровненных плоских участков.

На территории ЛО выделены почвы 3 морфогенетических типов, 6 подтипов рельефа (по К.К. Маркову).

Преобладающим типом рельефа на территории ЛО является аккумулятивный (насыпной), характеризующийся накоплением рыхлых четвертичных отложений в областях погружения. Характерными почвами камовых и моренных холмов являются подбуры, дерново-подбуры, подзолы, дерново-подзолы. В условиях моренных равнин распространены подзолистые, торфяно-подзолисто-глеевые, дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые почвы. На озерно-ледниковых равнинах, сложенных песчано-супесчаными отложениями, встречаются подзолы, подзолы глеевые, торфяно-подзолы глеевые. К равни-

нам, сложенным озерно-ледниковыми суглинисто-глинистыми отложениями приурочены подзолистые, дерново-подзолистые, элювиально-метаморфические, дерново-элювиально-метаморфические почвы. В условиях звонцовых холмов встречаются дерново-элювиально-метаморфические и дерново-подзолистые почвы. К озовым формам рельефа и зандровым равнинам приурочены подбуры, подзолы.

В прибрежной полосе выделены почвы морского аккумулятивно-го подтипа рельефа, характерными формами которого являются береговые валы и террасы, сложенные отложениями песчано-супесчаного гранулометрического состава. Характерными для них почвами являются псаммоземы.

Вдоль крупных рек и их притоков, представляющих собой слабо пониженные плоскохолмистые и плосковолнистые территории, выделены почвы аллювиальных равнин, сложенных аллювиальными отложениями песчано-супесчаного и суглинисто-глинистого гранулометрического состава. На таких отложениях формируются аллювиальные серогумусовые почвы разной степени оглеения.

На севере Карельского перешейка развит сельговый подтип горного структурно-тектонического типа рельефа, в условиях которого чаще всего можно встретить петроземы, литоземы серогумусовые, подбуры, дерново-подбуры, буроземы, стратоземы.

В условиях ордовикского плато выделены почвы структурного, или пластового типа рельефа, представленного плоскими, горизонтально залегающими пластами осадочных пород, устойчивыми к процессам денудации. Это агроземы структурно-метаморфические темные, а также агротемногумусовые почвы и карбо-литоземы темногумусовые.

На территории ЛО встречаются почвы одного и того же типа, которые могут формироваться на разных генетических типах рельефа: аккумулятивного (насыпного) и горного (структурно-тектонического); аккумулятивного (насыпного) и структурного (пластового). Например, дерново-элювиально-метаморфическую глеевую, серогумусовую глеевую почвы можно встретить и на пониженных равнинах ЛО, и в условиях межсельговых понижений Карельского перешейка. Темногумусовая почва формируется под богатой травянистой луговой растительностью и может встречаться на всей территории ЛО.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НУКУТСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНОЕ ПРИАНГАРЬЕ)

Д.Д. Ломовцева, Н.Д. Киселева

Иркутский государственный университет, lomovtzeva.dasha@yandex.ru

The Nukutsk region is the part of the Irkutsk region and covers an area of 240000 ha, agricultural land is 145077 ha. The predominant place in the soil cover of the territory is occupied by sod-carbonate soils. 93243 hectares are occupied by arable land, 3336.8 hectares are occupied by hayfields, 29650.6 hectares are occupied by pastures. Usable land borrowed Chernozems, Phaeozems and Umbric Leptosols. Processes of erosion and salt accumulation are common on the territory.

Земля – универсальный природный продукт, так как используется во всех отраслях народного хозяйства. Площадь земельного фонда России занимает 1712.5 млн га. На долю Иркутской области приходится 77484.6 тыс. га и большая часть территории занята землями лесного фонда – 89.48 % (69331.6 тыс. га). Нукутский район занимает площадь 240000 га, расположен в юго-западной части Иркутской области и входит в состав Усть-Ордынского бурятского округа. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения района составляет 145077 га, из них пашни – 84209 га, сенокосы – 5365 га, пастбища – 48176 га [2].

Рельеф территории исследования довольно сложный, в среднем абсолютная высота водоразделов колеблется около 600–700 м. В геологическом строении Нукутского района участвуют в основном древние осадочные породы кембрийского возраста и юры. Почвенный покров территории главным образом сформирован под влиянием своеобразных почвообразующих пород. Климат территории – резко континентальный. Основные водные ресурсы сосредоточены в бассейнах рек Ангары и Унги. В растительном покрове преобладают лиственничные, березовые травяные леса [1].

В состав района входят 12 хозяйств, занимающихся сельскохозяйственным производством. Под пашни отводятся самые удобные в плане освоения, и самые плодородные почвы – дерново-карбонатные занимают в структуре пахотных земель площадь в 40158.1 га; серые лесные – 14847 га; черноземы – 6375 га; лугово-черноземные – 1864 га.

Выпас травоядных животных происходит на пастбищах, где произрастают травянистые культуры. Почвы, используемые под пастбища и их площади: Дерново-карбонатные – 17280.8 га; черноземы – 7513.8 га; серые лесные – 1082.2 га; лугово-черноземные – 2519 га; луговые – 881.9 га; солончаки луговые – 372.9 га.

К сельскохозяйственным угодьям относятся и почвы, используемые под сенокосение. На этих территориях распространены следующие почвы: Дерново-карбонатные – 1347 га; черноземы – 938.5 га; серые лесные – 827 га; лугово-черноземные – 158.3 га; луговые – 881.9 га; солончаки луговые – 66 га.

На исследуемой территории Нукутского района, в почвах, находящихся под длительным влиянием антропогенного воздействия, нельзя не заметить отрицательных последствий. Площадь всех почв сельскохозяйственного значения данного района составляет 198908.8 га, из них подвержены дефляционной и водной эрозии 42556.1 га, засолены 2371.9 га, каменисты 1598.2 га.

Таким образом, в Нукутском районе ведущей отраслью хозяйствования является сельское хозяйство. Рациональное использование земельных ресурсов, с учетом свойств почв и других факторов, способствует созданию благоприятных условий для высокой продуктивности сельскохозяйственных угодий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беркин Н.С., Бояркин В.М. Иркутская область (природные условия административных районов) – Иркутск: ИГУ. – 1993. с.185–195.
2. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Иркутской области за 2016 год. – Издание Управления Росреестра по Иркутской области, 2017, – 111 с.

Работа рекомендована старшим преподавателем кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ Н.Д. Киселевой.

УДК 631.48

О ФОРМИРОВАНИИ КАРБОНАТНОГО И ГИПСОНОСНОГО ГОРИЗОНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Н. Минаева

Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону,
eminaeva@sfedu.ru

The differentiation of horizons in the soil profile allows us to judge the sequence and nature of soil-forming processes in the past. So, in ordinary chernozems, the sequence of salt horizons indicates a vertical downward flow of water. In Kastanozems traced upward current of moisture due to past influence of groundwater.

Дифференциация горизонтов в почвенном профиле позволяет судить о последовательности и характере почвообразовательных процессов в прошлом. Так на примере черноземов обыкновенных карбонатных и каштановых почв можно проследить разные причины их формирования.

Генезис карбонатных горизонтов черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона связан с многолетней динамикой атмосферных осадков. При этом верхняя граница и мощность горизонта накопления белоглазки определяется пульсирующим характером распределения суммы годовых осадков в многолетнем цикле. А средняя многолетняя глубина промачивания приходится на глубину залегания горизонта максимальных аккумуляций карбонатной белоглазки. Глубина залегания горизонта гипса и легкорастворимых солей (220–250 см) превышает максимальную глубину промачивания (187 см) (Морозов и др., 2017).

Рассчитаны глубины промачивания почвенного профиля автоморфных почв с учетом допущения единовременного поступления средней годовой нормы атмосферных осадков на дневную поверхность. Среднегодовое количество осадков в Ростовской области составляет 650 мм. Задача: выяснить возможность проникновения атмосферной влаги на глубину залегания легкорастворимых солей и гипса (210–250 см), если на поверхность единовременно поступит 6500 м^3 воды. Зная величины, характеризующие физические свойства черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона, проведен расчет полной влагоемкости почв по каждому административному району территории Нижнего Дона (Морозов и др., 2018). Расчет показал, что при полевой влажности почвы, соответствующей $W_{\text{ММВ}}$, и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. Поскольку горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса залегает на глубине 220–250 см, можно утверждать, что данный солевой горизонт не питается атмосферными осадками и его происхождение имеет реликтовый характер.

Для сравнения проведены расчеты единовременного поступления среднегодовой суммы осадков в зоне распространения каштановых почв. На Юго-Западе Ростовской области климат более засушливый, количество осадков в среднем составляет 482 мм. Поэтому профиль каштановых почв короче, чем профиль черноземов обыкновенных карбонатных среднемощных Нижнего Дона, и все горизонты менее мощные. До 90 % осадков, поступающих на дневную поверхность, проникает на глубину максимального скопления белоглазки 60–70 см, а расчетная глубина промачивания совпадает с глубиной залегания легкорас-

творимых солей (120 см), гипс залегает ниже 180 см. Такой порядок распространения легкорастворимых солей и гипса в профиле каштановых почв говорит о вероятности существования восходящего тока влаги в историческом прошлом, предположительно за счет более высокого уровня грунтовых вод, которые на данный момент находятся на глубине 20–40 м в зависимости от рельефа. И также свидетельствует о реликтовом характере горизонта скопления гипса в каштановых почвах.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.4

ОТРАЖЕНИЕ СТАДИЙНОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ГУМУСОВОМ ПРОФИЛЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ

А.С. Новикова

Томский государственный университет, nast1995@yandex.ru

Humus profiles as carriers of «soil memory» are considered on the example of alluvial soil of the central floodplain of the river Chulym (the South-Eastern part of Western Siberia). Identified several stages in the history of the development of soils differing in intensity and trend humus formation processes. It is connected with the change of the bioclimatic environment. It is shown that humus profiles integrally reflects and records the action over time of all factors of pedogenesis in its properties.

Гумусовый профиль, являясь носителем почвенной памяти, отражает в своем строении историю формирования почвенного тела.

Цель настоящей работы – выявить особенности гумусовых профилей аллювиальных почв центральной поймы р. Чулым (среднее течение).

Объекты исследования представлены серогумусовыми (дерновыми) глеевыми почвами, развитыми в межгрядных понижениях под лугово-разнотравной растительностью. Особенностью почв является наличие в профилях погребенных почв, что характерно для данного типа почвообразования, осуществляемого по синлитогенной модели.

Гумусовый профиль почв имеет сложное строение и несет информацию о чередовании периодов литогенеза и почвообразования. Характеристики состава гумуса погребенных почв резко отличаются от таковых в современной дневной почве. Последняя характеризуется фульватно-гуматным и гуматно-фульватным типом гумуса с доминированием бурых гуминовых кислот (ГК), что отражает современные биоклиматические условия среды и типично для почв южно-таежной и под-

таежной зон Сибири. Погребенные почвы отличаются более высоким содержанием гумуса гуматного и фульфатно-гуматного типа, преобладанием черных фракций ГК, связанных с кальцием, и более низкими величинами гумина.

Отмеченные особенности состава гумуса погребенных почв свидетельствуют о более высокой интенсивности и другой направленности гумусообразовательных процессов и соответствуют иной биоклиматической обстановке в период формирования системы гумусовых веществ в реликтовых почвах, развивавшихся по луговому (лугово-степному) типу. Скорее всего, гумусообразование во время функционирования погребенных почв как дневных протекало в условиях более теплых, чем современные, т.к. содержание ГК в реликтовых почвах превышает такое в современной. Учитывая близкий уровень накопления ГК в современной и реликтовых почвах, можно предположить, что влагообеспеченность территории в период формирования этих почв существенно не изменялась.

Вероятно, исследованные почвы прошли в своем развитии несколько стадий педогенеза в условиях невысокой скорости отложения аллювия в периоды потеплений и несколько стадий литогенеза с высокими скоростями седиментации в периоды похолоданий, что зафиксировано в их гумусовых профилях.

Таким образом, гумусовый профиль исследованных почв имеет сложное строение, что выражается в наличии нескольких зон, характеризующихся относительной аккумуляцией гумуса и иным соотношением компонентов системы гумусовых веществ в погребенных почвах. Сложность строения гумусового профиля изученных почв обусловлена их генезисом в условиях изменения гидротермической обстановки на протяжении периода формирования. Гумусовые профили в данном случае отражают сложную контрастную эволюцию и разные стадии педогенеза почв межгрядных понижений центральной поймы р. Чулым.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.В. Каллас.

ПОСТПИРОГЕННЫЕ ПОЧВЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА» И ЗАПОВЕДНИКА «КЕДРОВАЯ ПАДЬ»

В.М. Пискарева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
V.M.Piskareva@yandex.ru

Investigation was conducted for post-pyrogenic and background soils of the «Leopard Land» national park and the «Kedrovaja pad» natural reserve, which are affected by wildfires. In the course of the study, in most cases the organic matter content and reserves of organic carbon increased in post-pyrogenic soils. Also, the soils passed by fires were characterized by thicker humus horizons and higher pH values. In all soils, PAHs association included almost only light compounds. As the intensity and frequency of wildfires increased, the higher quantity and variety of PAHs was detected (max 170 ppb).

Природные пожары, спровоцированные травяными палами, являются угрозой для биогеоценозов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России. Помимо сгорания растительности и гибели живых организмов, огонь напрямую воздействует и на почвы. Изучение послепожарных почв на территории ООПТ, где влияние антропогенного фактора сведено к минимуму, дает возможность выявить последствия именно пирогенного фактора, что особенно актуально при изучении пирогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ, полиарены). Исследования проводились на юге Приморского края на территории национального парка «Земля леопарда» и заповедника «Кедровая падь». Точки опробования были заложены по катенам из-за сопочного характера рельефа территории. В ходе работы, были изучены почвы участков, горевших в разные года и с различной частотой (табл.).

Таблица. Характеристика ключевых участков.

Участок	Возраст гари*	Частота пожаров**	Количество разрезов
«Фон»	~ 100 лет	0	5
«Оленник»	~ 20 лет	0	3
«Придорожный»	3 года	3	4
«Нарвский»	3 года	9	3
«Тигровый»	1 год 3 месяца	8	5
«Пожарский»	3 месяца	15	5

Примечания: * Время с момента прохождения последнего пожара;

** количество пожаров 1995–2017 гг.

Пирогенный горизонт наиболее ярко выражен на участках с травянистой растительностью. Постпирогенные почвы отличаются значительным увеличением мощности гумусированных горизонтов и большими запасами углерода, скорее всего из-за увеличения количества корневого опада. При этом содержание органического углерода снижается, по сравнению с фоновыми почвами при ежегодном прохождении пожаров, что обусловлено формированием разреженной, угнетенной травянистой растительности. После прохождения пожаров значения pH в верхних горизонтах возрастают в некоторых случаях на 1–2 единицы. Такое сильное подщелачивание зольными элементами приводит к тому, что наименее кислым горизонтом становится приповерхностный. Наибольшие величины pH характерны для верхних горизонтов почв вершинных позиций. В фоновых почвах обнаружено довольно значительное количество ПАУ (до 170 нг/г). При этом в послепожарных почвах отмечается увеличение содержания полиаренов. Характерное для постпирогенных почв поверхностно-аккумулятивное распределение ПАУ по профилю было зафиксировано только в почвах наиболее часто и сильно горевшего участка «Пожарский». Качественный состав ПАУ на всех участках исследования характеризовался дифенилово-фенантреново-нафталиновой ассоциацией. В наиболее пострадавших от пожаров почвах обнаруживается уменьшение доли тяжелых соединений. В постпирогенных почвах все изученные показатели по мере увеличения возраста гари приближались к фоновым значениям, что свидетельствует о процессе самовосстановления почв.

Автор благодарен Т.С. Кошовскому за помощь при полевых исследованиях.

Работы выполнены в рамках проекта РНФ 14-17-00083.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.Н. Геннадиевым.

ГИДРОХИМИЯ РАСТВОРОВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОРЕЛЬЕФА (НА ПРИМЕРЕ МЕРЗЛЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Т.В. Раудина, С.В. Лойко

Томский государственный университет, tanya_raud@mail.ru

The Western Siberian bogs not only affect all components of nature but also depend on changes in the external factors. Increasing the peat soil active layer during climate warming will lead to DOC and related elements transfer increasing. Soil waters were sampled within different micro-landscapes (mounds/polygons, hollows, fen) of frozen flat mound palsa and

polygonal bog. The contribution of these micro-landscapes to the formation of hydrochemical runoff from bogs is not the same. In the studied micro-landscapes, electrical conductivity, concentrations of DOC (except Urengoy site), SO_4^{2-} , Al (except Pangody site), V, Mn (except Khanymey site) differ most significantly. Almost all the average element concentrations at all key sites were significantly higher on the mounds, compared with the hollows or fens. This is primarily due to the hydrophysical properties of peat and the soil water residence time, which is higher on mounds.

Западно-Сибирская равнина отличается феноменальной заболоченностью, что имеет как глобальную, так и региональную значимость. При потеплении климата мерзлые болота испытывают наиболее сильные изменения, связанные как с перестройкой внутриболотных ландшафтов, так и оттаиванием мерзлого торфа. Увеличение деятельного слоя болот приведёт к увеличению потоков растворенного органического углерода (РОУ) и связанных с ним элементов в водные системы. Исследования проводились на мерзлых бугристых и полигональных болотах севера Западной Сибири в пределах южной тундры (КУ «Тазовский», 67.37° с.ш.; 78.68° в.д.), лесотундры (КУ «Пангоды»; 65.87° с.ш.; 74.96° в.д. и «Уренгой»; 66.09° с.ш., 78.72° в.д.) и северной тайги (КУ «Ханымей»; 63.78° с.ш.; 75.61° в.д.). Изучаемые болота в морфологическом отношении представляют собой чередование мерзлых торфяных бугров (полигонов) различной высоты и формы с межбугорными понижениями (мочажины, топи). Вклад рассматриваемых элементов микрорельефа в формирование гидрохимического стока с болот неодинаков. На исследуемых ключевых участках (КУ) измеряли глубину мерзлоты, фиксировали растительность, делали описание почв. Пробы почвенной воды для последующих химических анализов, как правило, отбирали из торфяных олиготрофных почв. Подробнее выбранные методы отбора и анализа проб вод описаны ранее в работе Raudina et al., 2017.

Среди всех изученных параметров значимо ($p < 0.05$) в рассматриваемых формах микрорельефа различаются электропроводность для всех КУ, концентрации РОУ (кроме КУ «Уренгой»), SO_4^{2-} и Al (кроме КУ «Пангоды»), V и Mn (кроме КУ «Ханымей»). Не показали достоверных различий в пределах всех ключевых участков Cl^- , SUVA_{280} , K, Li, B, Na, Cr, Ga, Mo, Zn, Ba, Pb, Hf, W. Сравнение средних значений параметров почвенных вод бугров, относительно топей по всей выборке показало, что с фактором 1.5 ± 0.2 выше значения на буграх у РОУ, электропроводности, SO_4^{2-} , Cl^- , P, Sr, Al, Ti, Cu, V, B, Cs, Cd, Rb, As, U, редкоземельных элементов. Приблизительно равны значения на буграх и

в топиях у РНУ, Ca, Mg, K, Na, Li, Si, Ba, Fe, Mn, Ni, Cr, Zn, Mo, Pb, Co, Sb. pH в большинстве случаев оказались схожими, с чуть более высокими значениями в водах топей. Только на КУ «Ханымей» (3.5 ± 0.3 против 3.8 ± 0.2) и «Уренгой» (4.1 ± 0.2 против 4.6 ± 0.3) топи были достоверно менее кислыми. Наибольшая разница в средних значениях РОУ между формами микрорельефа обнаружена в пределах КУ «Пангоды» (31 мг/л), наименьшая в Уренгое (24 мг/л). В болотных водах КУ «Пангоды» выявлена и наибольшая средняя концентрация РОУ, составившая в почвах бугра 99 ± 45.9 , а почвах топи 68.8 ± 36 мг/л. Различия между микроландшафтами формируют катенарные неоднородности, связанные с гидрологическими режимами болотных микроландшафтов. Исследования проводились в меженный период, который характеризует бугры/полигоны в плане разгрузки верховодок в топи как бессточные участки. Поэтому в некоторой степени можно говорить об «испарительном» концентрировании растворов, что увеличивает различия между буграми и мочажинами. В мочажинах и топиях накапливается также больше снега весной, в связи с чем выше водозапасы. Помимо этого гидрофизические свойства торфяных почв бугров и мочагин различны. На буграх/полигонах залегает в 2–10 раз более плотный торф, с низкими коэффициентами фильтрации и водоотдачей, что способствует затруднительному перемещению почвенных вод, увеличению времени пребывания растворенных веществ, преимущественному их срабатыванию на испарение, а не на сток. Соответственно в пределах бугров/полигонов формируются более концентрированные почвенные растворы.

Таким образом, практически ни у одного элемента средние концентрации по всем точкам не были существенно ниже на буграх, по сравнению с топиями, что связано в первую очередь с гидрофизическими свойствами торфа и временем пребывания почвенной воды, которая на буграх на порядок выше, чем в мочажинах (до 14 раз).

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 16-34-60203 мол_a_дк).

УДК: 631.472.51; 631.421.1

МЕТОДИКА ОТБОРА И УЧЕТА РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: СРАВНЕНИЕ МОДИФИКАЦИЙ

И.С. Рыжиков, М.В. Лукин, А.К. Макаренко, Ф.И. Земсков

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, isrizhikov@yandex.ru

The litter fall sampling and quantification is a relatively simple, but informative data source for the phytocenosis production process. The work is devoted to the comparison of three litter fall trap editions of various sampling area by their sampling efficiency.

Наблюдения за динамикой поступления растительного опада лесных фитоценозов могут служить различным целям. Довольно информативным при своей относительной простоте является определение массы поступающего опада как таковой, позволяя в общих чертах оценить продукцию биомассы, а при наличии данных о запасах лесной подстилки – оценить и скорость биологического круговорота. На основе полученных данных и отобранных образцов возможно провести и более детализированные исследования, связанные с химическим составом опада, процессами его разложения, переноса его компонентов. Данные используются в различных моделях углеродного баланса и для определения индекса листовой поверхности, который служит мерой фотосинтезирующей биомассы. Работа по некоторым из этих направлений ведётся на лизиметрах и в Ботаническом саду МГУ с 2013 года, вызывая потребность в проверке использованных методик отбора, чему и посвящена представляемая работа.

Для сопоставления эффективности отбора опада были выбраны опадоуловители диаметром 16 см (0.0201 м^2) и диаметром 36 см (0.1018 м^2), а также сетчатые полотна площадью $\sim 2\text{--}4 \text{ м}^2$. Исследование проводилось в листопадные периоды, на лизиметрах и в Ботаническом саду. Периоды накопления опада равны для всех методов отбора. Сравниваются данные, пересчитанные в г/м^2 .

Сопоставление поступления опада в опадоуловители разной площади показало, что в ельнике Ботанического сада отношение поступления опада в большие опадоуловители к поступлению в маленькие составляет 1.08 (стандартное отклонение $\sigma = 0.12$, $n = 5$), в берёзово-кленовом насаждении – 1.25 ($\sigma = 0.27$, $n = 5$), в сосняке – 1.33 ($\sigma = 0.75$, $n = 5$). Высокое варьирование вынуждает нас подвергнуть сомнению последнее значение, однако результаты отвечают ожиданиям – наблюдалось, что крупный опад лиственных деревьев зачастую физически не помещался в маленькие опадоуловители, в то время как в ельнике опад

представлен преимущественно мелкими объектами. Коэффициент детерминации R^2 между данными по опад, полученными для маленьких и больших опадоуловителей составляет 0.92 при $n = 14$. На лизиметрах под ельником отношение поступления в большие опадоуловители к поступлению в маленькие составляет 0.90 ($\sigma = 0.90$, $n = 4$), в смешанном лесу – 1.46 ($\sigma = 0.18$, $n = 4$), в широколиственном – 1.98 ($\sigma = 0.77$, $n = 4$). Для двух типов опадоуловителей на лизиметрах $R^2 = 0.52$ при $n = 13$. Отметим, что в Ботаническом саду маленькие опадоуловители ставились в непосредственной близости к большим, в то время как на лизиметрах – на расстоянии ~ 1 м.

Сравнение данных для больших опадоуловителей и сетчатых полотен показало, что среднее отношение массы опада на полотнах к таковой в опадоуловителях составляет 0.89. Как и предполагалось, наименьшие отношения обнаружены для случаев, когда в опаде содержится существенное количество мелкого материала, который теряется через ячейки сетки: ельник – 0.68 ($\sigma = 0.09$, $n = 5$), березово-кленовый лес (с существенным поступлением хвои из лиственничника) – 0.61 ($\sigma = 0.10$, $n = 5$), лиственничник – 0.63 ($\sigma = 0.07$, $n = 5$). В сосняке это соотношение составляет 1.61 ($\sigma = 0.73$, $n = 4$), в тополёвнике – 0.84 ($\sigma = 0.38$, $n = 4$), в грабиннике – 0.97 ($\sigma = 0.11$, $n = 4$). $R^2 = 0.78$ для данных по полотнам и данных по опадоуловителям при $n = 6$.

Полученные данные по сетчатым полотнам наводят на предположение о наличии систематической ошибки, однако данные по опадоуловителям дают возможность сопоставить эффективность различной площади отбора.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.4

ПОЛИДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА ГОРНЫХ ПОЧВ ГПЗ «ВИШЕРСКИЙ»

П.Ш. Сайранова

Пермский государственный аграрно-технологический университет,
614000, Пермь, ул. Петропавловская, 23, s7p51996@yandex.ru

The constants of the dynamic equilibrium polydisperse system of mountain soils of the Northern Urals.

Одной из важнейших теоретических проблем почвоведения является проблема организации почвенных систем. Почвенно-физические свойства зависят от соотношения гранулометрических фракций, определяющих особенности структуры и функции на более высоких уровнях

организаций почвы, которые могут быть количественно описаны и спрогнозированы с помощью математической модели.

Цель исследования – изучить полидисперсную систему почв (ПСП) гор на Северном Урале. Объектом исследований являются горные почвы на хребте Чувальский Камень в пределах западного макросклона Северного Урала на территории заповедника «Вишерский». Северный Урал характеризуется наличием таких высотных поясов как: холодные гольцовые пустыни, горные тундры, подгольцовый пояс (березовые криволесья, парковые пихтово-еловые леса, луговые поляны) и горно-лесной пояс (темнохвойная елово-пихтовая тайга, светлохвойные сосновые леса). Почвенное обследование проведено с высоты 868 м н.у.м. (тундра) до 248 м (горно-лесной пояс). Диагностика почв проведена по классификации почв России. В образцах определены скелетность, гранулометрический состав почв пипет-методом. Константы динамического равновесия рассчитаны по В.С. Крыщенко [1].

Все почвы относятся к стволу постлитогенного почвообразования к трем его отделам. Морфологически были выделены диагностические горизонты альфегумусовый (*BHF*), железисто-метаморфический (*BFM*), структурно-метаморфический (*BM*).

Почвы характеризуются высоким содержанием камней (>3 мм). Профильное распределение фракций позволило условно объединить почвенные профили в четыре группы: элювиально-иллювиальный тип распределения – разрезы 15-17 (804 м н.у.м.), 14-17 (677 м), 13-17 (523 м), 17-17 (868 м); почти равномерное распределение фракций – 16-17 (810 м), 11-17 (252 м); прогрессивно-элювиальный – 12-17 (468 м), 10-17 (248 м) и бимодальный тип распределения – 9-17 (252 м).

При моделировании соотношений гранулометрических фракций установлена константа динамического равновесия ПСП, которая показывает, что физическая глина насыщена пылью. Причем, в почвах на высоте более 450 м н.у.м. эта константа выше, а максимально насыщенными пылью являются почвы горной тундры. Насыщенность горизонтов пылью нарастает к срединной и нижней части профиля почв. Степень насыщенности физической глины пылью варьирует от очень сильной до слабой степени насыщенности. На высоте более 800 м н.у.м. степень насыщенности физической глины пылью является наибольшей и менее дифференцированной по профилю, чем в почвах подгольцового и горно-лесного поясов. Наиболее дифференцированное распределение показателя отмечается в почвах подгольцового пояса на высоте 468–523 м н.у.м.

Таким образом, установленные соотношения гранулометрических фракций и степень насыщенности физической глины пылью в горных почвах указывают на преобладание процессов выветривания над почвообразованием.

Литература

1. Крыщенко В.С., Рыбнянец Т.В., Замулина И.В. и др. Моделирование отношений элементов полидисперсной системы почв с использованием эталона сравнения // Живые и биокосные системы. 2013. № 2. (URL <http://www.jbks.ru/assets/files/content/2013/issue2/article9.pdf>)

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

УДК 631.621

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОЧВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

А.Р. Сафин

Нижевартровский государственный университет,
ajnur.safin.1999@mail.ru

Water regime of soil determines reduction-oxidation reactions in soil. West-Siberian Plain is characterized by increased hydromorphism. The climate is characterized as humid climate, evapotranspiration – 1.1. Hydromorphic soils: Dystric Histosol, semihydromorphic soils: alluvial soils, autotrophic soils – podzol and albisol were analyzed for subject of moisture in the soil in the summer and winter periods. The results of autotrophic soils moisture are about 21 % on average. But, the reduction-oxidation reaction of these soils differs according to the values determined by the Indicator of Reduction in Soils or IRIS method.

Водный режим почв определяет окислительно-восстановительные процессы в почве. Западно-Сибирская равнина характеризуется повышенным гидроморфизмом. Климат характеризуется как гумидный, коэффициент увлажнения 1.1. Гидроморфные торфяные олиготрофные почвы, полугидроморфные аллювиальные почвы, мезоморфные почвы – подзол иллювиально-железистый и светлосём иллювиально-железистый анализировались на предмет влаги в почвенных профилях в летний и зимний периоды. Результаты влажности автоморфных почв в среднем около 21 %, однако, окислительно-восстановительный потенциал этих почв, по значениям определенным трубочками IRIS, разнится.

Гидрологический режим почв является основным показателем, определяющим водный баланс почв. Данный показатель необходим для инженерных расчетов в области лесомелиорации, рекультивационных мероприятий по восстановлению нарушенных земель, а также в области изучения экологических функций, определяющих взаимосвязь «почва-растение». Особую факторную роль в изучении гидрологического режима почв, в ходе исследования генезиса почв уделял В.В. Докучаев. А.А. Роде в своих трудах детально описывал теорию гидрологических процессов в почве. Ф.Н. Зайдельман исследовал гидрологические режимы почв Нечерноземья и обосновывал их важное значение в проведении мелиорационных мероприятий и улучшению качества земли.

В настоящем исследовании изучена влажность почв в летние и зимние периоды, с целью определения гидрологического режима почв таёжной зоны Западно-Сибирской равнины.

Основными объектами изучения гидрологических режимов являются почвы среднетаежной подзоны в пределах правобережья среднего течения Оби: гидроморфная почва – торфяная олиготрофная среднеразложившаяся почва, полугидроморфная почва – аллювиальная дерновая глеевая супесчаная почва, мезоморфные почвы – подзол иллювиально-железистый глееватый супесчаный, пылеватый и органо-криометаморфическая суглинистая пылеватая почва. Влажность образцов почв, разной глубины, измерялась термостатно-весовым методом, а также для органо-криометаморфической почвы и подзола иллювиально-железистого глееватого использовались поливинилхлоридные трубочки IRIS, которые вставлялись в верхние 60 см почвы на период 3 месяца.

В результате исследования было определено, что максимальной влажностью обладают торфяные олиготрофные почвы в летний период (от 1861 % в верхних горизонтах, до 4067 % на глубине 2 м), в этот период происходит связь почвенных и грунтовых вод. Аллювиальные почвы большую влажность имеют в зимний период (70 % в горизонте АУ и 28.7 % в горизонте С). Автоморфные почвы: подзол и органо-криометаморфическая почва обладают максимальной влажностью в органических горизонтах 116 % и 314 % в летний период, 157 % и 190 % в зимний период соответственно. Средняя влажность срединных почвенных горизонтов автоморфных почв – 21 %. Сезонная динамика влажности незначительная 2 %. Как показывают результаты стертого железа на трубочках IRIS, в подзоле иллювиально-железистом наиболее интенсивно происходят окислительно-восстановительные процессы, чем в органо-криометаморфических почвах.

Работа рекомендована к.г.н., доц. каф. географии ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет» Е.А. Коркиной.

МОРФОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ
ТИПОВ ПОЧВ НУКУТСКОГО РАЙОНА (ЮЖНОЕ ПРИАНГАРЬЕ)

А.С. Сташкевич, Н.Д. Киселева

Иркутский государственный университет, ephedra13@gmail.com

The article is called Morphoanalytical characteristics of the main types of soils of the Nukut region. The main idea of the article was aimed at studying the morphological and physico-chemical properties of the soil. In conclusion, it was concluded that the physicochemical properties of the main soil types of the studied territory correspond both to the morphological features and the features of their formation.

Изучение признаков почв имеет большое научное и прикладное значение. Морфология почв является основой для раскрытия генезиса, отражения процессов формирования и истории развития почв. Также на основе морфологических признаков можно предполагать физические и химические характеристики почв.

Цель работы – изучить морфологические и физико-химические свойства основных типов почв Нукутского района, Иркутская область.

На территории Нукутского района наиболее распространенными типами почв являются дерново-карбонатные (40158.1 га), серые лесные почвы (14847 га) и черноземы (6375 га). Меньше распространены лугово-черноземные почвы (1864 га) и луговые (4 га). Особенности почв района – развитие их под влиянием своеобразных почвообразующих пород, которые отличаются повышенным содержанием карбонатов, доломитов и гипса, а также резкоконтинентального климата с низким коэффициентом увлажнения. Почвы характеризуются в среднем тяжелоуглинистым гранулометрическим составом [1].

Дерново-карбонатные почвы приурочены к положительным формам рельефа и развиты на карбонатных верхнекембрийских отложениях. Морфологический профиль четко разделен на горизонты. Горизонт А ясно выражен (мощность в среднем – 10–50 см; гумус – 3–12 %), имеет хорошо выраженную комковато-зернистую структуру. Вскипание от 10 % HCl у типичных дерново-карбонатных почв с поверхности, у выщелоченных в иллювиальном горизонте, причиной вскипания являются карбонаты, которые морфологически выделяются в форме псевдомицелия. Реакция среды от слабощелочной до щелочной (7.5–8.4). Почвы обладают высоким содержанием обменных кальция и магния (до 20 мг-экв на 100 г почвы), что говорит о прямом воздействии почвообразующих пород и некоторых других свойств на содержание этих элементов в почвах.

Серые лесные почвы расположены по вершинам и склонам увалов различной экспозиции на элюво-делювии юрских пород карбонатного состава. Почвенный профиль (ПП) серых лесных почв четко разделен на горизонты по элювиально-иллювиальному типу. Переходы к следующим горизонтам хорошо заметны по цвету и плотности. Вскипание от 10 % HCl у серых почв может проявляться только в нижней части профиля, в связи с этим pH данного типа почвы варьирует 6.5–8.1. Наблюдается разделение ПП по гранулометрическому составу вследствие подзолистого процесса, % физической глины – 27–50.

Черноземы имеют место на равнинах, нижних частях склонов и увалов, древней террасы р. Ангара на делювиальных лессовидных отложениях, обогащенных карбонатами кальция и магния. Почвенный профиль черноземов отличается мощным гумусовым горизонтом (в среднем – 25–50 см; гумус – 6–12 %), постепенным переходом одного горизонта в другой и затечностью гумуса в виде языков. Подтипы черноземов выделяются по степени выщелоченности карбонатов: карбонатные вскипают от 10 % HCl с поверхности (pH – 8.4–9.3), выщелоченные – ниже гумусового горизонта (pH – 6.9–8.4).

Таким образом, рассмотренные физические и химические свойства почв соответствуют морфологическим признакам данных типов почв, а также особенностям их образования.

Литература

1. Ломовцева Д.Д. Структура земель Нукутского района Иркутской области / Ломовцева Д.Д., Киселева Н.Д. // Социально-экологические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 100-летию Иркут. гос. ун-та 23 апр. 2018 г. – Иркутск, 2018. – С. 302.

Работа рекомендована старшим преподавателем кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ Н.Д. Киселевой.

УДК 574:630

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

М.В. Тихонова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, tikhonova112@mail.ru

The influence of soil characteristics on the state of the stand in various microrelief variants. Dependence of the rock composition on the soil properties in the transect LOD RGAU-MSHA named after KA Timiryazev.

The forest – not only produces oxygen, levels the radiation background, but also maintains humidity, in the forest it is 15–20 % higher than in the city. The coniferous forest is especially valuable; it produces about 300 aromatic compounds, including volatile production, which kill many pathogens.

Ключевые слова: Лесная экосистема. Влажность почвы. Древо-стой. Напочвенный покров. Экология леса. Заболеваемость деревьев. Фитопатология. Экологическая оценка почвы и болезней древостоя. Органическое вещество. Древесный опад. Состояние древостоя.

Лесные территории занимают большую часть суши и образуют крупнейшие экосистемы. Лес – является легкими городских территорий. Состояние древостоя влияет на его способность улавливать большое количество вредных веществ, изменять влажность воздуха в районе, удерживать экологическую обстановку на благоприятном уровне.

Состояние леса и свойства почвы неразрывно связаны друг с дру-гом. Так переувлажнение почвы приводит к развитию болезней корне-вой системы и листьев. В зависимости от вида и состава насаждений, значения почвенных характеристик могут колебаться. Так же от свойств почвы может изменяться породный состав насаждений и напочвенной растительности. Климатические характеристики очень важны при фор-мировании здорового древостоя, т.к. влажность, ветер, резкие смены температур приводят к неизменным последствиям для функциониро-вания лесной экосистемы.

Исследования проводились на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени Тимирязева. Объект многолетних исследований, рекреа-ционная зона Северного округа Москвы. Отборы почвенных и листов-ных проб проводились по трансекте, заложенной с северо-востока на юго-запад, с различными характеристиками мезорельефа и учетом дре-весной растительности (рис.).

Определялась влажность почвы, влажность опада собранного на территории 1 м² с каждого ключевого участка, запас углерода в лесной подстилке и фитосанитарное состояние древостоя (табл.).

Максимальная влажность почвы на подошвах склонов, максималь-ная степень деградации древесной растительности на участке ПСВ, в свя-зи с сильным переувлажнением, заболеваемость деревьев составляет 40 % от всех учтенных на площади 10×10 м. В большей степени заболевае-мость проявляется на липе сердцелистной (*Tilia cordata*) – пятнистость листьев, которая приводит к потере декоративности и снижению защит-ных функций, а также хлороз, одним из показателей которого является диагностика нехватки питательных веществ в почве. К усыхающим видам древостоя на участке относятся – береза повислая (*Betula pendula*).

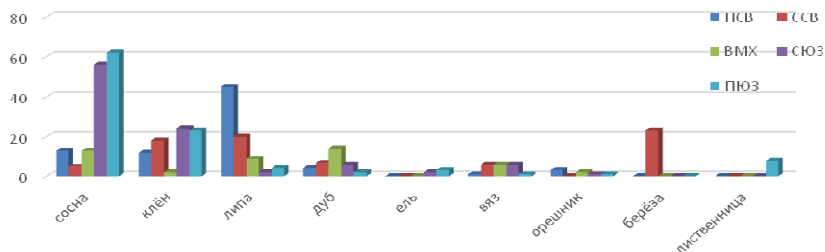


Рисунок. Породный состав древостоя.

Таблица. Характеристика состояния древостоя на исследуемых участках.

КУ	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Влажность почвы, %	5.12	3.94	4.47	3.56	6.00
Степень деградации напочвенного покрова	III	II	II	I	I
Заболываемость древостоя, %	40	30	20	5	10
Усыхающие деревья, %	20	10	10	5	5
Относительная влажность опада, %	36	38	56	48	42
Зольность опада, %	12.98	11.35	8.13	16.20	25.58
Запас углерода в лесной подстилке, %	9.04	7.62	8.38	10.32	11.98

Максимальный запас углерода в лесной подстилке наблюдался на участках, где основной древесной породой являются хвойные: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea abies*) и лиственница обыкновенная (*Larix sibirica*). В хвойном опаде данных участков зольность, по сравнению с листопадными в 2 раза выше.

Количество запаса углерода взаимосвязано со степенью деградации напочвенного покрова, т.к. питательных элементов не хватает, развитие растений происходит слабо, они подвержены прореживанию, что сказывается на качестве лесной подстилки, и приводит к пораженности древостоя и выпадению менее устойчивых видов.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Г. Смирновой.

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЗА 50-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

К.Д. Толстыгин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
smartman217@gmail.com

The report covers the issues of the physical and chemical properties of the soil (contact angle, ash level, pH and peat composition) changing over a 50-year period after the destruction of drainage reclamation systems. The report examined the interaction of properties, revealed their correlation. In addition, properties charts were drawn up, clearly showing their change. Furthermore, the work assessed the possibility of amelioration of peat soils and gave guidelines for the development of reclamation systems using modern software.

В современном почвоведении вопросы развития торфяных почв все еще остаются слабоизученными. Работа освещает процессы изменения свойств торфа за 50-летний период после разрушения мелиоративных дренажных систем, проводится анализ изменения свойств, а также создание моделей прогнозирования дальнейшего изменения этих свойств. Кроме того, была осуществлена попытка создания схем мелиорации этих почв при помощи современного программного обеспечения (AutoCAD, MapInfo).

Целью данной работы является анализ изменения свойств торфяных почв за 50-летний период. Для выполнения цели были поставлены следующие задачи: 1. изучить современное состояние торфяных почв в отобранных образцах, определить значения изучаемых свойств; 2. сопоставить современное состояние почв с архивными данными 1966 г.; 3. составить картосхемы свойств для определения пространственных границ изменения свойств; 4. разработать схемы мелиорации данных земель.

Объектом исследования стал опытный участок Всероссийского НИИ мелиорированных земель (ВНИИМЗ), расположенный в Дмитровском районе Московской области, в пойме реки Яхромы. Отбор образцов был произведен на основании имеющихся архивных данных, которые были составлены сотрудниками Центральной торфо-болотной опытной станции Ц.И. Минкиной, В.Я. Беяковой и Н.Д. Старцевой в 1966 году. Отбор образцов производился в 8 точках, соответствовавших разным типам торфа. Из каждой точки, при помощи бура было отобрано по 8 образцов через каждые 10 см, начиная с поверхности. В ходе работы были определены следующие свойства: краевой угол смачивания (методом си-

дядчей капли), зольность (методом полного сжигания), pH водной вытяжки, а также ботанический состав торфа (про помощи микроскопии).

В результате работы были определены корреляции между свойствами, составлены картосхемы свойств и определены современные границы участков различных типов торфа, разработана схема мелиорации данного участка, а также даны рекомендации по разработке таких схем.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Е.В. Шеиным.

УДК 631.466.3(571.54)

ВОДОРОСЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ ПРИОЛЬХОНЬЯ

Л.Н. Улановская

Педагогический институт Иркутского государственного университета,
ludmilka-caz@yandex.ru

The saline soils of the Olkhon region (Irkutsk region) were studied. Algae and cyanobacteria detected in soils. For the identification of algae accumulative cultures were used. It has been shown that cyanobacteria dominate in the studied samples. *Anabaena variabilis* Kützing ex Bornet & Flahault *cf. f. rotundospora* is a mass species for most samples. Diatoms and green algae are also found in soils.

В пределах России всесторонне изучены солёные озёра Алтайского края, Ширинского района Хакасии, содовые озёра Забайкалья, а минеральные озёра Приольхонья в альгологическом отношении практически не изучались.

Сведения о почвенных водорослях засоленных озёр Приольхонья немногочисленны. Их можно встретить в единичных работах.

Основные закономерности в распределении почв Приольхонья определяются строением поверхности, положением хребтов относительно господствующего переноса воздушных масс, разнообразием почвообразующих пород, влиянием водной поверхности оз. Байкал, биоклиматическими особенностями.

Образование засоленных почв обусловлено: современным соле-накоплением, связанным с выклиниванием напорных, глубинных, солёных вод хлоридно-натриевого или сульфатно-кальциево-магниевого, сульфатно-натриевого состава из пород кембрия; выносом солей, образующихся в результате выветривания и особенностей почвенно-биоклиматических условий; реликтовым засолением.

Засоленные почвы Приольхонья встречаются локально, Представлены преимущественно солончаками. Солончаки – неперенный компонент ландшафтов степей, образуются при участии минерализованных грунтовых вод и вод близлежащих солёных озёр. По мере увеличения засушливости территории их площади в структуре атмосферных осадков и особенностями водного режима.

Солончаки содержат большое количество карбонатов и гипса. В Тажеранской степи, имеющей ровную поверхность, распространены солончаки с выраженным карбонатным горизонтом.

Изучение почвенных водорослей проводилось по общепринятым в почвенной альгологии методам. Для выявления видового состава водорослей применялись накопительные водные культуры; для получения чистых культур, с целью более точной диагностики водорослей, использовались агаровые культуры. В качестве питательного раствора использовался раствор Бристоль в модификации М.М. Голлербаха.

Нами были исследованы почвы, взятые вблизи группы озёр Тажеранской озёрной котловины. Всего было исследовано 6 смешанных образцов почвы, отобранных возле озёр: Цаган-Нур, Шадар-Нур, Холбо-Нур, Нуху-Нур, Бур-Нур, Гурби-Нур.

В пяти пробах был обнаружен один и тот же вид, развивающийся в массе – *Anabaena variabilis* Kützing ex Bornet & Flahault cf. *f. rotundospora*. Для засоленных почв были отмечены такие цианобактерии как: *Gloeocapsa calcarea* Tilden, *Oscillatoria brevis* Kützing ex Gomont, *Oscillatoria tenuis* C.Agardh ex Gomont, *Oscillatoria sp.*, *Phormidium ambiguum* Gomont.

В почвах вблизи озера Шадар-Нур в культуре была определена *Spirogyra sp.*

Во всех пробах присутствуют диатомовые водоросли в основном представленные навикулоподобными клетками. В пробе с озера Нуху-Нур диатомовые водоросли представлены большим разнообразием, по сравнению с другими пробами.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.Н. Максимовой.

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ НА СЕВЕРНОМ БАСЕГЕ
(СРЕДНИЙ УРАЛ)

В.В. Хмелева

Пермский государственный агротехнологический университет,
samofalovairaida@mail.ru

Alpine humus soils were diagnosed in Krivoles'e and mountain tundra on the Northern Baseg mountain: podburs and podzols. The soils are characterized by an underdeveloped profile (<50 cm). The soils do not have morphologically expressed signs of gleing, are strongly skeletal. The profile distribution of rubble in podzols indicates the different origin of the mid-horizons, which may be of different ages. According to the grain size distribution, the most uniform profile is the podbur.

Альфегумусовые почвы наиболее распространены в тундровой и таежной зонах, и представлены разными типами *подзолов* и *подбуров*. Почвы отдела *альфегумусовые* формируются на щебнистых продуктах выветривания метаморфических или магматических пород, которые обеспечивают свободный внутрипочвенный дренаж. Строение и свойства холодных почв разнообразны и определяются особенностями их гранулометрического состава, характером сезонной мерзлоты и глубиной ее расположения. Характер мерзлоты влияет на развитие процессов в почвах.

На территории Пермского края наиболее холодные условия создаются в горной части (Северный, Средний Урал). В связи с этим, можно предположить формирование почв отдела *альфегумусовые*. Цель исследования: дать морфолого-генетическую характеристику почв отдела *альфегумусовые* по классификации и диагностике почв России. Исследования проводились в заповеднике «Басеги»

Хребет Басеги расположен в Средне-Уральской физико-географической горной области. Почвенные разрезы заложены в тундровом и подгольцовом поясах (криволесье). Окраска горизонтов определена по шкале М.И. Андроновой (1992).

Визуально отчетливо выделяются диагностические горизонты почв отдела *альфегумусовые*: *BHF* (*подбуры*), *E* (*подзолы*). Почвы характеризуются слаборазвитым профилем – 35–50 см и высоким содержанием скелета (табл.).

Таблица. Морфология почв отдела альфегумусовые.

Горизонт, глубина, см	Цвет горизонта		Скелет, %	<0.01, %
	характеристика	шкала		
Тундра, 811 м н.у.м., разрез 21, <i>Сухоторфяно-подбур грубогумусированный</i>				
ао, 3–10	Темно-красновато-серый	5–9	–	–
ВН, 10–20	Темно-бурый	4–9	49	38
ВНf, 20–32	Темно-красновато-серый	5–9	36	34
Вf, 32–48	Охристо-бурый	4–10	36	31
Подгольцовый пояс (криволесья), 751 м н.у.м., разрез 5, <i>Подзол грубогумусированный</i>				
ао, 4–10	Очень темно-красновато-бурый, буровато-черный	5–14, 4–15	9	–
Е, (10–17)	Светло-серый	3–9	40	44
ВН, (17–24)	Красновато-бурый	5–11	23	57
Вf, (24–30)	Желто-серый	3–6	63	47
Подгольцовый пояс (криволесья), 746 м н.у.м., разрез 7, <i>Подзол иллювиально-железистый грубогумусированный</i>				
АО, 0–10	Очень темно-красновато-бурый	5–14	17	–
Е1, (10–17)	Серый, темновато-серый	9–5.9–7	38	28
Е2, (17–26)	Светло-красновато-серый	6–4	9	27
Вf, (26–40)	Охристо-бурый, темно-охристо- бурый	4–10, 4–12	16	44

Генетическим признаком почв является наличие «грубого» гумуса в профиле. Преобладает окраска горизонтов бурого цвета с различными оттенками, а в подзолистых – серого цвета. Распределение щебня в профиле *подзолов* указывает на различное происхождение срединных горизонтов, которые могут иметь разный возраст. В подзолах отмечается дифференциация профиля по гранулометрическому составу, а *подбур* является более однородным по распределению механических элементов. Признаки оглеения в профилях почв не обнаружены, так как почвы испытывают свободный внутрипочвенный дренаж в летний период. Отсутствие оглеения указывает на наличие «сухой» мерзлоты при высоком содержании скелета и низком содержании мелкозема в почвах.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

Секция III

Физические процессы в почвах

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЕННЫЙ
МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ, ПРИ МОДЕЛЬНОМ
ЗАГРЯЗНЕНИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНОМА.И. Барбашев, Е.Ю. Константинова, С.Н. Сушкова, Т.С. Дудникова,
Т.М. Минкина, Е.М. Антоненко

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,

svetlana.sushkova.sfedfu@gmail.com

The paper presents the change in the particle size distribution during the model soil contamination with benzo[a]pyrene – pollutant of I hazard class, carcinogen and mutagen. The relevance of the study is due to the research importance of particle size distribution in the soil during inoculation of organic pollutants, since benzo[a]pyrene sorption is carried out by fine soil particles in the sorption and organo-mineral complexes, which can lead to hydrophobicity of soil particles. The studies performed under the model experiment conditions artificially polluted with benzo[a]pyrene and incubation period of 1 and 6 months. The granulometric composition of the soil of a model experiment was determined by laser diffraction method. A regular decrease in the content of medium and fine sand fractions was established after 6 months of benzo[a]pyrene incubation in the soil. For fractions of coarse, medium, fine, and fine and coarse silts, an increase in the percentage of particles with an increase in benzo[a]pyrene in the soil after 6 months of incubation was recorded.

Бенз(а)пирен (БаП) является одним из самых опасных органических поллютантов, представителем класса полициклических ароматических углеводородов, канцерогеном и мутагеном I класса опасности. Поскольку сорбция БаП в почвах осуществляется тонкодисперсными частицами почв, в составе сорбционных и органо-минеральных комплексов, актуальной задачей является определение гранулометрического состава почв. Целью работы было изучить влияние гранулометрического состава почв на сорбцию БаП в условиях модельного загрязнения.

В качестве объекта исследования заложен модельный эксперимент с эталонной почвой (общая пробоподготовка) из ООПТ «Персиановский» (Ростовская обл.), загрязненный БаП в концентрациях 100, 200, 400, 800 нг/г (ПДК – 20 нг/г) со следующими свойствами: физ. глина, – 52.3 %; ил – 29.6 %; гумус – 4.2 %; pH – 7.5; CaCO_3 – 0.2 %; NH_4^+ – 2.7 мг/100 г; P_2O_5 – 3.6 мг/100 г; K_2O – 39 мг/100 г; $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ – 32 мг-экв/100 г; ЕКО – 36 мг-экв/100 г. Почву помещали по 2 кг в вегетационные сосуды емкостью 4 л. На поверхность почвы вносили раствор БаП в ацетонитриле.

Повторность в опыте – трехкратная. Почву в сосудах инкубировали в условиях, близких к естественным, в течение 6 мес. Через 1 и 7 месяцев почву отбирали для определения гранулометрического состава и БАП.

Распределение гранулометрических фракций в образцах (весна), загрязненные БАП, показало, что во всех образцах преобладала фракция крупной пыли от 36.4 до 43.1 % от общего объема образца. Содержание фракций мелкой и средней пыли варьировало: 14.1–17.7 % и 11.5–14.5 %, соответственно. Фракции илов (коллоидный, тонкий и грубый) были обнаружены в небольших количествах 0.5–0.6 %, 2–2.5 % и 1.7–2.5 %, соответственно. Фракции песка мелкого, среднего и крупного отмечаются в образце в количествах равных 22.4–26.9 %, 1.4–4.7 %, 0.1–1 %, соответственно. Результаты изучения гранулометрического состава почв модельного эксперимента, проведенные спустя 6 месяцев инкубации (осенью) показали, что процентное содержание фракций ила находилось в диапазонах: коллоидный – 0.4–0.5 %, тонкий – 2.0–3.1 %, грубый – 1.8–3.4 %, соответственно. Содержание фракций пыли мелкой, средней и крупной составило: 14.1–21.5 %, 11.5–16.9 %, 38.7–43.7 %, соответственно; фракции песка мелкого – 11.0–26.9 %, среднего – 0–4.7 %, крупного – 0–0.9 %.

В результате исследований установлено, что при увеличении концентрации БАП от 1 до 40 ПДК в почве происходит снижение процентного содержания частиц фракции среднего песка (0.25–0.5 мм) от 4.65–1.4 %, соответственно. Через 6 месяцев инкубации данный показатель снижается до значений 4.65–0 %, соответственно. Корреляция между содержанием БАП в почве и фракциями среднего песка составила $R = -0.67$ весной и $R = -0.75$ осенью. Схожие тенденции обнаружены и для фракции мелкого песка (0.05–0.25 мм) от 26.9–25.4 %, соответственно, который снижается через 6 месяцев инкубации до значений 26.9–11 %, соответственно. Корреляция между содержанием БАП в почве и фракциями мелкого песка составила $R = 0.14$ весной и $R = -0.84$ осенью.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о закономерном снижении содержания фракций среднего и мелкого песка спустя 6 месяцев инкубации БАП в почве. Для фракций пыли крупной, средней, мелкой, а также ила тонкого и грубого зафиксировано повышение процентного содержания частиц с увеличением БАП в почве через 6 месяцев инкубации.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 5.948.2017/ПЧ, РФФИ № 16-35-60051.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

МАГНИТНЫЕ СФЕРУЛЫ
В ПОЧВАХ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ г. ПЕРМИ

К.В. Вырыпаева, С.Д. Трухин

Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова, vyrypaeva.ksenia@yandex.ru

Magnetic spherules are widely distributed in soils. Their origin is connected with the work of industrial enterprises of the metallurgical profile, thermal power plants and motor vehicles. The study of the morphology and composition of the magnetic particles of the soil makes it possible to identify the sources of pollution.

Магнитные сферулы достаточно широко распространены в почвах. Их происхождение связано с работой промышленных предприятий металлургического профиля, тепловых электростанций и автотранспорта. Изучение морфологии и состава магнитных частиц почв позволяет выявить источники загрязнения.

Изучались супесчаные урбо-дерново-подзолистые почвы под елово-сосновыми лесами правобережной части Пермской агломерации. Магнитная фаза была извлечена методом сухой сепарации из образцов сильно разложившейся лесной подстилки. Содержание магнитной фазы составило 0.3 % от массы исходного образца. Магнитная восприимчивость магнитной фазы составляет около $25000 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$.

Фазовый состав магнитных частиц изучен в геофизической обсерватории «Борок» Института Физики Земли РАН с помощью сканирующего электронного микроскопа «Teskan VEGA II». Элементный химический состав магнитных частиц определен с использованием энергодисперсионного спектрометра в комплекте с микрозондом «Teskan VEGA II».

Магнитные частицы в составе сильно разложившейся подстилки имеют преимущественно форму полых микросферул с разнообразной текстурой их поверхности (рис.).

По минералогическому составу – это преимущественно магнетит и маггемит с примесями алюмосиликатных частиц. Частицы магнитной фазы являются носителями тяжелых металлов: Cr, Ni, Mn, Zn, а также Ti и Mg – типичных элементов-примесей выбросов металлургических предприятий.

Техногенным источником полых сферул в подстилке почв лесов на правобережной территории Пермской агломерации могут быть выбросы цехов ПАО «Мотовилихинские заводы», имеющих почти трехсотлетнюю историю металлургического производства.

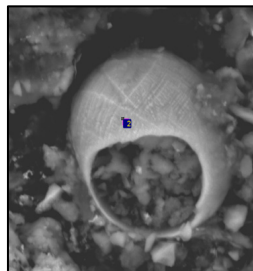
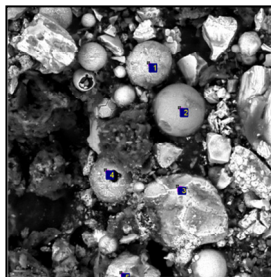
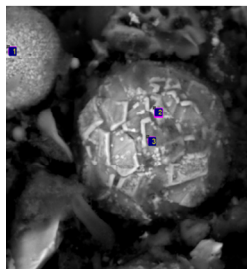


Рисунок. Магнитные частицы в составе лесной подстилки лесных почв Пермской агломерации.

Работа рекомендована к.с.-х.н., зав. кафедрой почвоведения
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ А.А. Васильевым.

УДК 631.425.4

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПОЧВ

Е.М. Илюшкова

Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева, li060698@yandex.ru

Ключевые слова: структура почв, педы, кутаны, плодородие почв.

The formation of soil structure is determined by soil formation factors and the soil-forming processes, but at the same time, the structure formed in the soil affects the physico-chemical and microbiological processes occurring in the soil profile and catena that determine soil fertility.

The outer and inner layers of the prismatic structural units of Albic Retisol differed in the content of water-soluble forms of calcium and magnesium. In the weakly cultivated soil Mg, Ca, respectively, in the outer layer of 3.2; 2.6 mg/l; in the inner layer of 4.2; 3.5 mg/l. In a well-cultivated soil in the outer layer Mg = 8.6; Ca = 7.6; K = 1.2 mg/l; in the internal 3.9; 3.8 and 0.9 mg/l.

Актуальность: агроэкологическая оценка структуры почв является важным компонентом при ведении сельскохозяйственной деятельности. Благодаря ей можно узнать, пригодна ли территория для выращивания какой-либо сельскохозяйственной культуры.

Цель: провести агроэкологическую оценку структуры почв.

Задачи: 1. установить свойства структурных отдельностей разного размера; 2. выявить свойства внешних и внутренних слоев структурных отдельностей; 3. определить биологическую активность морфогенетических полей; 4. рассмотреть влияние структурных отдельностей на биотесты; 5. проследить образование структур почв, как способа оптимизации агроэкологического состояния почв.

Объект исследования: структурные отдельности дерново-подзолистых почв;

Метод исследования: в результате работы был использован метод почвенной вытяжки $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с $\text{pH} = 4.8$.

Образование структуры почв определяется факторами почвообразования, протекающими почвообразовательными процессами, но, в тоже время, образовавшаяся в почве структура влияет на протекающие в профиле почв и катене физико-химические и микробиологические процессы, определяющие плодородие почв.

В проведенных исследованиях показано отличие химического состава фракций комковатой структуры разного размера. В черноземах фракции 10–3 мм содержание $\text{Ca} = 23.9 \pm 2.1 \cdot 10^3$ мг/л, $\text{Mg} = 9.5 \pm 0.2 \cdot 10^3$ мг/л; $\text{K} = 102.2 \pm 3.3$ мг/л; а во фракциях 2–0.25 мм содержание $\text{Ca} = 29.9 \pm 1.9 \cdot 10^3$ мг/л; $\text{Mg} = 10.8 \pm 0.7 \cdot 10^3$ мг/л; $\text{K} = 120.2 \pm 3.6$ мг/л.

Внешние и внутренние слои призматических структурных отдельностей дерново-подзолистой почвы отличались по содержанию водорастворимых форм кальция и магния. В слабоокультуренной почве Mg , Ca соответственно во внешнем слое 3.2 и 2.6 мг/л; во внутреннем слое 4.2 и 3.5 мг/л. В хорошо окультуренной почве во внешнем слое $\text{Mg} = 8.6$ мг/л; $\text{Ca} = 7.6$ мг/л; $\text{K} = 1.2$ мг/л; во внутреннем соответственно 3.9, 3.8 и 0.9 мг/л. Плоскость и ребра структурных отдельностей отличались по биологической активности.

Внесение пожнивных остатков растений и органических удобрений привело к повышению коэффициента структурности почв. При внесении в дерново-подзолистую почву 3 г. пожнивных остатков растений на 100 г. почв содержание агрегатов более 3 мм увеличилось с 0.11 % до 9.39 %. Внесение в полевых условиях в чернозем органо-минерального компоста привело к увеличению коэффициента структурности с 2.5 до 3.0.

Литература

1. Березин П.Н., Смирнова И.В. Применение фотографического метода для определения пористости агрегатов. Почвоведение, 2006 г, № 5, с. 546–552.
2. Бронникова М.А., Таргульян В.О. Кутанный комплекс текстурно-дифференцированных почв. ИКЦ, Академкнига, Москва, 2005 г., 197 с.

3. Савич В.И., Кауричев И.С., Шишов Л.Л. Окислительно-восстановительные процессы в почвах, агрономическая оценка и регулирование. Кустанай, 1999 г., 400 с.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.И. Савич.

УДК 631.415.12 : 631.823

ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕНСИВНОСТИ БУФЕРНОСТИ
И КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО РАВНОВЕСИЯ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
ПРИ ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БЕНТОНИТОМ

А.В. Козлов, И.П. Уромова

Нижегородский государственный педагогический университет имени
Козьмы Минина, a_v_kozlov@mail.ru

Purpose of real researches was analysis of indicators change of acid and main buffer action Albic Retisol in its interaction with high doses of bentonite clay. It was established, that due to initial alkaline and ion-exchange characteristics bentonite clay of the Zyrian field is capable to influence indicators of acid and main buffer action of sandy loamy Albic Retisol, increasing intensity of its buffer action by 85 % in an alkaline interval and the area of buffer action almost twice in an acid interval. There of acid and main balance index was displaced in alkaline party on 0.11 units, and degree of natural alkaline buffer tank increased by 34–58 %.

Кислотно-основное состояние почвы обеспечивает протекание большинства окислительно-восстановительных процессов в почвенном профиле, определяет степень трансформации органического вещества и минеральных веществ, формирует уровень подвижности большинства химических соединений в почвенном профиле. При этом почва обладает сопряженным комплексом буферных характеристик, обеспечивающих ее естественное химическое поддержание. Основу буферных свойств почв составляет равновесие химических реакций и потоков превращения продуктов почвообразования, протекающих между почвенным раствором, газовой фазой, микробиоценозами и органо-минеральной матрицей.

В научной литературе имеются исследования, показывающие положительные результаты внесения в почвы различных неклассических удобрительных веществ, к которым относятся, в том числе глины, минералосодержащие отходы, опоки и иные материалы. На фоне действия

данных веществ повышается доля водопрочных агрегатов в почве, содержание элементов питания, а также улучшаются условия для развития микроорганизмов. Многие из них обладают выраженными сорбционными свойствами в отношении приоритетных экотоксикантов агроэкосистем, а также ионообменными и каталитическими свойствами при взаимодействии с ППК. Вместе с тем сведений об оценке состояния почвенно-поглощающего комплекса и, в частности, состояния его кислотно-основной буферности при взаимодействии таковых природных материалов с почвой практически нет. Целью настоящих исследований явился анализ изменения показателей кислотно-основной буферности дерново-подзолистой почвы при ее взаимодействии с высокими дозами бентонитовой глины.

Микрополевой эксперимент проводили в течение 3-х лет (2015–2017 гг.) в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы Борского района Нижегородской области. Бентонитовую глину вносили в пахотный горизонт почвы в дозах от 3 до 12 т/га, после чего выращивали сельскохозяйственные культуры, сорта которых районированы по Волго-Вятскому региону. Почву с делянок отбирали после уборки урожая и анализировали на базе экологического лабораторного комплекса Мининского университета. В образцах определялся сдвиг pH суспензии в зависимости от концентрации добавляемой кислоты (0.1 н раствор HCl) или щелочи (0.1 н раствор NaOH) потенциометрическим методом по Аррениусу в модификации П.П. Надточего при помощи pH-метра-милливольтметра МАРК-903. На основе полученных значений рассчитывалась интенсивность буферности как количество кислоты (щелочи), необходимое для сдвига pH суспензии почвы на единицу, а также индекс кислотно-основного равновесия системы.

Было установлено, что за счет исходных щелочных и ионообменных характеристик бентонитовая глина Зырянского месторождения способна влиять на показатели кислотно-основной буферности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, повышая интенсивность ее буферности на 85 % в щелочном интервале и площадь буферности почти в 2 раза в кислотном интервале. Вследствие этого индекс кислотно-основного равновесия смещался в щелочную сторону на 0.11 ед., а степень естественной щелочной буферной емкости повышалась на 34–58 %.

Предполагается, что течение трех лет исследования взаимодействия бентонита с почвой в ней формируется определенный запас обменных соединений основных катионов, который оказывается наиболее сбалансирован относительно ППК почвы при внесении минимальной дозы глины (3 т/га).

ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ
ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

А.А. Лоншакова, Ф.С. Коркин

Нижевартровский государственный университет, МБОУ «Гимназия
№ 2» г. Нижневартовск, Shura5_lon@mail.ru

This research is devoted to the study of water permeability in the soils of the taiga zone of the West Siberian Plain. The results of the research show that gray-humus (AY) alluvial soils have the best water permeability. This is due to the physicommechanical properties of alluvial soils: physical sand – 60 % and physical clay – 10 %. Automorphic soils are Albic Podzols, which have good water permeability due to the coarse sandy particle size distribution; organo-cryometamorphic soils have a lower water permeability, it is because of the dusty granulometric composition of loamy rocks.

Водопроницаемость почв является необходимым показателем для расчетов в инженерно-мелиоративном строительстве. Для таёжной зоны Западно-Сибирской равнины, которая характеризуется развитыми обширными болотными комплексами и гумидным климатом проведение инженерно-мелиоративных работ является важными мероприятиями при землеустройстве.

Нами были исследованы гидроморфная почва – аллювиальная и автоморфные почвы – подзол иллювиально-железистый и органо-криометаморфическая почва. Водопроницаемость почв оценивали по шкале Н.А. Качинского, которая включает оценку водопроницаемости в 1 час впитывания, мм водного столба.

Результаты водопроницаемости аллювиальной серогумусовой почвы показали следующее: горизонт АУ сразу впитал воду и пошли капли, но с каждым промежутком времени почва пропускала меньше и меньше воды. За 30 минут прошло 728 мл воды. Горизонт С пропустил 2.6 мл воды, с 11 минуты пошли капли.

Подзол иллювиально-железистый показал хорошую водопроницаемость. В горизонте Е с 24 секунды была капли. На протяжении получаса через каждые пять минут почва пропускала по 100 мл воды и за пол часа по измерениям было пропущено 620 мл. Горизонт ВF пропустил 907 мл воды, капли пошли с 17 секунд, горизонт каждые пять минут пропускал в среднем по 150 мл. Горизонт С за 30 минут пропустил 905 мл и с 30 секунды пошли первые капли.

Органо-криометаморфическая почва показала наихудшую водопроницаемость. В горизонте BF с 16 минуты появилась капля, на 25 минуте появилась вторая, в итоге за полчаса пролилось лишь 1.6 мл воды. В горизонте CRM 1 капля была на 21 минуте, за полчаса прошло 1.1 мл воды.

Результаты гранулометрического анализа исследуемых почв (табл.) обращают внимание на увеличенное содержание пылевой фракции, которая затрудняет ход внутрипочвенной воды и свободной ее фильтрации.

Таблица. Гранулометрический состав почв.

Типы почв	Размер частиц, мм; содержание, %				Название механического состава
	>0.5	0.5–0.1	0.1–0.005	<0.005	
Аллювиальная серогумусовая	0	60	29.8	10.2	суглинок опесчаненный
Подзол иллювиально-железистый	0	75.8	22.3	1.9	супесь
Органо-криометаморфическая	0	12.2	80.1	7.7	пылеватый суглинок

Работа рекомендована к.г.н., доц. Е.А. Коркиной.

УДК 631.459

ПРОЦЕССЫ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ В ПРИОЛЬХОНЬЕ

Д.О. Мартынова

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»,
modammartynova@gmail.com

The soils of the Olkhon region have a number of features: a light grain size distribution and a shortened and gravelly profile. The soil specific of the climate and water regime of the soil contribute the erosion process development, which aggravated by active recreational activities. It leads, to restruction of the water protection function.

Приольхонье расположено в центральной части западного Прибайкалья. Территория представлена степными и лесостепными ландшафтами.

Почвы исследуемой территории обладают рядом особенностей: облученным гранулометрическим составом верхних генетических горизонтов, укороченностью и щебнистостью профиля, слабой выщелочен-

ностью, наличием гидратированных пленок окислов железа и кремнево-карбонатных корок на обломках пород различного химического состава, практически полным отсутствием солей, конкреционных новообразований карбонатов и гипса.

Почвы, формирующиеся непосредственно на поверхности обнажений массивно-кристаллических пород под слоем накипных и пластинчатых лишайников, представлены петроземами гумусовыми типичными. Почвы понижений склонов, чаще всего северной экспозиции, сформированы в маломощной мелкоземистой или щебнисто-мелкоземистой толще, подстилаемой на глубине не более 30 см плотной породой – литоземы светлогумусовые. В лесостепном поясе юго-восточных склонов распространены серо-гумусовые (дерновые) почвы на обломочном материале. На юго-восточном склоне Приморского хребта большое распространение имеют светлогумусовые почвы. Степная растительность, произрастающая на них, сильно разрежена, поверхность почвы нередко покрыта тонким песчаным.

Существенные влияния на свойства почв, особенно неполноразвитых, оказывает скелетность, определяемая содержанием механических элементов крупнее 1 мм. Наличие в почве большого количества скелетного материала приводит к ухудшению физических свойств, резкому снижению влагоемкости и обеспеченности почвы питательными веществами.

По гранулометрическому составу почвенные разности можно отнести к супесчаным и легкосуглинистым с преобладанием фракции мелкого песка. Высокое содержание крупнопылеватых частиц в верхнем горизонте свидетельствуют о его распыленности и слабой оструктуренности. Легкий гранулометрический состав почв обуславливает качества, определяющие их склонность к смыву и размыву – это очень незначительная водоустойчивость агрегатов, способных распадаться от нескольких капель дождя при любом намачивании. Наличие на небольшой глубине водоупора даже при легком гранулометрическом составе обуславливает подверженность почв к эрозионному смыву. Как правило, смыв приурочен к действию талых вод и ливневых дождей, которые проводят дополнительную дезагрегацию поверхностного слоя и сортировку материала.

Несмотря на то, что годовое количество осадков на территории исследования минимальное для оз. Байкал (200–300 мм), процессы водной эрозии представляют опасность, так как большая их часть выпадает в летний период в виде ливней. В условиях разреженной степной растительности, трансформирующейся под воздействием рекреационной нагрузки, а также расширения зон неупорядоченных грунтовых дорог эрозионная опасность возрастает.

Работа рекомендована к.г.н., н.с. Т.И. Знаменской.

ТОМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОВОГО
ПРОСТРАНСТВА ПОЧВ: ВЗАИМОСВЯЗЬ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

И.А. Мигдисова, К.Н. Абросимов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
ira-mig@yandex.ru

Comparison of Calcic Chernozem aggregates porosity of size of 3–5 and 7–10 mm, determined by the classical method of paraffination and microtomographic method, showed that the microtomographic porosity exceeds the classical values due to the analysis of closed porosity. It is shown that the determination of the binarization threshold and the micro-tomographic resolution, which should be no higher than 1 μm per pixel, is of primary importance.

На данный момент в почвоведении для количественной оценки почвенных характеристик существует множество методов – как классических, так и современных. Для того чтобы понять, насколько корректно применение новых методов в почвоведении, необходимо установить соответствие между значениями, полученными традиционными методами и современными. Так как метод томографирования является неразрушающим, это позволяет провести его сравнительную оценку с методом парафинирования.

Целью данной работы является сравнение результатов изучения порового пространства агрегатов, полученных классическим методами парафинирования и методом рентгеновской микротомографии.

Задачи: 1. проведение томографического исследования и классического определения пористости этих же агрегатов методом парафинирования; 2. визуальная оценка морфологических различий в структуре порового пространства для агрегатов разных размеров в разных горизонтах чернозема типичного по 3-D томограммам; 3. томографическое исследование состояния агрегатов после парафинирования; 4. сравнение результатов, полученных в ходе применения разных методов.

Объектом исследования послужили агрегаты размером 3–5 и 7–10 мм из горизонтов Апах и С чернозема типичного (Курская область). Томографическая съёмка проводилась при двух разрешениях – 1 мкм и 16 мкм на пиксель. При томографическом анализе были получены фотографии порового пространства агрегатов и проведена его реконструкция с последующей обработкой данных с помощью специализированных программ CT-Vox и CT-Analyze. Важным этапом обработки явля-

лась бинаризация изображения. После этого этапа в программе СТ-Analyze были получены данные о различных значениях пористости (открытая, закрытая, общая и т.д.). Метод парафинирования был использован в классическом варианте (Вадюнина, Корчагина, 1985).

В ходе расчётов было установлено, что пористость агрегатов наименьшего размера (3–5 мм в диаметре), определенная методом томографирования, значительно превосходит значения, полученные методом парафинирования. Объясняется это неточно подобранным порогом бинаризации (шум принят за поры) и погрешностью, вызванной лишним объемом парафина на поверхности агрегата. Однако значения, полученные при томографировании с разрешением 16 мкм, очень сильно расходятся с данными, полученными методом парафинирования. Такое различие вызывает необходимость дальнейших почвенно-гидрологических исследований, совмещенных с томографией более высокого разрешения.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Е.В. Шеиным.

УДК 631.43

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОЧВЕННО-ГРУНТОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Р.С. Решетов, Д.А. Погожев, М.М. Кошелькова, А.А. Лентина,
А.И. Безруких, А.А. Гир, А.А. Костылёв, Т.В. Чернова
Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет им. Н.Э. Баумана (Национальный
исследовательский университет)», rs-reshetov@yandex.ru

The theses present the results of experimental studies and mathematical modeling of the content of the necessary components in the soil-soil mixture (in terms of available moisture) and calculated in a specially prepared computer program. According to the results of the study, the optimal ratio of peat, sand and loam for soil-soil mixtures of the Moscow region.

Целью исследований являлось определение состава почвенно-грунтовых смесей, обеспечивающих запас высокопродуктивной влаги для создания зелёных насаждений в условиях Московского региона. В ходе исследований решались следующие основные задачи: установление оптимального соотношения компонентов почвенно-грунтовой смеси экспериментальным способом и с помощью математической модели (по запасу доступной влаги), а также подготовка компьютерной

программы для облегчения расчетов по необходимому соотношению и объемам необходимых компонентов смеси.

В качестве компонентов использовались: торф верховой (84 % содержания органического вещества); средний суглинок (содержание физической глины 30–40 %, преобладающий размер агрегатов 0.5...5.0 мм); аллювиальный песок. Запас доступной влаги определялся по наименьшей влагоемкости и влажности разрыва капилляров. Различия полученных данных достоверны на 5 % уровне значимости.

Согласно проведенным экспериментам, оптимальным соотношение верхового торфа, песка и суглинка в смеси для Московского региона приблизительно по 1/3 части. По данным математического моделирования оптимальный состав компонентов имеют следующие значения: верхового торфа – 0 %; песка – 5 и 25 %; суглинка – 95 и 75 % соответственно; верхового торфа – 5 %; песка – 5, 25 и 45 %; суглинка – 70 и 50 % соответственно; суглинка – 90, 70 и 50 % соответственно; верхового торфа 25 %; песка – 4, 20 и 67 %; суглинка – 71, 55 и 8 % соответственно.

Программа для расчёта оптимального объёма компонента смеси по заданным параметрам написана на языке C#. Состоит из двух блоков: графического и функционального.

Функциональный блок отвечает за расчёт объёма компонента по правилам и законам, изложенным в статье. Графический блок отвечает за предоставление пользователю удобного и интуитивно-понятного интерфейса для взаимодействия с функциональной частью программы.

Работа рекомендована к.с.-х.н., PhD, доц. О.В. Кормилициной.

УДК 631.43

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ УСИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ ПОД КОМПЛЕКСНЫМ ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ (ЗАГРЯЗНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДАМИ НЕФТИ, ВОДНЫЙ РЕЖИМ, РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ)

В.С. Токмакова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
tokmakova6172@yandex.ru

Water retention curve is very important for soil physics and reclamation. The paper examines the re-cultivated of oil-contaminated soils with different hydrologic conditions and different vegetation. The methodic recommendations of working with a membrane press were given, a WRC were

built and also we compared the moisture content of wilting plants obtained in different ways. According to water retention curves, the comparison of soils on different sites was carried out.

Современный мир пока еще зависим от энергетических ресурсов, скрытых в недрах нашей планеты. В свою очередь с добычей нефти неизбежно связаны ее разливы. При этом основная экологическая нагрузка обрушивается на почву (если добыча производится не на шельфе). Вследствие этого страдают ее плодородие и регуляторные функции. Важно определить степень воздействия нефтепродуктов на почвенный покров с целью разработки актуальных мер борьбы с остатками загрязнений и расчетом экономической целесообразности работ на конкретных территориях. Основная гидрофизическая характеристика помогает дать сравнительную оценку изменению физического состояния почв, поскольку зависит от гранулометрического и агрегатного состава, плотности почвы, количества и качества солей и органического вещества. Таким образом, можно сравнить участки почв, обладающих разными свойствами. При помощи метода «секущих» по А.Д. Воронину можно оценить почвенно-гидрологические константы, например, наименьшую влагоемкость и влажность устойчивого завядания. На основе ВЗ мы можем подобрать растения-мелиоранты, которые улучшат физические и химические свойства почв после разлива и при этом будут хорошо себя чувствовать в данной среде.

Целью данной работы было построение средней части ОГХ (рF 3–4.2); определение влажности завядания растений с помощью секущих Воронина и методом вегетационных миниатюр. Объектом данной работы явились образцы верхнего горизонта почв Усинского района Республики Коми. Четыре из них были с остатками углеводородного загрязнения, которые отличались по водному режиму и наличию растительности (автоморфная: с растительностью и без растительности, гидроморфная: с растительностью и без растительности). Также было произведено изучение образца фоновой тундровой глеевой почвы незагрязненного участка. Перед тем, как приступить непосредственно к выполнению определения основной гидрофизической характеристики на вышеуказанных образцах, была отработана методика работы с мембранным прессом на очищенном кварцевом песке диаметром 0.4–0.8 мм и 0.5–1 мм, а также на синтетическом песке диаметром 0.76 мкм фирмы Eijkelkamp. Определение влажности завядания было определено на тех же образцах, в качестве растения-индикатора ВЗ была использована пшеница сорта Юка (озимая).

Определение основной гидрофизической характеристики производилось на мембранном прессе фирмы Eijkelkamp.

Результатом данной работы явились построенные кривые вододерживания для всех вышеуказанных образцов. Получено хорошее схождение кривых для песка различного диаметра, в зоне давлений от 3.0 до 4.2 pF. Это показывает, что аппарат работает нормально, методика была отработана. Далее были изучены ОГХ почв нефтезагрязненной территории. Ниже дана сравнительная оценка кривых, относительно друг друга. Наихудшими показателями вододерживания обладает гидроморфная почва, не покрытая растительностью. Гидроморфная же почва, у которой есть растительный покров, очень хорошо удерживает воду даже при высоких давлениях. Обе автоморфные почвы обладают достаточно хорошим показателем вододерживания, однако у той, что покрыта растительностью, процесс водоотдачи более плавный и сглаженный.

Также было произведено сравнение влажности устойчивого завядания растений, полученной экспериментально и с помощью секущих А.Д. Воронина по ОГХ. Рабочей гипотезой было, что они будут одинаковыми. Однако она не подтвердилась, и между этими значениями существуют существенные, однако, закономерные различия.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. З.С. Ежелевым.

УДК 631.431

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ФАЗ НАБУХАЮЩИХ ПОЧВ

Я.В. Хорьякова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
Yana.Borovicova@yandex.ru

The limits of plasticity. Swelling, shrinkage. Soil-hydrological constants. Density of the soil.

A particular case of the indicated problem, we consider the contradictions and inaccuracies that arise in the study of the physical-mechanical and water-physical properties of the soil. It is important not only to determine the limits of soil moisture, but to compare these values with soil-hydrological constants. With this approach, the parameters we are studying, such as plasticity limits, swelling, shrinkage, etc., can, in addition to ideas about the technological properties, act as genetic features of the soil.

Рассматривая почву как систему, исследователь должен ставить перед собой задачу изучать не только отдельные ее свойства, но и функциональные связи, существующие между отдельными элементами системы. Особый интерес представляет изучение взаимосвязи между твердой и жидкой частями почв. В основу такого подхода положено изучение физико-механических свойств почв. Поскольку физико-механические свойства почвы проявляются в некотором интервале влажности, задача сводится к установлению с использованием известных аналитических методов определений пределов влажности, соответствующих гидрологическим константам, в диапазоне которых проявляются набухание–усадка и пластические свойства почвы.

Объектами исследования являются поверхностные горизонты преобладающих типов почв Ростовской области.

Проведенные исследования позволили выявить следующие закономерности, характерные для набухающих почв: 1. предел влажности, соответствующий максимальной молекулярной влагоемкости ($W_{\text{ММВ}}$) соответствует нижнему пределу пластичности (W_p); 2. содержание влаги, соответствующее максимальному капиллярному насыщению почвы ($W_{\text{НВ}}$), количественно равно верхнему пределу пластичности (W_L); 3. число пластичности (I_p) соответствует максимальному количеству капиллярной влаги, характерному для исследуемой почвы; 4. градации консистенции почвы, которые устанавливаются по пределам пластичности и влажности, могут быть соотнесены с почвенно-гидрологическими константами; 5. влажность набухания (W_n) соответствует $W_{\text{НВ}}$, а влажность усадки (W_y) – максимальной молекулярной влагоемкости ($W_{\text{ММВ}}$).

Пластические свойства почвы проявляются в диапазоне капиллярной влажности, при переходе от адсорбированной формы к капельно-жидкой, поглощаемой и удерживаемой почвой за счет капиллярных сил. Так, предел влажности, соответствующий максимальной молекулярной влагоемкости $W_{\text{ММВ}}$ гор. А₁ чернозема обыкновенного карбонатного среднемощного (ООПТ «Приманычская степь») равен 14.1 % и соответствует нижнему пределу пластичности W_p .

Содержание влаги, соответствующее максимальному капиллярному насыщению почвы ($W_{\text{НВ}}$), количественно равно верхнему пределу пластичности W_L . Максимальными значениями верхнего предела пластичности характеризуется гор. А_d лугово-черноземной почвы, что составляет 50.6 %.

Работа рекомендована к.б.н., доц. каф. почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета И.В. Морозовым.

Секция IV

Минеральное питание растений

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
РАСТЕНИЙ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ
ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ

Т.В. Абрамова

Агрофизический научно-исследовательский институт,
г. Санкт-Петербург, tv_ardasheva@mail.ru

In the laboratory experiment it is shown that the introduction of biochar into the soil leads to a change in the pH and concentrations of macronutrients in the wash water from the organogenic horizon of Albic Retisol.

Актуальность работы связана с расширением применения биоугля в сельском хозяйстве и отсутствием разносторонних научных исследований о его влиянии на накопление, миграцию и выщелачивание основных элементов питания растений в почвах. Выщелачивание часто является важным аспектом в круговороте питательных веществ в сельском хозяйстве. Воздействие биоугля на выщелачивание питательных веществ из почв неоднозначно и варьирует в зависимости от типа биоугля и питательных веществ, поэтому характеристики сорбции питательных веществ биоуглем следует изучать до его использования в конкретном проекте по мелиорации почвы.

Исследования проводили в долгосрочном лабораторном эксперименте в регулируемой агроэкосистеме. Для исследований использовали органогенный горизонт дерново-подзолистой супесчаной почвы и мелкую фракцию (<1 мм) биоугля, из древесины широколиственных деревьев. Опыт включал 4 варианта: почва + пшеница (Пп); почва + биоуголь 20 т га^{-1} + пшеница (ПБп); почва + удобрение: 120 кг N га^{-1} , $135.2 \text{ кг P га}^{-1}$, 259 кг K га^{-1} + пшеница (ПУп); почва + биоуголь 20 т га^{-1} + удобрение: 120 кг N га^{-1} , $135.2 \text{ кг P га}^{-1}$, 259 кг K га^{-1} + пшеница (ПБУп). В эксперименте почву в ведрах на протяжении трех месяцев поливали высокими дозами воды (400 см^3), соответствующими максимальному количеству осадков в естественных условиях (20 мм) и определяли концентрацию доступного азота, фосфора, калия и значение pH в промытых водах по стандартным методикам.

Установлено, что внесение минеральных удобрений в почву приводит к подкислению почвенного раствора, а при одновременном внесении удобрения и биоугля этого не происходит, что связано со щелочной природой биоугля. Выявлено, что внесение биоугля в почву одновременно с минеральными удобрениями приводит к более равномерному вымы-

ванию ионов аммиака с почвенным раствором; снижению содержания подвижного фосфора в почвенном растворе, что может быть связано с адсорбцией биоуглем как HPO_4^- , так и органических соединений фосфора; более равномерному вымыванию калия с почвенным раствором (рис. 1 а, б). Содержание всех исследованных элементов в промывных водах снижется со временем, исключение составляют нитраты, содержание которых несколько возросло в середине эксперимента (рис. 1 а).

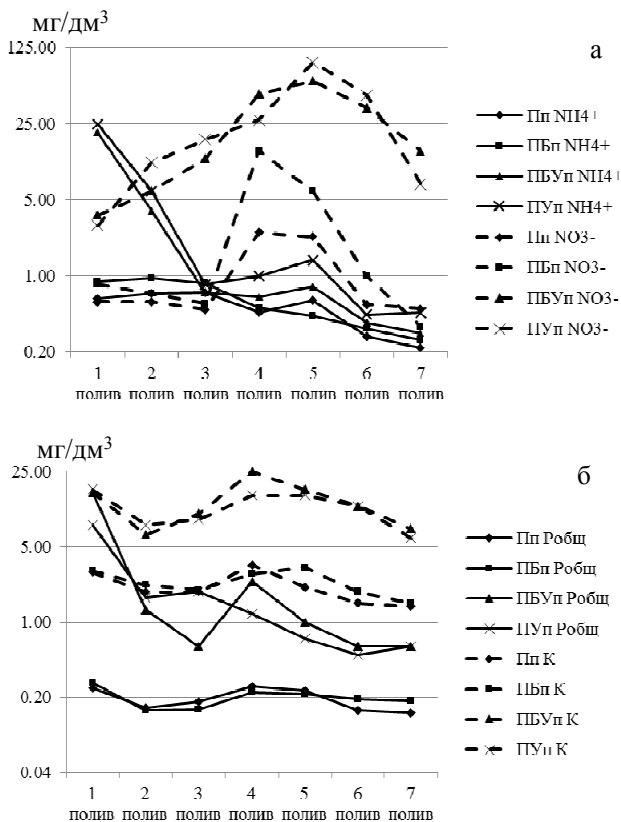


Рисунок 1. Содержание доступных питательных элементов в промывных водах в течение проведения эксперимента: а – доступного азота (NH_4^+ , NO_3^-); б – доступного фосфора ($\text{P}_{\text{общ}}$), калия (К).

Работа рекомендована к.б.н., заместителем директора по научной работе Н.П. Бучкиной.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРОГЕЛЯ И КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ МАЛОГО РИЗОТРОНА

А.В. Аннабаева, Т.Н. Данилова

ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт
Россельхозакадемии Гражданский проспект, 14, Санкт-Петербург
alena_lagoda@mail.ru

Проблемы управления водным режимом почв, особенно в условиях прогнозируемого изменения климата в сторону аридности в отдельных регионах России, во многом могут решаться путем улучшения водоудерживающей способности почв, то есть оптимизации водной стратегии и повышения продуктивности и качества почв, за счет применения синтезированных гидрогелей полиакриламида для регулирования ими водного режима.

Поведение гидрогелей в почвенных порах корнеобитаемого слоя на сегодняшний день остается не до конца изученным. Поэтому необходимо более детальное рассмотрение процессов поглощения и водоотдачи почвенного раствора гидрогелем в поровом пространстве почв, а так же изучение методики взаимодействия системы гидрогель – почвенно-растительная система.

Для изучения взаимодействия гидрогеля с корневой системой был поставлен модельный эксперимент по исследованию влияния гидрогеля на развитие корневых систем зерновых культур в условиях малого ризотрона. Для это был разработан малый ризотрон с гидрофильными прокладками. Вегетационная установка предназначена для исследования динамики роста корневых систем растений на пористой вертикальной тонкослойной корнеобитаемой среде с целью проведения физиолого-биохимических и микробиологических исследований, изучения поглощения питательных веществ из растворов, а так же реакции растений на физические, химические и другие воздействия на корни и надземную часть растений. Ризатрон дает нам возможность визуального наблюдения за корневыми системами растений на протяжении всего онтогенеза, при моделировании действия различных абиотических и биотических факторов.

Созданная нами серия ризотронов нового типа предусматривает интенсивное выращивание различных растений, при свободном естественном размещении корневых систем на поверхности влагонепроводящего пористого материала при неограниченном снабжении корней растений водой, элементами минерального питания и воздухом. При этом

сохраняются все преимущества непрерывности снабжения корневых систем водой, элементами минерального и органического питания, а также кислородом воздуха, что присуще «идеальной» макроструктурной почве при оптимальном ее влагосодержании. А также устраняются все лимитирующие факторы трехмерных систем, возникающие в результате изменения их физических и гидрофизических свойств при нарастании корневых систем в онтогенезе растений.

В состав установки входят технологический комплект с облучательным устройством на основе ламп. Технологический комплект состоит из четырех отдельных блоков с вертикальными пленочными корнеобитаемыми средами. Каждый блок имеет автономную систему обеспечения растений питательным раствором, что позволяет одновременно проводить исследования в четырех независимых вариантах. Для максимального обеспечения корней растений питательным раствором используются лавсановые ткани.

Каждый отдельный блок для выращивания растений имеет съемную дверцу, которая позволяет вести наблюдения и необходимые исследования над корневыми системами в любое время в течение всего онтогенеза растений.

В качестве источника элементов минерального питания в опыте предлагается использовать однонормальный раствор Кнопа. Семена пшеницы предварительно проращивались в чашках Петри при комнатной температуре (контроль – в растворе Кнопа и как вариант непосредственно в набухшем гидрогеле), а затем высаживались в малый ризотрон по 10 штук на секцию.

В результате наблюдения были выявлены следующие закономерности: в варианте без гидрогеля корневая система растений пшеницы развивалась достаточно хорошо, при этом в варианте, где растения высаживались вместе с гидрогелем, развитие корневой системы не происходило. Из этого можно сделать вывод, что наличие гидрогеля, в какой-то степени, тормозит развитие корневой системы растения. Это может быть связано с тем, что у растения отсутствует необходимость развивать более мощную корневую систему. Необходимо продолжить изучение влияния гидрогеля на развитие корневых систем растений. Для этого нужно более детально проработать метод выращивания растений в условиях малых ризотронов.

Работа рекомендована д.ф.-м.н., проф. И.Б. Усков.

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА
«ЛЮБАВА» НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНЫХ УЧАСТКОВ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Е.А. Белозерова

РГАУ-МСХА, им. К.А. Тимирязева, lizaveta.belozerova@mail.ru

At the ecological hospital, in the concept of organo-mineral farming, research was conducted on the action of new promising bio-fertilizers. Bio-fertilizers improve the productivity and quality of the crop, help in restoring the soil, and contribute to increasing the profitability of production. In the process of growing crops faced with the problem of preserving the crop from crop pests.

В последнее время все заметнее становится тенденция перехода на органическое сельское хозяйство. Это обусловлено многими причинами, одна из которых: защита окружающей среды. Для удовлетворения растущего спроса на продовольствие и дальнейшего улучшения качества продукции, сельскохозяйственное производство в мире придется увеличить примерно на 70 % к 2050 году. Это может быть достигнуто только путем устойчивого развития сельского хозяйства, с учетом экономических, экологических и социальных требований.

Цель исследования: осуществить оценку состояния почв и продуктивность сельскохозяйственной культуры на экологическом стационаре РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; показать на фоне применения минеральных удобрений и биопрепаратов рост и развитие культур; дать характеристику полученной урожайности.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: наблюдение стадий роста и развития культур; анализ эффективности внесенных удобрений и биопрепаратов. Изучение проводили в 4-х польном севообороте.

На экологическом стационаре в концепции органо-минерального земледелия было проведено исследования по действию новых перспективных биоудобрений. Биоудобрения улучшают продуктивность и качество культуры, помогают в восстановлении почвы, способствуют увеличению рентабельности производства. В процессе выращивания культур столкнулись с проблемой сохранения урожая культуры от сельскохозяйственных вредителей.

Схема опыта: первый вариант использовался как контрольный. Через определенный период времени была заметна разница в скорости развития яровой пшеницы, на варианте № 3 рост и развитие было интенсивнее, количество зерен в колосе было 18, в то время как на варианте № 1 количество зерен составляло в среднем 12 зерен. Также заметна разница в высоте растений, так на участке № 1 высота составляла в среднем от 50–80 см, а на участке № 3 высота растения от 70–90 см.

Таблица. Урожайность пшеницы, т/га.

Схема опыта	1 вариант (Naa)	2 вариант (Naa+ Агринос 1, Агринос 2)	3 вариант (Naa+БисолбиФит)
Урожайность	2.07	2.04	1.94

Из данных по урожайности видно, что более продуктивный вариант был контрольный. Этому могло способствовать то, что несмотря на опережающий рост, в результате стрессовых факторов на 3 варианте было выражено снижение налива зерна.

В течение вегетационного периода проводился мониторинг роста и развития растений по фазам, систематическое наблюдения биометрических показателей. На основе данных, полученных при отборе биомассы, до окончательной продуктивности можно отметить положительное влияние биопрепаратов на прирост биомассы пшеницы, так до внесения биопрепаратов биомасса контрольного варианта была выше (31.2 г/м^2), чем на варианте 2 (29.2 г/м^2) и варианте 3 (28 г/м^2), после внесения биопрепаратов на варианте 1 (53.6 г/м^2), на варианте 2 (68.8 г/м^2), на варианте 3 (80.8 г/м^2). Также, в результате проведения опыта было повышено содержание аммонийного азота в пахотном горизонте: 36.7 мг/кг до внесения и 47.5 мг/кг после внесения удобрений и обработок биопрепаратами, однако содержание аммонийного азота за время проведения опыта резко сократилось с 24.5 мг/кг до 7.2 мг/кг , что может свидетельствовать об интенсификации азотного питания.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.М. Джанчаровым.

ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ И ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ ПОД НУТ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ
В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Васильченко, Г.В. Метлина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»)
г. Зерноград, wasilchenko12@rambler.ru

There has been determined a positive dependence of productivity on the reserves of productive moisture and available nutrition elements in the soil. The largest coefficients of correlation between chickpea productivity and nitrate nitrogen ($R = 0.63$) and changeable potassium ($R = 0.64$) content in soil layer of 0–30 cm have been noted in the germ phase and mobile phosphorus ($R = 0.76$) content in soil layer of 0–30 cm have been noted in the flowering phase.

Нут – одна из самых засухоустойчивых и жаровыносливых культур в мире. В результате проведенных полевых опытов в России была выявлена отзывчивость нута на применение различных агроприёмов, таких как нормы высева семян, дозы минеральных удобрений, применение минеральных удобрений и биопрепаратов для обработки семян и растений по вегетации.

С почвенным раствором растения получают питательные вещества необходимые для формирования урожайности. Наибольшее содержание всех изучаемых элементов питания в слое почвы 0–30 см в фазе всходов было отмечено в наиболее урожайном 2015 году: $N-NO_3$ – 13.5, P_2O_5 – 22.8, K_2O – 350 мг/кг, а наименьшее в засушливые 2012 и 2013 годы: $N-NO_3$ – 10.1 и 10.3; P_2O_5 – 21.7 и 21.5; K_2O – 342 и 337 мг/кг.

Усвоение всех питательных веществ во все годы исследований на формирование урожайности нута продолжалось до полной спелости, где и достигало своего минимума. В благоприятном по увлажнению 2015 г. потребление $N-NO_3$ из почвы на формирование урожая от всходов до полной спелости составило 6.8 мг/кг, в то время как в засушливые 2012 и 2013 годы значительно меньше 2.1 и 2.4 мг/кг почвы. Аналогичная закономерность отмечается и по поглощению P_2O_5 – 4.5 мг/кг против 1.0 и 0.9 мг/кг, а также K_2O – 29.0 против 10.0 и 5.0 мг/кг почвы соответственно. В благоприятные по увлажнению годы темпы и количество потребления элементов питания из почвы значительно выше, чем в засушливые.

Проведение корреляционного анализа показало на положительную связь урожайности нута с содержанием элементов питания в пахотном слое почвы. Наиболее высокой по нитратному азоту ($R = 0.63$) и обменному калию ($R = 0.64$) она была в фазе всходов, а по подвижному фосфору в фазе цветения ($R = 0.76$).

Эффективным агроприёмом при возделывании нута является предпосевная инокуляция семян штаммами ризоторфина, способствующая улучшению показателей полевой всхожести и сохранности растений к уборке до 88.2–91.8 % и 84.1–85.9 % соответственно.

Применение биопрепаратов для обработки семян нута оказало положительное влияние на показатели структуры урожая нута. Масса семян с растения и масса 1000 семян достоверно превышали контроль во всех вариантах опыта, с наибольшей прибавкой при обработке семян KZ-2013 – 0.79 г и 16.4 г. соответственно. Урожайность зерна нута изменялась под влиянием применяемых штаммов ризоторфина. Во всех вариантах существенно превышала контроль, прибавка составляла от 0.22 до 0.49 т/га или 10.8–24.3 %.

Важной составляющей оценки применяемого агроприёма является его экономическая эффективность. Возделывание нута во всех вариантах опыта экономически выгодно. Высокие цены на зерно нута способствуют получению условно-чистого дохода на уровне 11417–18066 руб./га и рентабельности 61.4–93.7 %. Биоэнергетическая оценка эффективности возделывания нута показала, что применяемые биопрепараты способствовали получению более высокого чистого энергетического дохода и приращения энергии урожая на 5.13–7.96 ГДж/га. Наименьшая энергоёмкость продукции – 5.19 ГДж/т при наибольшем значении коэффициента энергетической эффективности – 3.41 отмечались при обработке семян ризоторфином (KZ-2013).

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЮБИЛЕЙНАЯ 80
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СЕЛЕНА

Ю.М. Вигилянский, И.И. Серегина, С.Л. Белопухов, И.И. Дмитриевская
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, smilerds@yandex.ru

The largest grain mass was obtained in the variant with complex pesticide treatment together with foliar treatment of plants with selenium. There was a significant increase in grain weight, as well as improvement of the structure of crops.

Микроэлементы в жизни растений играют не менее важную роль, чем макроэлементы, они также являются необходимыми растению наряду с азотом, фосфором, калием. Селен является одним из важнейших элементов в питании растений. Недостаток селена в растениях негативно сказывается на их росте и развитии, а также устойчивости к негативным факторам окружающей среды. Нами было установлено, что обработка селеном в виде селенита натрия способна увеличить не только урожайность растений, но также улучшать биохимические показатели качества. Следует отметить, что наибольшее влияние селена было отмечено в опытах с совместными применениями селена и азотных удобрений. Применение селена способствовало увеличению сбора сырого протеина и улучшению других показателей качества.

Целью наших исследований являлось изучение влияния селена на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Юбилейная 80 в условиях применения химических средств защиты растений.

Для решения поставленной цели был заложен микрополевой опыт на опытном поле кафедры агрономической, биологической химии и радиологии при РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследований являлась яровая пшеница сорта Юбилейная 80. Селен применяли в форме селенита натрия – 0.01 % раствор соли селена. Применяли его путем намачивания семян и опрыскиванием вегетирующих растений. Пестицидная нагрузка на растения создавалась путем применения фунгицида бункер, инсектицида Дишанс, гербицида Аминка.

Наибольшая масса зерна получена в варианте с комплексной обработкой пестицидами совместно с фолиарной обработкой растений селеном. Наблюдалось достоверное увеличение массы зерна, а также улучшение структуры посевов.

Работа рекомендована д.б.н., профессором кафедры агрономической, биологической химии и радиологии И.И. Серегинной.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННОЙ КРИВОЙ
ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА («ОЛР ТЕСТ»)
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ
ЖЕЛЕЗОМ И АЗОТОМ

И.А. Ганичев, А.Г. Рюмин

Санкт-Петербургский государственный университет,
ganichevilya@gmail.com

In this article parameters of the chlorophyll fluorescence induction curves promising for early diagnosis of iron deficiency in cucumber plants are shown.

Дефицит азота (N) и железа (Fe) в почве – важные факторы, лимитирующие продуктивность сельскохозяйственных культур во многих регионах мира. Низким содержанием биологически доступных форм N характеризуется большинство наземных экосистем, низкое содержание Fe у растений встречается преимущественно на карбонатных и переизвесткованных почвах, занимающих около 30 % поверхности суши [1]. Сходство визуальных симптомов дефицита N и Fe у растений (желтая окраска листьев) может приводить к ошибкам в диагностике минерального стресса этих разновидностей, если диагностику осуществлять с помощью приборов, измеряющих концентрацию хлорофилла в листьях.

Использование параметров индукционной кривой флуоресценции хлорофилла («ОЛР-тест») расширяет возможности «классических» исследований параметров флуоресценции хлорофилла и позволяет достаточно быстро оценить влияние различных стрессовых факторов на процесс фотосинтеза [3]. Кроме того, анализ параметров индукционной кривой флуоресценции хлорофилла может быть перспективен для быстрой оценки жизнеспособности растений и понимания взаимосвязи между структурой и функцией фотосинтетического аппарата. Однако, опубликованные к настоящему времени результаты по применению этого теста для диагностики минерального статуса растений неоднозначны [2, 3].

Цель настоящей работы – оценить перспективы использования «ОЛР теста» для диагностики обеспеченности растений огурца Fe и N.

Методика проведения эксперимента описана ранее [4]. Флуоресцентные параметры рассчитывали по формулам, предложенным R.J. Strasser, A. Srivastava и M. Tsimilli-Michael [5].

В результате проведенных исследований идентифицированы параметры ОЛР-теста, перспективные для быстрой диагностики недостат-

ка Fe в растениях: V_I – относительная флуоресценция на шаге I, отражает способность ФС I (фотосистема I) и её акцепторов окислять восстановленный пластохинон; Φ_{D0} – квантовая эффективность рассеивания энергии; TR_0/RC – поток энергии возбуждения, улавливаемой одним реакционным центром в начальный момент освещения адаптированного к темноте листа; DI_0/RC – общее количество энергии, рассеиваемой одним реакционным центром в виде тепла, флуоресценции или переноса к фотосистеме I (ФС I). Увеличение значений этих параметров регистрировали уже на третьи сутки после исключения Fe из питательного раствора. В этот же период при Fe-дефиците наблюдали достоверное снижение параметров Φ_{P0} , Φ_{E0} , Φ_{R0} , RE_0/RC и δ_{R0} . Φ_{P0} – максимальный квантовый выход фотохимической реакции в начальный момент времени, указывает на вероятность захвата энергии поглощенных фотонов; Φ_{E0} – квантовая эффективность переноса электронов от Q_A^- далее по цепи транспорта электронов; Φ_{R0} – квантовый выход восстановления конечных акцепторов электронов на акцепторной стороне ФС I; RE_0/RC – поток электронов, переносимых через один активный реакционный центр и редуцирующий крайние акцепторы на акцепторной стороне ФС I; δ_{R0} – вероятность, с которой электрон от переносчиков между ФС I и ФС II восстанавливает конечные акцепторы электрона на акцепторной стороне ФС I. При дефиците N в отличие от дефицита Fe эти параметры на третьи сутки помещения растений в стрессовые условия оставались неизменными.

На пятые сутки дефицита N в питательном растворе наблюдали достоверное увеличение параметра ET_0/RC . Он характеризует поток электронов, переносимых через один активный реакционный центр в начальный момент времени ($t = 0$). При дефиците Fe и одновременном дефиците N и Fe значения ET_0/RC оставались неизменными.

Литература

1. Vose P.B. Iron nutrition in plants – a world over-view // Journal of plant nutrition 1982, Vol. 5, 233–249.
2. Kalaji H.M., Oukarroum A., Alexandrov V., Kouzmanova M., Brestic M., Zivcak M., Samborska I., Cetner M., Allakhverdiev I., Goltsev V. Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by in vivo chlorophyll a fluorescence measurements // Plant Physiology and Biochemistry 2014, Vol. 81, 16–25.
3. Гольцев В.Н., Каладжи Х.М., Паунова М., Баба В., Хорачек Т., Мойски Я., Коцел Х., Аллахвердиев С.И. Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата // Физиология растений 2016, № 6, 881–907.

4. Ганичев И.А. Рюмин А.Г. Диагностика обеспеченности растений азотом и железом с помощью метода импульсной флуориметрии хлорофилла. Материалы Международной научной конференции XXI Докучаевские чтения. Санкт-Петербург, 2018, с. 480–308.

5. Strasser R.J., Srivastava A., Tsimilli-Michael M. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples in Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation and Adaptation, eds. Yunus, U. Pathre, and P. Mohanty (London: Taylor and Francis, 2000), 443–448.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» научного парка СПбГУ (Проект № 109-8412).

Работа рекомендована к.б.н., доц. К.Л. Якконеном.

УДК 631.95:631.84:631.4

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ
ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ N_2O В ПАХОТНЫХ
ДЕРНОВО-УРБОПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИНГИБИТОРОМ УРЕАЗЫ

П.К. Глушков

Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева,
pavel.glushkov@hotmail.com

The most effective factor in increasing yields is that fertilizers should be considered as a means of regulating not only the food regime, but above all the intensity and volume of the small biological circulation of matter and energy flows in an agroecosystem disturbed by the alienation of matter and energy from the crop. The currently existing principles of using mineral fertilizers only to a certain extent take into account the regularities of the cycle of substances in agrocenoses.

При рассмотрении влияния агрохимических средств повышения урожайности на природную среду первостепенное значение имеет азот. Азотные удобрения решают проблему белка, и, следовательно, уровень продуктивности земледелия и животноводства. При нарушении же технологии их применения они могут оказать существенное негативное воздействие на биосферу – почву, воду, атмосферу, растения, а через них – на животных и человека. Потери азота из удобрений бывают довольно значительными. Ранее проведенные эксперименты

показывают зависимость газообразных потерь продуктов трансформации азота из удобрений.

В Нечерноземной зоне в среднем вымывается 10–15 кг/га нитратного азота, на супесчаных почвах – 20–25 кг/га, а на суглинистых – до 10 кг/га. В годы с нормальным увлажнением эти показатели снижаются примерно вдвое. В целом же способность почвы удерживать питательные элементы определяется ее разновидностью, но всегда она ограничена. Поэтому избыток элементов питания, внесенных в почву с удобрениями, является потенциальным источником их вымывания.

Оптимизация азотного питания растений предусматривает мониторинг сроков внесения азотных удобрений в соответствии с биологическими требованиями растений.

На основании теоретических исследований была выдвинута гипотеза о том, что при основном внесении различных форм удобрений наименьшая иммобилизация будет проходить при условии наличия ингибитора денитрификации, в частности кальция. Также, немаловажным было оценить масштаб газообразных потерь суммарного азота по усредненным значениям в каждой из основных фаз вегетации.

По итогам проведенного исследования максимальные усреднённые значения по эмиссии закиси азота отмечены в фазах колошения и молочной спелости зерна, минимальные – во время всходов.

Максимальный сток выявлен на вариантах с применением Карбамид UTEC и КАС в фазе всходов, что составило $-0.346 \text{ мг N}_2\text{O м}^{-2} \text{ день}^{-1}$. Возникающий сток может быть объяснен изменением в потреблении растениями ячменя азота из почвы и из удобрений в зависимости от фазы развития, а также динамичными показателями активности микроорганизмов, вследствие действия как совокупно, так и в отдельности факторов почвенной температуры и влажности.

Максимум эмиссии отмечен в фазе молочной спелости на варианте с применением CAN и составил $0.794 \text{ мг N}_2\text{O м}^{-2} \text{ день}^{-1}$. Определен тренд постепенного роста эмиссии, который описывается уравнением $y = -0.1753x + 2.017$. Таким образом, можно дать прогноз динамики газообразных потерь азота из дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв центральной части России. Пути к снижению данного процесса, антагоничного иммобилизации, является прежде всего агроэкологически сбалансированное применение удобрений, включающих в свой состав пролонгаторы, являющиеся, в свою очередь, и мелиорантами, и ингибиторами нитрификации, выступая регуляторами в балансе поступления и потерь минерального азота в агроценозах, особенно на ранних стадиях формирования биомассы ячменя.

ВЛИЯНИЕ ПИРОУГЛЯ ИЗ ЛИПЫ
НА РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

И.А. Гусева, К.А. Гордеева

Казанский (Приволжский) федеральный университет
gusevaira92@bk.ru

A model experiment was conducted on the effect of pyroogl on the growth indices of radish in greenhouse conditions.

Пироуголь – продукт, получаемый из различных травянистых и древесных остатков, а также из отходов животноводства с помощью пиролиза, при ограниченном доступе кислорода и различных температурных режимах. Пироуголь, оказывая многостороннее воздействие на почву, приводит к улучшению физических и химических свойств, способствует увеличению водоудерживающей способности, аккумуляции питательных веществ [1]. Также в настоящее время активно развивается рынок предложений по использованию в сельском хозяйстве гуминовых препаратов. Они широко применяются для увеличения эффективности использования питательных веществ из удобрений и почвы [2]. Однако, вопросы, касающиеся перспектив широкого применения пироугля, в том числе и модифицированного гуминовыми препаратами, в качестве почвенного мелиоранта до сих пор остаются открытыми, что объясняется существованием противоречивых данных о его влиянии на свойства почвы. Цель работы – оценить влияние нативного и модифицированного гуминовыми препаратами пироугля на ростовые показатели тепличной культуры – редиса посевного (*Raphanus sativus*). Объектом исследования был пироуголь приготовленный из остатков древесины липы в низкотемпературном режиме пиролиза (450–500 °С). Его модификация осуществлялась с использованием гуминовых препаратов – «Гумат натрий 80» и «Гумэл Люкс». В нативных и модифицированных пироуглях определяли содержание доступных элементов питания (NPK). В качестве тест-объекта для постановки вегетационного опыта был использован редис посевной (*Raphanus sativus*), сорт «18 дней».

В вегетационные сосуды помещали смесь, приготовленную из кварцевого песка и низинного торфа в соотношении 1:1, с добавлением нативного и модифицированного пироугля в концентрации 2.5 % и 5 % от массы смеси. Семена предварительно проращивались и высаживались в вегетационные сосуды. После окончания опыта измеряли ростовые показатели – длину надземных и подземных частей растений и вес

сырой биомассы. Опыт проводился в 2-х кратной повторности, его продолжительность составляла 28 дней.

Анализ полученных результатов показал, что во всех вариантах опыта, по сравнению с контролем, положительное влияние нативного и модифицированного пироугля выявлено только на длину корней редиса посевного (*Raphanus sativus*). Видимо, для выявления влияния пироугля на другие показатели (длина надземной части растений и вес сырой биомассы) необходимо увеличение продолжительности вегетационного опыта.

Литература

1. Орлова Н.Е., Лабутова Н.М., Орлова Е.Е., Банкина Т.А. Влияние биоугля на свойства почвы и продуктивность растений. // Сборник научных трудов, посвященном 95-летию Кубанского ГАУ. – 2017. – С. 324–325.

2. Гармаш Н.Ю., Гармаш Г.А. Методические подходы к оценке качества гуминовых препаратов. // Агрохимический вестник. – № 4. – 2012. С. 17–19.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 17-04-00869.

Работа рекомендована к.б.н., зав. каф. почвоведения КФУ Е.В. Смирновой.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ ПРИ НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Я.И. Ильченко

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 10yaroslav@mail.ru

The aim of the work is to study the effect of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat on chernozem ordinary with no-till technology. The «No-Till» system is the most reasonable approach to crop production, from the ecology and economics point of view.

Обеспечение устойчивого и стабильного состояния аграрного сектора экономики страны – важная задача науки и практики сельскохозяйственного производства. Для ее решения предлагаются всесторонние меры интенсификации, экологизации и биологизации земледелия (Ма-

тук и др., 2011). Комплексное и экономное использование ресурсов, рациональная и эффективная организация труда позволят сохранить почвенное плодородие, стимулировать развитие отрасли, добиваться конкретных положительных результатов.

Цель работы – изучить влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы при возделывании по технологии No-till в условиях южной зоны Ростовской области.

Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднесуглинистый на лессовидном суглинке.

Исследования проведены с 2016 по 2018 гг. в условиях полевого опыта (Доспехов, 1985) на территории ЗАО им. Кирова Песчанокоспского района Ростовской области.

Опытная культура – озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт «Гром» первой репродукции.

Схема опыта: 1. Контроль без удобрений; 2. N12P52 при посеве+N30 в фазу кушения+N70 в фазу выхода в трубку; 3. K32Mg12S20 при посеве+N30 в фазу кушения+N70 в фазу выхода в трубку; 4. N12P52+K32Mg12S20 при посеве+N30 в фазу кушения+N70 в фазу выхода в трубку; 5. N12P52+K32Mg12S20 при посеве на глубину 10 см + N30 в фазу кушения+N70 в фазу выхода в трубку. В качестве удобрений использовали: аммофос (N12P52), калимагнезию (K32Mg12S20), аммиачную селитру (N34).

Повторность – 4-х кратная. Общая площадь делянки – 110 м². Предшественник: лён (*Linum* L.). Для посева использовали трактор МТЗ 1523 и сеялку Semeato TDNG 420 производства Бразилия. Норма высева семян – 5 млн штук всхожих семян на 1 га, глубина их заделки – 4 см.

В среднем за 2016–2018 годы урожайность озимой пшеницы на контрольном варианте составила 60.3 ц/га. Применение минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Ростовской области по технологии No-till приводит к существенному увеличению ее урожайности. Для изучаемого сорта озимой пшеницы «Гром» наиболее эффективно совместное внесение аммофоса (N12P52) и калимагнезии (K32Mg12S20) при посеве с двумя подкормками аммиачной селитрой в фазы кушения (N30) и выхода в трубку (N70) (78.8 ц/га).

Проведенные исследования показали, что нормы, виды удобрений и их сочетание влияют на увеличение урожайности по отношению к контролю и на окупаемость единицы внесенного удобрения прибавкой урожая.

Окупаемость удобрений прибавкой зерна озимой пшеницы в нашем опыте изменялась от 4.6 до 9.4 кг на кг д.в. NPK соответственно в зависимости от варианта опыта. Максимальная окупаемость установлена при внесении минеральных удобрений в дозе N12P52+K32Mg12S20+N30+N70 на глубину 10 см, наименьшее значение выявлено при применении N12P52+N30+N70.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.427

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ И СИДЕРАТА НА ТРАНСФОРМАЦИЮ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ КАДМИЕМ

Ю.Р. Искандирова

Санкт-Петербургский государственный университет,
yiskandirova@mail.ru

This research provides information that nitrification is more strongly inhibited by cadmium than ammonification. Biochar reduces the toxicity of cadmium slightly. The combined use of green manure and biochar will remove the toxic effect of cadmium.

Исследования проведены в условиях лабораторного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве. Инкубация почвы осуществлялась в течение 30 суток в оптимальных гидротермических условиях с биоуглем и бобово-злаковым сидератом. Кадмий внесен в дозе 50 мг/кг.

Цель исследования – определить действие биоугля и сидерата на интенсивность процессов аммонификации и нитрификации в почве, загрязненной Cd. В задачу исследования входило установить возможность снижения токсичности кадмия на эти процессы под влиянием биоугля и сидерата.

Исходное содержание нитрата в почве всех вариантов без Cd составило 19.0–21.8 мг/кг, с Cd – 14–12 мг/кг. После 30-ти дневного компостирования содержание нитрата в почве без Cd варьировало по вариантам опыта от 59 мг/кг в контроле до 21.8 мг/кг при внесении бобово-злакового сидерата. В почве с биоуглем и при его совместном внесении с сидератом накопилось одинаковое количество нитрата (47.3–47.1 мг/кг). Наименьшее содержание нитрата (21.8 мг/кг) в почве установлено в варианте с бобово-злаковым сидератом за счет иммобилизации его почвенной биотой. Не только Cd, но и биоуголь ингибировали накопление

нитрата в почве с 59 мг/кг до 47.3 мг/кг. Сидерат снимал токсичное действие Cd, так как в почве без Cd и с Cd в присутствии сидерата обнаружено одинаковое количество нитрата (21.8–21.6 мг/кг). Однако, накопление нитрата в почве не дает представления о способности почвенной среды производить нитраты, т.е. об интенсивности окисления аммония нитрификаторами. Результаты показали, что биоуголь ингибировал нитрифицирующую способность почвы по сравнению с контролем на 27 %, но снижал токсичность Cd на 8 %. В вариантах с биоуглем и его совместном внесении с сидератом почва производила одинаковое количество нитрата (27.5–27.0). Биоуголь ингибировал производство нитрата за счет сидерата. Вероятно, биоуголь либо обладает иммобилизационной способностью в отношении нитрата, либо сорбирует их, либо токсично действует на нитрификаторов. В варианте совместного применения биоугля и сидерата по фону Cd производилось столько же нитрата как в контроле (27.2 мг/кг), и токсичность была равна 0.

Особого внимания заслуживает вариант с сидератом. Присутствие Cd увеличило производство нитратов в этом варианте в 4 раза, с 2.1 мг/кг до 8.1 мг/кг, по-видимому, за счет токсичного действия Cd на процесс усвоения нитратов микробной биомассой (иммобилизация), и нитрат накапливался в почве. Таким образом, биоуголь снижает положительное действие сидерата на уменьшение токсичности Cd. По фону Cd содержание аммония в почве после инкубации уменьшилось незначительно: на 6 мг/кг в контроле, на 2 мг/кг в варианте с биоуглем, на 4 мг/кг в варианте с сидератом и совсем не изменилось в варианте совместного применения биоугля с сидератом. Таким образом, Cd ингибировал в большей степени процесс нитрификации, чем образование аммония из органических соединений.

Определили интенсивность вовлечения аммония в трансформационные процессы: (нитрификацию, сорбцию и др.). Присутствие в почве Cd снижает интенсивность трансформации аммония в 2–4 раза. Если в процессы нитрификации, сорбции и др. без Cd вовлекалось 49–57 % аммония, то по фону Cd – 15–36 %.

Было проведено лабораторное фитотестирование для оценки биобезопасности почв, содержащих Cd. Установлено, что по фону Cd при добавлении биоугля всхожесть ячменя была наименьшей (45 %), при добавлении сидерата – наибольшей (70 %). Длина побегов и корней была наименьшей в исходной почве и при внесении биоугля.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.А. Банкиной.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА СОДЕРЖАНИЕ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (Cu, Zn, Mn, Co)

В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ КАРБОНАТНОМ

А.В. Кучеренко, А.М. Медведева, Е.В. Кучменко

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, alkucherenko@bk.ru

The paper presents the results of studying the effect of no-till technology on the content of trace elements (Cu, Zn, Mn, Co) in Calcic Chernozem of the southern zone of the Rostov region. In the course of the research it was found that the content of gross forms of Zn, Cu, Mn, Co and their distribution in the soil profile when using the studied technologies do not differ significantly. Calcic Chernozem is characterized by a low degree of provision with mobile forms of Zn and Cu. The mobility of Cu and Zn in the soils of the Rostov region is mainly due to compounds of metals held by carbonates.

Современная интенсивная система земледелия оказывает влияние на содержание соединений металлов в почве, что может негативно сказаться на качестве получаемого урожая, как за счет его снижения из-за недостаточного микроэлементного питания, так и в связи с загрязнением продукции особо опасными веществами. Обработка почвы – это один из основных факторов, влияющих на их плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Полевые исследования проводили в ЗАО им. Кирова Песчанокского района Ростовской области (2016–2017 гг.). Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый. В производственных посевах озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) было заложено шесть полнопрофильных разрезов: 2 – при использовании прямого посева (Semeato TDNG-420 производства Бразилия); 2 – минимальная обработка на глубину 10–12 см (БДТ-3); 2 – отвальная обработка (вспашка на глубину 25–27 см, ПЛН-4-35). Для сравнения отобраны образцы почвы из двух полнопрофильных разрезов на целинном участке. Анализы почвенных образцов выполнены в лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ. Для определения подвижных форм соединений Mn, Zn, Cu, Co в почвах использовали ацетатно-аммонийный буферный раствор (рН 4.8) с последующим применением атомно – абсорбционной спектроскопии, отношение почвы к раствору 1:10.

В ходе проведенных исследований установлено, что содержание микроэлементов Zn, Cu, Mn, Co и распределение их в почвенном профиле при использовании изучаемых технологий существенно не различаются. Размещение микроэлементов в черноземе обыкновенном карбонатном связано с биогенной аккумуляцией многих элементов-биофилов в верхней части гумусового горизонта. Наибольшее количество Zn, Cu, Mn, Co выявлено в верхнем гумусовом горизонте (Ap и A). Вниз по профилю происходит постепенное уменьшение их содержания.

Согласно проведенным исследованиям чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется низкой степенью обеспеченности Zn (< 2.0 мг/кг) и Cu (< 0.2 мг/кг), что, вероятно, связано с активным поглощением растениями и свидетельствует о недостаточном использовании цинковых и медьсодержащих удобрений.

Установлена высокая степень обеспеченности почвы марганцем (>20 мг/кг). Марганец слабо мигрирует по профилю, так как черноземы характеризуются хорошей гумусированностью, тяжелым гранулометрическим составом. Кроме того, щелочная реакция почвенного раствора в нижней части профиля также ограничивает его подвижность.

Следует отметить, что минимальное количество микроэлементов Zn, Cu, Mn, Co выявлено при традиционной агротехнике с использованием глубокой вспашки, а максимальное – при минимальной и нулевой. При этом содержание как валовых, так и подвижных соединений Zn, Cu, Mn, Co меньше их ПДК.

Работа рекомендована д.с.-х.н., доц. О.А. Бирюковой.

УДК 631.4

УРОЖАЙНОСТЬ НУТА ПРИ СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

А.А. Лиховидова, Е.П. Пропастина

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия,
annalikhovidova@icloud.com

The paper presents the results of studying of the impact of modern agricultural technologies on the yield of chickpea in the Rostov region.

Большое значение в сельскохозяйственном производстве принадлежит зернобобовым культурам, они сокращают использование азотных минеральных удобрений, способствуют получению экологически чистой продукции. Одной из перспективных сельскохозяйственных культур является нетрадиционный вид гороха – нут.

Цель работы – изучить продуктивность нута при современных технологиях возделывания в почвенно-климатических условиях Ростовской области.

Исследования проведены совместно с Международным институтом питания растений (2017–2018 гг.). Опытная культура – нут (*Cicer*), сорт «Волжанин». Предшественник – кукуруза.

Полевые опыты заложены согласно методике госсортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области. Удобрения вносили согласно следующей схеме: 1. N24P26 под предпосевную культивацию; 2. N6P26 под предпосевную культивацию; 3. N24P52K30 под предпосевную культивацию + обработка семян Мо и ризоторфином; 4. N12P52K30 под предпосевную культивацию + обработка семян Мо и ризоторфином. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый, аммоний молибденовокислый. Общая площадь делянки – 67.2 м², учетная – 42.0 м². Повторность: 4-х кратная. Математическая обработка результатов проведена путем дисперсионного анализа с использованием ПЭВМ.

В условиях 2017 года урожайность нута в опыте варьировала в пределах от 26.2 ц/га при внесении N6P26 до 30.5 ц/га – в варианте N24P52K30, что значительно превышает среднюю урожайность исследуемого сорта по Ростовской области (15.6 ц/га). Добавление азота на фосфорном фоне (N24P26) не приводит к увеличению урожайности нута. Прибавка урожая была математически не достоверна. Существенное влияние дополнительного внесения азота установлено на фосфорно-калийном фоне N24P52K30 с обработкой семян молибденом и ризоторфином (при НСР05 – 0.6 ц/га). Выявлено значительное влияние фосфорных и калийных удобрений на урожайность нута. Прибавка урожая при сравнении вариантов N24P26 и N24P52K30 была максимальной по опыту – 4.0 ц/га, при сравнении вариантов N6P26 и N12P52K30 – 3.2 ц/га.

В условиях 2018 г. урожайность нута низкая и варьировала в пределах от 13.06 ц/га (N6P26) до 15.12 ц/га (N24P52K30), что в 2 раза меньше по сравнению с 2017 г. Агрометеорологические условия 2018 г. сложились неблагоприятно для роста и развития растений нута. За весь вегетационный период выпало всего 21.5 мм осадков. При этом наблюдалась очень высокая температура и очень низкая влажность воздуха в критические периоды развития нута (цветение, образование и налива бобов). Температура воздуха в июне месяце не опускалась ниже +30 °С и доходила до +38...+41 °С в тени. Относительная влажность воздуха в дневные часы падала до 18 и 20 %. Все эти факторы отрицательно по-

влияти на развитие растений и формирование урожайности. При этом, как и в 2017 г., установлено существенное влияние дополнительного внесения азота на фосфорно-калийном фоне с обработкой семян молибденом и ризоторфином (при НСР05 – 1.4 ц/га) и фосфорно-калийных удобрений на урожайность нута. Прибавка урожая при сравнении вариантов N24P26 и N24P52K30 составила – 2.06 ц/га, при сравнении вариантов N6P26 и N12P52K30 – 1.82 ц/га.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.412

СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

А.М. Медведева

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
medvedeva.estelior@yandex.ru

The article presents the results of studying of the influence of various treatment systems on the maintenance of nitrate and ammonium nitrogen in the soil of the southern zone of the Rostov region. It is shown that the distribution of ammonium in a profile of the Haplic Chernozem significantly does not depend on the used technology. However, the maximum content of nitrate nitrogen is noted when using resource-saving techniques (no-till, minimum).

Обзор литературных источников по изучению динамики накопления подвижного азота в зависимости от способа основной обработки показывает, что замена вспашки другими способами дает неоднозначные результаты. Так, в ряде работ отмечена устойчивая тенденция к снижению содержания азота в вариантах с плоскорезной и минимальными обработками, другие исследования указывают на то, что существенных различий в зависимости от способа обработки почвы не наблюдается (Дюдяев, 2001; Каличкин, 1996). По данным В.И. Солодун (2003) плоскорезная и нулевая обработка выщелоченного чернозема способствовали увеличению содержания нитратного азота, по сравнению со вспашкой, а на темно-серой лесной почве разница между вариантами обработки была несущественной.

Цель исследования – оценить изменение количества минерального азота (нитратного и аммонийного) при минимизации основной обработки чернозема обыкновенного южной зоны Ростовской области.

Объектом исследования избран чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке ЗАО им. С.М. Кирова Песчанокопского района Ростовской области. В течение 5-ти лет (2013–2017 гг.), нами проведены экспедиционные исследования. В производственных посевах озимой пшеницы было заложено шестнадцать полнопрофильных разрезов: 7 – при использовании прямого посева (Semeato TDNG-420 производства Бразилия); 6 – минимальная обработка на глубину 10–12 см (БДТ-3); 3 – отвальная обработка (вспашка на глубину 25–27 см, ПЛН-4-35). Для сравнения отобраны образцы почвы из пяти разрезов на целинном участке. Содержание нитратного азота определяли по методу Грандваль-Ляжу; аммонийного азота по ГОСТ 26489 в модификации ЦИНАО. Обработку полученных данных проводили в программе STATISTICA 10.

Согласно полученным результатам, в органогенных горизонтах за 5 лет исследования на глубине 0–15 см существенных различий в интенсивности процесса аммонификации не выявлено, содержание $N-NH_4$ при различных агротехнологиях составило 22.8–25.2 мг/кг. Вниз по профилю при использовании всех видов обработки наблюдается равномерное снижение количества аммония до глубины 130–145 см (10.9–13.0 мг/кг), после чего снижение содержания $N-NH_4$ продолжается. Результаты дисперсионного анализа позволяют утверждать, что исследуемые способы основной обработки оказывают практически одинаковое влияние на содержание аммонийного азота в черноземе обыкновенном карбонатном.

Максимальное содержание нитратного азота отмечается при использовании ресурсосберегающих технологий (нулевая, минимальная). Общее содержание нитратного азота в слое почвы 0–30 см в среднем за годы исследования при поверхностных агротехнологиях было больше (минимальная обработка на 5–7 мг/кг почвы, нулевая на 6–8 мг/кг), чем при вспашке. Более низкий уровень минеральных форм азота при отвальной обработке обусловлен, по-видимому, миграцией нитратов за пределы пахотного слоя. При длительном применении мелких обработок почвы в севообороте наибольшее количество питательных веществ сосредотачивалось в верхнем горизонте (0–20 см), заметно снижаясь с глубиной. Отмеченная закономерность в распределении элементов питания связана с биологической разнокачественностью почвенных слоев при различных системах основной обработки почвы. При использовании ресурсосберегающих технологий в почве накапливалось большее количество влаги, что обуславливает достаточно высокую интенсивность биологических процессов.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ
ИНТЕНСИВНОМ ПРИМЕНЕНИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А.А. Мельникова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
hrustalka97@mail.ru

It was investigation of soils phosphate regime in Moscow region. There are several characteristics that may show the state of explored objects phosphate regime. According to the results of laboratory analyzes, values of the content of mobile phosphorus and phosphatase activity in 2014 and 2018 were obtained. It helped to conclude that the use of phosphate fertilizers and materials containing calcium is most effective for maintaining fertility and improving the phosphate regime for a long time.

Фосфор является одним из необходимых элементов минерального питания растений, отражающих плодородие почв. Особенно эта проблема актуальна для дерново-подзолистых почв, которые отличаются невысоким естественным плодородием, кислой реакцией среды, низким содержанием гумуса.

Улучшить фосфатный режим дерново-подзолистых почв можно как внесением фосфорсодержащих удобрений, так и за счет обогащения почв кальцием. Вопросы превращения фосфора в дерново-подзолистых почвах различной степени кислотности и влияние применения удобрений на фосфатный режим представляют несомненный интерес.

Целью данной работы является изучение влияния длительного применения удобрений и известкования на фосфатный режим дерново-подзолистой почвы, а также изучение последствий и динамики некоторых показателей фосфатного режима почвы во времени.

Объектом исследования были почвы длительного полевого опыта под названием «Эффективность фосфоритной муки при периодическом известковании дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы (СШ-27)». Схема данного опыта многократно изменялась, в настоящий период она представлена десятью вариантами. В соответствии с поставленными мной задачами для исследования были выбраны семь из них.

Данный опыт был заложен в 1966 году в поселке Барыбино (ЦОС ВИУА, Московская область, Домодедовский район). Фосфорные удобрения вносились в течение первых пяти ротаций, с 1993 года их внесение было прекращено. Известь использовали в виде магниезиальной известняковой муки в течение первых трех ротаций и в 8 ротацию в 2006 году.

Фосфатный режим почв можно охарактеризовать рядом агрохимических характеристик. Для исследования фосфатного режима почв опытного поля были использованы следующие показатели:

- содержание подвижного фосфора, доступного для растений (по методу Кирсанова);
- активность фосфатазы, которая переводит фосфаты из запасного фонда в подвижные формы (с использованием в качестве субстрата β -глицерофосфата натрия).

Было проведено сравнение результатов почвы, отобранной в 2014 и 2018 годах. Это позволило прийти к выводу о том, что эффект posljedствия до сих пор наблюдается, хотя в большинстве случаев заметно ослабевает (рис. 1, 2).

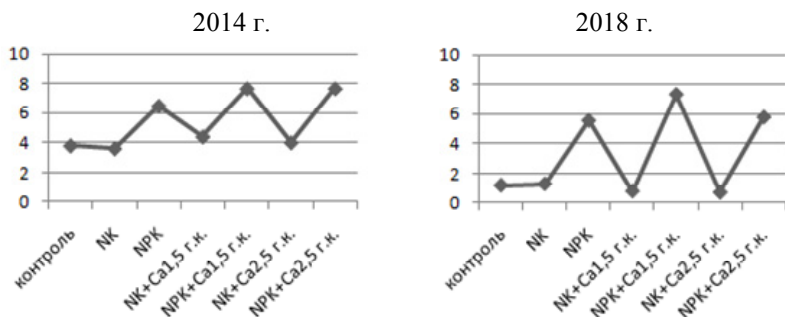


Рисунок 1. Содержание подвижного Р (мг/100 г почвы) в 2014 и 2018 гг.

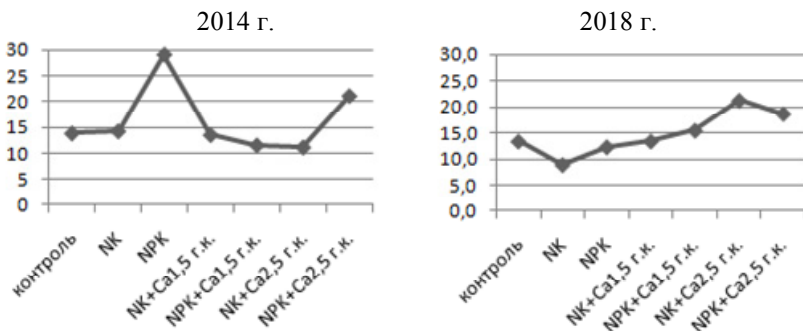


Рисунок 2. Активность фосфатазы (мг P_2O_5 /100 г почвы за 1 час) в 2014 и 2018 гг.

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным способом улучшить фосфорный режим почвы надолго является сочетание фосфорных удобрений и известковых материалов дозой 1.5 по г.к.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Е.В. Морачевской.

УДК: 630.116:630.81

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОЧВЕ

В.А. Милосердова

Санкт-Петербургский государственный университет,
st022768@student.spbu.ru

The research was made in Albic Retisol in laboratory optimal hydro-thermal conditions. It has been established that the joint introduction of bio-char with siderats inhibits the mineralization of carbon-containing and nitrogen-containing organic compounds extracted by boiling with water (Cehw). The legume and cereal siderats formed significantly less Cehw after 3 months of composting with the soil compared with the variations which biochar was introduced.

Биоуголь широко используется в мире в качестве органического мелиоранта. Установлено положительное влияние биоугля на увеличение влагоемкости почвы (Tseng, 2006), на способность к удержанию питательных веществ (Gustafsson, 2000, 2003; Yang и Sheng, 2003). Однако, влияние биоугля на содержание лабильного углерода и доступного растениям органического азота после его минерализации практически не изучено, что необходимо для прогнозирования экологически безопасных доз азота.

Исследования проведены в лабораторных условиях на агро-дерново-подзолистой почве (Ленинградская обл., пос. Меньково). В почву были внесены бобовые и злаковые сидераты, как по отдельности, так и в сочетании с биоуглем. Компостирование почвы проводилось в оптимальных гидротермических условиях в течение 3 месяцев. В почве определялось содержание лабильного углерода и азота в кипящей воде по Шульц-Кершенс (1998), аммонифицирующая и нитрифицирующие способности почвы. Учитывалась сырая и сухая масса растений кукурузы и содержание в ней азота. Отмечена общая тенденция к уменьшению легкоразлагаемых органических соединений в процессе компостирования почвы. Содержание лабильных органических соеди-

ний Сэгов варьировало в почве контроля от 259 до 158 мг/кг, при внесении биоугля – от 206 до 141 мг/кг – без существенных различий между вариантами. Наибольшее количество Сэгов образовывалось в почве в результате компостирования при совместном внесении биоугля с бобовым сидератом – 321 мг/кг, со злаковым сидератом и биоуглем – значительно меньше – 227 мг/кг. Один бобовый сидерат через три месяца компостирования с почвой образовал 238 мг/кг лабильного Сэгов, злаковый – достоверно меньше 128 мг/кг. Количество минерализованного Сэгов было наименьшим в варианте с биоуглем и бобовым сидератом (57 мг/кг), наибольшим – в варианте с одним злаковым сидератом (144 мг/кг). Таким образом, биоуголь сдерживал минерализацию лабильных органических соединений, экстрагируемых горячей водой. Бобовый и злаковый сидераты образовывали достоверно меньше Сэгов после 3-х месячного компостирования с почвой по сравнению с вариантами, где был внесён биоуголь, что связано с более интенсивной минерализацией легкоразлагаемых органических соединений сидератов. Водорастворимый органический азот в составе Сэгов через 3 месяца после компостирования варьировал в контроле и варианте с биоуглем от 30 до 33 мг/кг без существенных различий между вариантами. Наименьшее количество легкоразлагаемого органического азота накопилось в почве с бобовым сидератом вследствие его интенсивного разложения в оптимальных гидротермических условиях. Наибольшее количество органического азота в составе Сэгов образовалось в почве при внесении биоугля с бобовым сидератом.

Таким образом, совместное внесение биоугля с сидератами сдерживает минерализацию углерод- и азотсодержащих органических соединений, экстрагируемых кипящей водой.

Рекомендовано к.б.н., ст. преп. Т.А. Банкиной.

ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ
ПОД ЧЕРЕНКАМИ ПЛОДОВОЙ КУЛЬТУРЫ
ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА

А.Е. Попов¹, М.Н. Дубинина², П.Н. Скрипников¹

¹Южный федеральный университет

²ФГБНУ «Федеральный ростовский аграрный научный центр»,
artp94@yandex.ru

The aim of this work is to study the effect of humic remedy «BIO-Don» on the fertility of soil and the development of fruit trees cuttings, based on the obtained data to adjust the methods of applying the humic remedy to increase stress tolerance of apple cuttings. Efficiency was assessed on the dynamics of soil fertility in the garden nursery, and phenological characteristics of cuttings of apple. The processing of humic remedy allows the cuttings to grow more evenly, the growth and formation is more intensive in comparison with control samples without treatment.

Современное сельское хозяйство все более ориентировано на рациональное, экологическое землепользование. Применение гуминовых препаратов во многом удовлетворяет требованиям этой концепции, решая ряд задач, таких, как защита растений от стрессов, восстановление плодородия почвы, положительное влияние на процессы поступления и доступность элементов питания для растений.

Исследования влияния действия гуминового препарата на рост и развитие черенков плодовых культур были проведены в Азовском районе Ростовской области на территории Агрофирмы «Красный сад». В ходе исследований применялся гуминовый препарат «BIO-Дон». Почва представлена черноземом обыкновенным остаточно-луговым. Исследовались черенки яблони, обработанные и необработанные гуминовым препаратом. В ходе эксперимента была проведена обработка черенков яблони двукратным поливом по листу раствором BIO-Дона в концентрации 0.008 г/л (по углероду).

При изучении черенков выявлено, что в почве с течением времени нитратный азот становится доступным для растений, на примере использования препарата наблюдается повышение значений, развивающаяся корневая система начинает усиленно функционировать под влиянием гуминовых веществ. После второго отбора образцов наблюдается резкое снижение содержания аммонийного азота. Ввиду жаркого летнего сезона и минимального количества выпавших осадков аммонийный азот факти-

чески испаряется из почвенного слоя. На варианте с использованием препарата после второго отбора образцов отмечено повышение уровня подвижных соединений фосфора в почве. Данный эффект объясняется тем, что препарат положительно воздействует на биологическую активность почвы и, в частности, активность фосфатазы. Увеличение доступности калия на фоне применения гуминового препарата, возможно, связано с положительным воздействием на микробиологические сообщества, делающие доступными элементы питания для растений.

По результатам фенологических исследований черенков с обработкой препаратом и без обработки в ходе первого отбора образцов установлена положительная разница в 2.72 % в высоте и в 9.30 % в диаметре черенков по сравнению с контролем. Следующий отбор подтвердил стимулирующее влияние препарата сохранением и даже увеличением положительной разницы в размерах черенков – 6.67 % и 4.21 % в высоте и диаметре соответственно. В заключительном отборе проб сохраняется положительная разница в 12.29 % в высоте и в 17.89 % в диаметре черенков по сравнению с контрольными образцами.

Зафиксированные динамические изменения показали, что обработанный вариант с препаратом характеризуется равномерным развитием саженцев по высоте и по толщине. При втором замере образцов на контрольном варианте наблюдается уменьшение диаметра ввиду того, что наблюдения проводились в крайне жаркий период с критически минимальным выпадением осадков, что повлияло негативным образом на толщину черенков, в отличие от варианта с обработкой гуминовым препаратом. Здесь диаметр при тех же климатических условиях продолжал увеличиваться. Объяснить такой эффект можно усилением адаптации растений к неблагоприятным условиям среды и увеличением стрессоустойчивости растений.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Pb, Cd, Zn, Cu) В ЗЕРНЕ
КУКУРУЗЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Е.П. Пропастина, А.А. Лиховидова, А.С. Зиборов
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
propastina199920@gmail.com

The paper presents the results of studying the content of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) in corn grain in the introduction of mineral fertilizers are presented in the article.

Одними из самых важных проблем, стоящих перед человечеством, являются охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. В условиях крайне напряженной экологической ситуации, сложившейся во многих регионах страны, повышение продуктивности растениеводства должно быть неразрывно связано с контролем качества получаемой сельскохозяйственной продукции. Обеспечение высокого качества химического состава кукурузы – одно из важнейших условий сохранения производства экологически чистой растительной продукции и безопасности питания животных и человека.

Исследования проведены совместно с Международным институтом питания в 2017 году в Целинском районе, территория которого по природно-экономическому делению входит в зону обыкновенных черноземов.

Полевой опыт заложен согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый, цинк сернокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1. N30P40 под предпосевную культивацию;
2. N9P40 под предпосевную культивацию;
3. N85P70K40, включая N50P50K20 под предпосевную культивацию, N5P20K20 при посеве, N30 в междурядную подкормку в стадию 3-5 листьев + Zn (обработка семян);
4. N17P70K40, включая N12P50K20 под предпосевную культивацию, N5P20K20 при посеве + Zn (обработка семян).

Общая площадь делянки – 67.2 м², учетная – 42.0 м². Повторность: 4-х кратная. Предшественник – нут. Содержание Pb, Cd, Zn, Cu определяли в солянокислом растворе сухой золы атомно-абсорбционным методом.

Согласно полученным результатам, содержание Pb в зерне кукурузы находится в интервале от 0.24 до 0.34 мг/кг. Дополнительное внесение азота на фосфорном фоне (P40) не увеличивает подвижность Pb. Увеличение дозы азота на фосфорно-калийном (P70K40) фоне приводит к некоторому повышению содержания Pb. Аналогичное действие минеральных удобрений установлено и на содержание Zn в зерне кукурузы.

Содержание Cu колеблется от 1.93 до 3.01 мг/кг и ее накопление в зерне кукурузы зависит как от дозы минеральных удобрений, так и их сочетаний. Наибольшее содержание этого элемента выявлено при внесении азотно-фосфорно-калийного удобрения.

Минимальное содержание самого опасного тяжелого металла – Cd выявлено в варианте N9P40 (0.017 мг/кг), а максимальное – в варианте N85P70K40 (0.032 мг/кг). При этом накопление Cd в зерне кукурузы зависит от дозы азота. Повышение дозы азотных удобрений как на фосфорном фоне, так и на фосфорно-калийном приводит к увеличению содержания Cd.

По результатам проведенных исследований содержание тяжелых металлов в зерне кукурузы можно представить следующим рядом $Zn > Cu > Pb > Cd$. Установлено, что с увеличением дозы минеральных удобрений содержание Pb, Cd, Zn, Cu в зерне кукурузы, как правило, повышается. Максимальное содержание этих элементов выявлено при внесении полного минерального удобрения (N85P70K40). Полученное в опыте зерно кукурузы может использоваться в продовольственных целях, так как превышения гигиенических нормативов качества и безопасности пищевого сырья и продуктов не выявлено.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 634.1 – 15

ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО И КАЛИЙНОГО РЕЖИМА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В МОЛОДОМ ЯБЛОНЕВОМ САДУ

М.Е. Столяров

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
селекции плодовых культур», г. Орел

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет
им. И.С. Тургенева», maxstolyarow@yandex.ru

The article presents the results of a field experiment to study the content of nitrate and ammonium nitrogen and exchangeable potassium in the soil dynamics under Apple garden, planting in 2013 year, with addition of

various doses of nitrogen and potash fertilizers. Fertilizers are made before the start of the growing season.

The effect of fertilization was most pronounced in June, with all the options in the layer 0–20 cm significantly differed from the control in a big way.

Одним из важнейших факторов повышения плодородия почвы является внесение минеральных удобрений. Однако в агроэкосистемах с многолетними растениями (садах) агротехнические приёмы регулирования минерального питания разработаны недостаточно.

Целью работы являлось изучение влияния азотных и калийных удобрений на динамику содержания обменного калия и минерального азота в почве молодого яблоневого сада.

Исследования проводились в 2016–2017 гг. в саду яблони 2013 г. посадки. Почва – серая лесная среднесуглинистая на лёссовидном суглинке, подстилаемом доломитовыми известняками. Полевой опыт по изучению эффективности азотных и калийных удобрений был начат в 2015 г. по следующей схеме: 1. Контроль (без удобрений); 2. N30K40; 3. N60K80; 4. N90K120 кг/га д.в. Удобрения вносились ежегодно весной в форме гранулированных NH_4NO_3 и KCl на глубину 10–15 см. Отбор образцов проводился ежемесячно с мая по сентябрь по слоям: 0–20 см и 20–40 см. Определение обменного калия осуществлялось по методу Кирсанова, аммиачного и нитратного азота – с реактивом Несслера и ионометрически соответственно. Метеоусловия периодов вегетации являлись схожими по температурному режиму, однако существенно различались по количеству выпавших осадков.

В результате проведённых исследований установлено, что содержание обменного калия и минерального азота в почве в слое 0–20 см в варианте без внесения удобрений находилось на стабильном уровне, тогда как в вариантах с внесением минеральных удобрений эти показатели существенно варьировали в течение периода вегетации. В 2016 г. в слое 0–20 см во всех вариантах с внесением минеральных удобрений содержание обменного калия и минерального азота было достоверно выше контроля. Эффект был наиболее выражен в июне на вариантах с внесением N60K80 и N90K120 кг/га д.в., что может свидетельствовать о росте активности почвенных редуцентов в связи с внесением повышенных доз минеральных удобрений. В следующие месяцы наблюдалось лишь постепенное снижение содержания калия и азота в почве удобренных делянок. Содержание обменных форм калия и минерального азота в августе и сентябре 2016 г в слое 0–20 см было достоверно ниже, чем в предшествующих месяцах. В слое 20–40 см в июне и июле содер-

жание калия было выше, чем в другие месяцы. В том же слое почвы содержание азота в августе и сентябре было существенно ниже, чем в предыдущие три месяца. При этом достоверные различия по содержанию изучаемых элементов в слое 20–40 см установлены лишь для варианта с внесением N60K80 кг/га д.в.

В 2017 г достоверное увеличение содержания обменного калия и минерального азота установлено в слое 0–20 см во всех вариантах с внесением удобрений. В слое 20–40 см такой же эффект отмечен только при внесении N60K80 и N90K120 кг/га д.в. Для динамики, как азота, так и калия, в слое 0–20 см в 2017 г были характерны максимальные значения показателей в мае и июне, а минимум – в сентябре. В нижележащем слое такая тенденция сохранилась для азота, а содержание калия в течение периода вегетации повышалось.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. агрохимии ФГБНУ ВНИИСПК Е.В. Леоничевой.

УДК: 631.81.095.337:631.816.1

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЛЮПИНА БЕЛОГО

А.В. Усков, Ю.М. Вигилянский

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, nelly_uskova@mail.ru

The yield and biochemical parameters of white lupine allow us to consider it as a supplement to soy or as an alternative to it.

The paper assesses the effect of sodium selenite on the structure and quality of the white lupine crop when used in two ways: pre-sowing treatment by wetting seeds and processing plants before flowering and after flowering.

Несмотря на то, что люпин белый является относительно новой культурой для России, в последнее время заметно серьезное увеличение интереса к использованию данной культуры в кормопроизводстве. Сравнение величины урожая и биохимических показателей даёт основание утверждать, что белый люпин может рассматриваться или как дополнение к сое, или как альтернатива ей. Преимущество люпина перед соей в том, что затраты на его возделывание в 1.5 раза меньше в расчете на 1 га, чем при возделывании сои, а мука, полученная из зерна люпина, и белковые изоляты находят применение в хлебобулочном, кондитерском и макаронном производстве, а так же в мясоперерабатывающей промышленности и в производстве лечебно-профилактических и диетических продуктов.

В последнее время соевый белок теряет свою привлекательность по причине трансгенности, в связи с чем выбор делается в пользу люпина, как основного немодифицированного и экологически чистого белкового компонента в составе пищевых продуктов. Важная агроэкологическая роль люпина заключается в том, что он является сидеральной культурой, поэтому способен обогащать почву симбиотическим азотом и органическим веществом, повышать плодородие и улучшать физическое, химическое и фитосанитарное состояние почв. Задача современного сельскохозяйственного производства состоит в повышении урожайности и качества возделываемых сельскохозяйственных культур. Роль микроэлементов в достижении этих целей очень значима, в связи с чем изучение влияния селена на урожай и качество люпина белого является очень актуальным.

Качество белка люпина по содержанию незаменимых аминокислот позволяет занимать люпину лидирующее положение по сравнению с другими бобовыми культурами.

Цель исследования: оценка влияния различных способов внесения селенита натрия на урожайность и качество зерна белого люпина.

В качестве *объекта исследования* был выбран люпин белый сорта Дега. Исследование проводилось путем закладки вегетационного опыта в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Выращивание растений люпина белого сорта Дега производили в двойных сосудах. Применение селенсодержащих удобрений производилось двумя способами: предпосевная обработка семян (ПОС) путем намачивания семян и фолиарная обработка растений перед началом цветения и после цветения. В контрольном варианте проводили обработку дистиллированной водой.

После уборки урожая проводили определение массы зерна, бобов и стеблей (г/сосуд), а также структуру растения. Для оценки показателей качества определяли содержание сырого протеина, сырой золы, массовой доли влаги и содержания алкалоидов с помощью БИК-анализатора SpectraStar 1400ХТ.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Серegiной.

Секция V
Почва-память

ORIGIN AND PROPERTIES OF THE «KOVÁRVÁNY» LAYERS
IN THE AEOLIAN SANDY DEPOSITS IN CASE
OF THE ALLUVIAL FAN OF THE NYÍRSÉG, HUNGARY

B. Buró

Isotope Climatology and Environmental Research Centre, Institute for
Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, bbotond86@gmail.com

Bands of increased silicate clay and iron, reddish brown lamellae are common in Quaternary sandy sediments around the world. These layers have a different name in the literature: lamella, clay-iron bands, texture bands, lamellae, kovárvány.

The formation process and ages of these lamellae there are a lot of publications not only in Hungary, all around the World as well. There is no unified opinion about these questions.

These bands are an illuvial soil horizon less than 7.5 cm thick that contains an accumulation of oriented silicate clay on or bridging sand and silt grains (Soil Survey Staff, 1999).

These horizons were also described in Hungary in the main blown sand areas (Nyírség and Somogy) and other smaller areas such as Sajó alluvial fan, Zagyva alluvial fan, Cserehát.

Our aims were investigated characterization of the «kovárvány» layers and studying the conditions of their formation in the aeolian sandy deposits in case of the alluvial fan of the Nyírség, Hungary

From 8 sand quarry (Vámospércs, Nyíbélték, Nyírlúgos I., II., Piricse, Máriapócs, Baktalórántháza, Ófehértó) were collected samples (211 pcs.) from every layer (lamella and interlamellar). We determined the grain size distribution, pH, CaCO_3 and humus content of the soil samples. Furthermore, after the total exploration, the total concentrations of Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al was determined by an Agilent MP-AES 4100 instrument.

Data were handled and analyzed using the software Microsoft Excel. Thematic maps were performed using QGIS 3.2.2. For the statistic assessment of the results, the software of Past and SPSS 19.0 for Windows were applied.

In the 8 outcrops selected for detailed study, the following field data were obtained. A number of «kovárvány» layers varied between 5 and 17. A depth of occurrence of the first lamella from the surface was between 23 cm and 96 cm while that of the deepest lamella was around 300 cm. Thickness of the lamella zones ranged between 80 cm and 220 cm.

The thickness of the «kovárvány» layers is very variable. Some of them was a few millimeters thin while others were several decimeters thick.

Thinner ones are less developed and have a wavy pattern. Lamellae are thinner than 1 cm were found in six outcrops. The thickest «kovárvány» layer was measured at Baktalórántháza with a thickness of 60 cm.

Lamella patterns in the outcrops were also variable. Thinner ones (few millimeters or a few centimeters) had a wavy pattern. Thicker ones found in deeper positions, exceeding decimetre thickness had smoother, straight pattern.

The studied profiles were heterogeneous. Pedological analyses showed that certain variables indicated differences in quantity between «kovárvány» and interbedded sand even though these differences were not significant. In the «kovárvány» layers clay was found in higher while coarser particles in smaller quantity than in interbedded sand. Besides grain size distribution the rest of the pedological characteristics were found to be optimal for «kovárvány» formation described in the literature.

Comparing the concentrations of the measured elements in the sand and the «kovárvány», the average concentration of all of the elements except for Ca is higher in the «kovárvány».

Based on the results of difference analysis, significant differences were found regarding sand, silt and clay fractions, in the case of K, Mg, Fe, and Al.

References

1. Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. 2nd edn. USDA Agric. United States Government Printing Office, Washington, DC.

The research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Regional Development Fund in the project of GINOP-2.3.2.-15-2016-00009 «ICER». Furthermore, this research was supported by the OTKA PD115803.

УДК 631.47

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ С РАЗЛИЧНОЙ ИСТОРИЕЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТИНАО г. МОСКВЫ

С.А. Демина

Российский университет дружбы народов, г. Москва,
sophiya.alfredovna@gmail.com

New Moscow is an ambitious project to reduce the population of Moscow city that resulted in rapid urbanization of former croplands, fallow lands, and forested areas. This study aimed to investigate the effects of historical land use in New Moscow on urban soil microbial properties. The land-

use map of New Moscow from 2016 was compared with a similar map from 1981 to investigate the main urbanization pathways and land-use history of the new urbanized areas. Soil microbial biomass carbon and respiration rates and chemical and physical properties were compared.

Урбанизация – современная тенденция трансформации природных и сельскохозяйственных экосистем. История землепользования является одним из основных факторов, влияющих на микробиологические свойства почвы. Городские почвы глобально отличаются от естественных, варьируясь от слегка преобразованных до искусственных почв. На функции и сервисы городских почв оказывает влияние как нынешний тип землепользования, так и исторический. Существует множество исследований, посвященных свойствам почв заброшенных пахотных земель, земель с различной историей управления, в то время как для городской среды это влияние почти не изучено.

Наше исследование посвящено оценке влияния истории землепользования на микробиологические свойства городских почв Троицкого и Новомосковского административного округа г. Москвы (ТиНАО г. Москвы). ТиНАО – это прогрессивно развивающаяся городская территория площадью 1500 км², присоединенная к Москве в 2012 г. Проект «Новая Москва» был направлен на решение проблем урбанизации и окружающей среды, путем перехода от мегаполиса к мегарегиону, который привел к быстрой урбанизации бывших пахотных земель, залежных земель и лесных массивов. Для анализа воздействия урбанизации на микробиологические свойства почв ТиНАО мы изучили карты 2-х периодов – 1981 и 2016 гг. Изменения в землепользовании были проанализированы путем наложения этих карт друг на друга при помощи программы QGIS 2.14. Типы землепользования были унифицированы: леса (Ле), естественные пастбища (Лу), пахотные земли (Па) и городские зоны. Площадь городских территорий в период 1981 по 2016 гг. увеличилась более чем в три раза, причем зоны лесных угодий, естественных пастбищ и пашен потеряли 9 %, 87 и 18 % территории, соответственно. Образцы слоев почвы мощностью 0–10 см и 10–30 см были отобраны в 11-ти не урбанизированных (Ле, Лу, Па) и 11-ти урбанизированных районах (образованных на месте леса, естественных пастбищ и пахотных территорий). В лабораторных условиях мы измеряли несколько показателей: углерод микробной биомассы, базальное дыхание, pH, общий C и N. Отрицательное влияние урбанизации на микробную биомассу верхнего слоя почвы было показано для городских территорий, образованных на месте бывших лесных

территориях и естественных пастбищах, тогда как преобразование пахотных зон привело к увеличению микробной биомассы и базального дыхания. Изменение этих параметров в основном обусловлено показателями N и C в почвенных образцах.

Результаты нашего исследования показывают, что история землепользования является важным фактором, объясняющим пространственную изменчивость микробной активности в городских почвах. Сравнение городских и не городских почв, а также городских почв с различной историей землепользования, показывает, что разные пути урбанизации влияют на их микробиологические функции и могут быть важным фактором для городского планирования.

Работа рекомендована к.б.н., PhD, доц. департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем В.И. Васеневым.

УДК 631.46

ПОИСК ИНДИКАТОРОВ СОСТОЯНИЯ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВОГО МАТЕРИАЛА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ КОНТЕКСТОВ

К.С. Душанова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, kamilla.dushchanova@gmail.com

The succession of microbial community during the decomposition of materials of protein, fat, and polysaccharide nature was studied in the model experiment using the method of multisubstrate testing of respiration activity. Indicator substrates that cause different reactions of microbial communities were identified and used to analyze the soil-ground filling of a vessel from the burial mound of the Bronze Age. From the data obtained the vessel supposedly contained a protein product.

В модельном лабораторном эксперименте на серой лесной почве изучали динамику разложения органических материалов белкового (казеин, желатин, шерсть), липидного (растительное масло, бараний жир) и полисахаридного (крахмал, растительные остатки) состава по дыхательной активности микробных сообществ и потерям Сорг. Целью эксперимента было изучить сукцессию микробного сообщества и найти информативные индикаторы исходного присутствия органических материалов. Сукцессия анализировалась методом мультисубстратного тестирования дыхательной активности микроорганизмов (МСТ) в ответ на вне-

сение различных низкомолекулярных индукторов (карбоновые кислоты, аминокислоты и углеводы). Белки были минерализованы к третьему месяцу эксперимента, а разложение липидов и полисахаридов началось спустя 2 месяца. Реакции микробных сообществ на предложенный спектр индукторов в системе МСТ различались в ходе сукцессии микробных сообществ. Дыхательный отклик на карбоновые кислоты был самым высоким, а на аминокислоты был ниже и различался в зависимости от состава внесенного материала. Отклик на внесение азотсодержащих субстратов (аминокислот) был выше контроля в липидных и полисахаридных вариантах, а в белковых вариантах – ниже его. Отношение отклика на карбоновые кислоты к таковому на аминокислоты оказалось специфичным и устойчивым на протяжении эксперимента. В белковых вариантах оно превышало контроль в 4–6 раз, а в безазотистых составляло 38–63 %. Из всего спектра низкомолекулярных индукторов для МСТ были выбраны аскорбиновая, молочная, уксусная кислоты и цистеин. Анализировали отношения величин отклика на аскорбиновую кислоту к таковому на уксусную (АУ), молочную кислоты (АМ) и цистеин (АЦ). Показатели АУ, АМ и АЦ превышали контроль в белковых вариантах до 6.6 раз, а в безазотистых (липиды, крахмал, растительные остатки) были ниже контроля (макс. 105 %). При этом показатель АУ в белковых вариантах превышал контрольные величины в 2.6–5.2 раз на сроке 8 месяцев, АМ в 1.7–2.5 на сроке 10 месяцев, АЦ стабильно превышал контроль в 3.0–6.6 раз на протяжении всего эксперимента. Эти показатели были использованы для реконструкции исходного присутствия органических материалов в почвенно-грунтовой заполнении сосуда из курганного могильника эпохи бронзы. Анализировали 5 слоев заполнения сосуда на уровне венчика, плечиков, средней и нижней части, а также дна. Показатели АМ, АЦ и АУ увеличивались от венчика ко дну, что позволяет выдвинуть предположение о белковой природе заполнения сосуда.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 17-06-00412.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Т.Э. Хомутовой.

УДК 551.8:574 (571.56)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБИОМОРФНОГО АНАЛИЗА
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КОЛЫМСКИХ ТУНДР

Я.С. Жигалева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва,
zhigaleva.ya@mail.ru

Study of the impact of global climate change on the ecosystems of Yakutia. The use of micro biomorphic analysis in the reconstruction of the conditions for the formation of plant communities of the Kolyma tundra. Analysis of the distribution of microfossils in the soil profile, the study of groups of phytoliths.

На сегодняшний день исследователями не было уделено большого внимания природным условиям Севера и особенно Северо-востока России. Однако эта территория имеет глобальное значение, занимая обширные площади земной суши. В связи с глобальными изменениями климата данный вопрос становится всё актуальнее.

Повышение среднегодовой температуры оказывает влияние на уязвимые высокольдистые позднеплейстоценовые отложения, формировавшиеся на арктических равнинах. В качестве одного из таких регионов можно отметить приморские низменности северо-востока России, сложенные отложениями ледового комплекса, представляющими собой отложения высокой льдистости с мощными полигонально-жильными льдами.

В этой связи целью настоящей работы являлась реконструкция условий формирования растительного покрова Колымских тундр методом микробиоморфного анализа.

Задачи исследования. 1. Изучение микробиоморфных спектров кернов и современных почв с низовий реки М. Чукочья и их связей с растительным покровом Колымских тундр. 2. Проведение реконструкции условий формирования четвертичных отложений в низовьях реки М. Чукочья.

Изучение и анализ микрофоссилий современного глеезёма и керна четвертичных отложений в низовьях реки М. Чукочья показал, что профиль современной почвы содержит широкий спектр разнообразных биоморф (фитолиты, пыльца, панцири диатомовые, спиккулы губок, ра-

ковинные амебы, радиолярии, угли, остатки эпидермиса, грибов, детрит). Распределение микрофоссилий в почвенном профиле носит убывающий с глубиной характер с пиком под органогенным горизонтом.

С помощью фитолитного анализа можно эффективно решать широкий спектр вопросов почвоведения, особенно проблемы генезиса и эволюции почв, развития конкретных ландшафтов. Особенности фитолитов, в частности их сохранность в течение многих тысяч лет, а также невозможность их удалённого переноса, в отличие, например, от пыльцевых зёрен, позволяет использовать их в качестве индикаторов эволюции локальных биоценозов, определения природно-климатических условий территории, а их динамика по почвенной толще позволяет отследить смену растительности и региональные изменения климата. Проанализировав связь последних с глобальными климатическими условиями в конкретный период времени, мы можем строить прогнозы об изменениях растительных ассоциаций и почвенных структур в будущем в зависимости как от природных, так и от антропогенных факторов.

Не только остатки растительности могут рассказать об интересующем периоде. Важными индикаторами природно-климатических условий являются, например, спикеры губок и диатомовые водоросли, наличие которых позволяет судить о факте повышенного увлажнения территории и его характере, благодаря делению данных организмов на пресноводные и морские формы.

На основе проведенной работы можно сделать вывод, что микробиоморфный анализ весьма перспективен. В зоне распространения многолетнемерзлых пород он может с успехом применяться для проведения палеореконструкций природной обстановки и восстановления условий формирования растительного покрова.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. ИФХиБПП РАН О.Г. Заниной, к.с.-х.н., доц. С.Л. Игнатьевой.

ПАЛЕОПОЧВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛАВЯНСКИХ
ПАМЯТНИКОВ У с. КРЕМЬЕНЬ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Петросян¹, Л.Н. Плеханова²

¹Пушинский государственный естественно-научный институт

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
ФИЦ ПНЦБИ РАН

Alisa_Mayakovskaya@bk.ru, dianthus1@rambler.ru

Indicators of the physicochemical properties of the soil of the mound (distribution of humus, values of magnetic susceptibility, and activity of microbial communities) make it possible to state high preservation under the mound with a capacity of more than 80 cm.

The distribution of humus and phosphates in the modern horizons of the biogenic soil formed on the mound according to the data obtained.

Почва является уникальным естественно-историческим объектом для исследований, так как в ней содержится большое количество информации и характеристик, которые позволяют повысить информативность и эффективность исследований в области истории развития почв, природной среды и общества.

Исследования почвы под валами и насыпями археологических памятников позволяют сравнить состояние почвенного покрова в различные исторические эпохи, а также рассмотреть особенности развития природной среды и детально анализировать ее отдельные компоненты. Погребенные почвы изолируются от влияния внешней среды, тем самым обеспечивая сохранение свойств прежних эпох, в которые почва сформировалась. Почвенный профиль выступает в роли архива, хранящего в себе информацию о всех фазах развития, наложенных друг на друга стадиях развития и этапах эволюции и деградации.

Объектом исследования послужили почвы могильника у с. Кремьень, включающие курган XII века, насыпь кургана и 800 и 100-ленте погребенные почвы. Второй хроносрез (100 лет) сохранился под досыпкой от грабительского вкопа начала XX в. Памятники датируются временем вятичей, XII в.н.э. Определялись рН почв, влажность, полная полевая влагоемкость, гранулометрический состав, гумус, магнитная восприимчивость прибором КТ-5 по общепринятым методикам (Аринушкина, 1970). Из показателей активности микробных сообществ определялось базальное и субстрат-индуцированное дыхание почв (Anderson and Domsch, 1980) на охлажденных однородных образцах, со статистической обработкой результатов.

Согласно полученным значениям показателей физико-химических свойств почв кургана (распределение гумуса, значений магнитной восприимчивости, а также активность микробных сообществ) констатируем высокую сохранность почвенных свойств в песчаной курганной насыпи мощностью более 80 см, а также биогенное распределение гумуса и фосфатов в современных горизонтах сформированной на насыпи почвы. Кроме того, были изучены образцы почв из курганного ровика, окружавшего насыпь кургана, а также образцы строительного материала с обломками печной обмазки, характерной для культурного слоя. Такой уникальный фрагмент был обнаружен нами в средней части курганной насыпи, где также были сделаны анализы дыхания микроорганизмов и посевы на кератнолитические микроорганизмы. На курганной насыпи на песках-супесях над обеими хроносрезами идет формирование почвы по типу серых лесных. Ввиду небольшого времени формирования почвы, несопоставимого с возрастом зональных фоновых почв на кургане выражено представлены не все горизонты, характерные для серых лесных почв. Горизонт иллювиирования в фоновых почвах, с которым логично сопоставлять показатели насыпи, вероятно, имеет более длительное характерное время по отдельным почвенным свойствам. Иными словами, согласно изученным почвенным свойствам, время формирования почвы насыпи значительно меньше, чем время формирования горизонтов в фоновой почве.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с., зав. заведующий отделом экологии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.48

ПЕРИОДЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ДОЛИНАХ МАЛЫХ РЕК ПРЕДКОВКАЗЬЯ И В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

В.Н. Пинской

Пушкинский государственный естественно-научный институт
pinskoy@inbox.ru

Questions senlitonga of soil formation in floodplains and peculiarities of soil formation in the beams investigated in different regions are not the same. We have conducted studies of the characteristics of soil formation and sediment accumulation in the valleys of small rivers of the Caucasus (river Aytash, a tributary of the Sulak) and in the beam Angry (the don river basin). Thus, the previously unknown period of soil formation common for these two regions in the area of 1900 l. n. was revealed.

Вопросы синлитогенного почвообразования в поймах рек и особенности почвообразования в балках исследованы в разных регионах не одинаково. Наиболее полно эти вопросы исследованы в работах С.А. Сычевой, Г.В. Добровольского, В.П. Чичагова, и др. по объектам, расположенным в лесостепной зоне.

Установлено, что в этом регионе имело место несколько этапов активизации эрозионных процессов и почвообразования. На основании изучения циклов развития пойм малых и средних рек лесной и лесостепной зон Русской равнины показано, что циклиты в поймах состоят из разных фаций аллювия почв и отражают разные стадии пойменно-речного цикла. На основе радиоуглеродного датирования выделены интервалы, отражающие разные фазы 2000-летнего ритма.

Показано, что в начале малого климатического оптимума (МКО) голоцена VIII–XIII вв. условия были суше, чем в его вторую половину (1000–800 л.н.). Почвы на пойме формировались в теплую и сухую фазу, в течение 1000–1300 л.н. и были близки к зональным. Во вторую половину МКО в почвах проходило оглеение, аллювий начинал накапливаться с конца МКО. Наиболее интенсивные сигналы ухудшения условий для биоты и почвообразования получены для малого ледникового периода (МЛП). Для этого времени характерны высокие, порой даже катастрофические паводки, усиленные антропогенным влиянием.

Элементарные почвенные процессы также различно проявляются в различных почвенно-климатических зонах. Характер изменений всех этих процессов и их влияние на формирование пойменных почв прослеживается не только на зональном, но и подзональном уровнях: северной, средней и южной тайги и лесной зоны. В этих регионах в течение ряда лет велись исследования пойменных почв.

В этом отношении наименее изученным является регион сухих и пустынных степей юго-востока Русской равнины. Известны лишь работы В.П. Чичагова по антропогенной трансформации ландшафтов пустынных областей Азии и влияния древних дорог на рельеф пустынных степей.

Нами проведены исследования особенностей почвообразования и осадконакопления в долинах малых рек Предкавказья (река Айташ, приток Сулака) и в балке Сердитая (бассейн реки Дон). И в том и в другом случае в поймах рек было выделено три погребённых почвы. Из погребённых почв были выделены гуминовые кислоты и проведено радиоуглеродное датирование. Получены следующие радиоуглеродные даты, которые показывают периоды почвообразования в поймах. Долина реки Айташ: 10410 ± 110 л.н., 5370 ± 140 л.н., 1990 ± 60 л.н. Балка Сердитая: 2650 ± 50 л.н., 1950 ± 80 л.н., 730 ± 30 л.н. После этих периодов

в предгорьях Кавказа и в степной зоне в долинах рек активизировались процессы накопления аллювия. Таким образом, выявлен ранее неизвестный период почвообразования общий для этих двух регионов в районе 1900 л.н.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с., зав. заведующий отделом экологии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.48

ОСОБЕННОСТИ ПОГРЕБЁННЫХ РАННЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПОЧВ ЛОРИЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ, АРМЕНИЯ

А.О. Ревунова

ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет
reina_abc@mail.ru

This work is dedicated to the study of paleosols of the Lory depression (Northern Armenian) for reconstruction of paleoclimatic conditions of the Early Pleistocene. Three different sites were described. Auchelian tools were found in every site, which is important for dating these deposits.

Склоны бортов восточной части Лорийской котловины в Армении покрыты вулканическими отложениями (пеплы, туфы, застывшие лавы), имеющими датировку 1.4– 2.0 млн лет. Под этими отложениями залегают палеопочвы. По результатам ранее проведенного изучения одного из разрезов в районе дер. Куртан (Хохлова и др., 2015, 2016), эти палеопочвы были классифицированы как бурозёмы (Vertic Cambisols) и текстурно-метаморфические почвы (Luvisols). Согласно реконструкции, палеопочвы развивались во влажном умеренном или субтропическом климате под смешанными и широколиственными лесами. Такие условия благоприятствовали продвижению пра-людей из Африки на евразийский континент. В процессе миграций совершенствовалась техника изготовления орудий, используемых людьми. Эти орудия, часто встречающиеся в разрезах Лорийской котловины и изучаемые археологами В.П. Любиным, Е.В. Беляевой и др., (2016–2018), дают дополнительные датировки (в основном ранний ашель, т.е. 1.4–1.7 млн лет).

Целью данной работы является изучение погребённых под базальтом и пеплом раннеплейстоценовых палеопочв для реконструкции условий их формирования. Для этого в Лорийской котловине на севере Армении исследованы разрезы Ягдан, Аревацаг-2 и Куртан.

Разрез Ягдан представляет собой расчистку обнажения в борту каньона ручья Мендзор (приток реки Дзорагет). Палеопочвы здесь перекрыты толщей застывшей базальтовой лавы. При стекании с Сомхетского хребта лава произвела сильное воздействие на перекрытые почвы. При рассмотрении образцов под микроскопом видно большое количество угля в верхних горизонтах, постепенно уменьшающееся книзу. Разрез представлен 8-ю выдержанными слоями, различающимися по минералогическому и гранулометрическому составу. По большому количеству глины, слабокислой и близкой к нейтральной обменной реакции, однородной светло-бурой окраске нижних горизонтов (верхние горизонты имеют более темный цвет, что может быть следствием воздействия раскаленной базальтовой лавы) и отсутствию карбонатов мы предположили развитие почв буроземного типа.

Разрез Аревацаг-2 располагается в борту каньона сухого правого безымянного притока реки Дзорагет. Морфологически почвы здесь близки к таковым вышеописанного разреза, но отличаются от Ягдана обилием карбонатов. Вероятно, карбонаты были принесены с выступающих выше отложений известняка после прекращения почвообразования, поэтому эти почвы мы тоже можем отнести к буроземам.

Разрез Куртан выделяется тем, что он был перекрыт не плотными продуктами извержений, а рыхлыми наносами, впоследствии обогащенными песчаной фракцией в результате коллювиально-делювиальных процессов. Обильные здесь карбонатные образования имеют гидрогенное происхождение: в голоцене территория перекрывалась озером, в которое карбонаты поступали в результате размыва отложений морских пород из-за периодических активизаций эрозионных процессов.

Общим для всех палеопочв района является их формирование в раннем и начале среднего плейстоцена, во время активности вулканов, принадлежащих Сомхетскому хребту, ограничивающему Лорийскую котловину с севера. Постоянно перекрываемые рыхлыми продуктами извержений, почвы не могли сформировать развитый профиль. В результате мы имеем дело с так называемыми педоседами, в которых фиксируются начальные признаки процесса буроземообразования.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. О.С. Хохловой и д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

ПОЧВЫ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА
(НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ МЫСА МАРТЬЯН)
КАК ИСТОЧНИК ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Р.А. Решетникова¹, Н.О. Ковалева²

¹Факультет почвоведения МГУ, г. Москва

²Лаборатория экологического почвоведения факультета почвоведения
МГУ, г. Москва, rada3025@mail.ru

Red-coloured soils (Cambisols) in the reserve «Cape Martian», which have not been subjected to cover glaciation, are of interest for paleoecological studies as they have preserved ancient landscapes. The weighting of the isotopic ratios, the presence of phytoliths of cereal plants in the middle part of the profiles of red-colored soils and other properties indicate existing of the «steppe period» of ecosystems in the climatic optimum of the Holocene.

Исследование дневных и погребенных палеопочв может дать информацию об изменении условий среды на протяжении исторического времени, поэтому в современном почвоведении палеопочвам уделяется все больше внимания.

Палеопочвоведение занимается изучением почв прошлого, реликтовых признаков в современных почвах, историей и эволюцией почвообразования. Дневные и погребенные почвы являются природным архивом палеоэкологической информации о событиях прошлых эпох. Такие территории, как Крымский полуостров, не подвергавшиеся покровным оледенениям, являются интересным объектом для изучения, поскольку на них сохранились древние ландшафты.

Объектами исследования были коричневые красноцветные почвы мыса Мартьян в Никитском ботаническом саду, а также черноземовидные горно-луговые почвы и буроземы с разных хребтов Крымских гор (полевые исследования выполнены под руководством Костенко И.В.).

Для коричневой красноцветной почвы кривые содержания углерода, азота и серы – регрессивно-аккумулятивные, для водорода – прогрессивно-аккумулятивные. Диапазоны содержания биофильных элементов (в процентах) – С: 0.8–2.8; N: 0.05–0.2; S: 0.04–0.9; H: 0.9–1.2. Динамика образования С-СО₂ с максимумом в начале инкубации (под руководством Семенова В.М.) и постепенным замедлением с течением времени свидетельствует о гетерогенном составе органического вещества, в котором преобладают защищенные от разложения компоненты.

Доля органического фосфора от общего в коричневой красноцветной почве варьирует от 72 до 87 %. Высокое содержание органического фосфора на глубине 30–40 см (до 87 %) в красноцветной почве связано с наличием соединений железа в виде органо-минеральных комплексов.

Максимум величины магнитной восприимчивости красноцветной почвы – в средней части профиля, что связано с одновременным накоплением гумуса и магнитных минералов, что свидетельствует о благоприятных климатических условиях. Максимум содержания органического фосфора соответствует максимуму на кривой магнитной восприимчивости, кроме того, эти данные коррелируют с содержанием окристаллизованного железа, пиками на кривых оптической плотности и отношения $S_{гк}/C_{фк}$ для этой почвы. Максимумы на графиках соответствуют более теплым эпохам.

В красноцветной почве, буроземе и горно-луговых почвах были найдены фитолиты злаковых растений (*Koeleria cristata*, *Avena sativa* и др.), растущих в теплом сухом климате.

На изотопных кривых прослеживается утяжеление изотопного состава углерода вниз по профилю, что, вероятно, свидетельствует о более сухих и теплых условиях почвообразования в прошлом.

Полученные факты свидетельствуют о высокой биологической активности исследованных почв в настоящем и о существовании в середине голоцена еще более теплого периода (климатического оптимума), способствующего «остепнению» экосистем. Возраст органического вещества в средней части профиля составил около 7 тыс. лет. Эта цифра соответствует атлантическому периоду – климатическому оптимуму в Северной Европе согласно шкале периодизации голоцена Блитта-Сернандера.

Таким образом, уникальные экосистемы сухих субтропиков на мысе Мартьян сохраняются в неизменном виде уже более 7 тысяч лет.

Работа выполнена при поддержке РНФ № 17-14-01120.

РАННЕСАРТАНСКИЙ СОЛИФЛЮКЦИЙ
НА ПРИМЕРЕ ГАО «ТУЯНА» (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

М.В. Смирнов¹, А.С. Козырев², И.В. Стерхова³

¹ФГБОУ ВО «ИГУ»,

²Институт Земной коры, г. Иркутск,

³Служба по охране объектов культурного наследия Иркутской области
(СООКНИО), smv.38@mail.ru

The research is devoted to studying of properties of the early sarten solifluction on GAO «Tuyan» located in the Tunkinsky valley of the Republic of Buryatia. Interest in this research is caused by the existence of a large amount of archaeological material in soliflucated sediment. These sediments have a laminated structure, heavy particle size distribution and raised humus content.

Геоархеологический объект «Туяна» открыт А.С. Козыревым в 2010 г., расположен между Торской и Тункинской впадинами, на правом (Хамар-Дабанском) борту долины р. Иркут на северном макросклоне (рис. 1). Толща вскрытых отложений имеет несколько культурных горизонтов верхнепалеолитического возраста. Территория, на которой он находится, представляет интерес для многих ученых, в том числе и почвоведов.

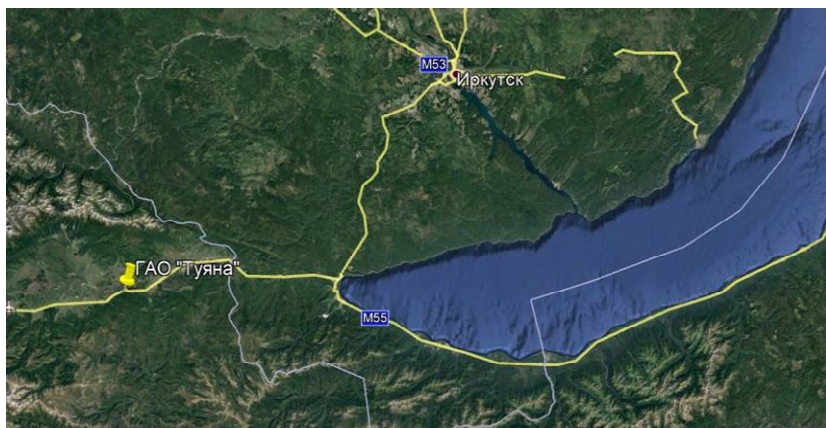


Рисунок 1. Местоположение ГАО «Туяна».

Следы древнего человека, в виде многочисленных отщепов, орудий труда, предметов искусства и др., встречаются неравномерно на вскрытых площадях и на некоторых участках имеют максимальные

скопления, которые находятся на выположенном перегибе макросклона, делящего его на юго-западную и северо-восточную экспозиции. Это связано с тем, что склоновые криогенные процессы (солифлюкция) сместили большую часть культурных горизонтов с археологическим материалом вниз с юго-западного склона.

Большая часть предметов включена в солифлюцированные слои раннесартанского возраста (24–21 тыс. лет) [1], или лежат непосредственно на коре выветривания кристаллических гнейсов.

Целью данной работы являлось дать характеристику солифлюцированных отложений.

Слой солифлюкция (рис. 2) встречается на разной глубине от 80 до 210 см, его глубина залегания от дневной поверхности увеличивается вниз по склону. Мощность горизонта так же не выдержана, в верхней части склона представлена в виде очень тонких прослоев, а ниже мощность может достигать до 1 м. Описание и отбор образцов проводились в средней части склона, где отложения раннесартанского солифлюкция наиболее выражены морфологически.

Всю солифлюцированную толщу можно разделить на 4 слоя:

1. первый слой мощностью около 12 см, имеет желтовато-серую окраску, легкосуглинистый гранулометрический состав, непрочную комковатую структуру, сильно окарбонирован, $pH = 7.7$, содержание гумуса – 3.4 %, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая с языками в местах криогенных трещин;

2. второй слой мощностью 7 см, имеет рыжевато-желтоватую окраску, среднесуглинистый состав, плитчато-комковатую структуру, сильно вскипает от 10 % HCl , $pH = 7.8$, содержание гумуса – 3.4 %;

3. третий слой, мощностью 20 см, имеет желтовато-серый цвет, среднесуглинистый состав, плитчато-комковатую структуру, слабо вскипает от 10 % HCl , $pH = 7.3$, содержание гумуса – 4.58 %, это больше чем в вышележащих слоях, что связано с включением в этот слой прослоев растащенных солифлюкцией почв каргинского возраста (kr^2 , 42–24 тыс. лет назад);

4. четвертый слой мощностью 10 см, серовато-желтого цвета, среднесуглинистый, пылевато-мелкокомковатый, слабое вскипает от 10 % HCl , $pH = 8.4$, количество гумуса – 4.4 %, и так же как слой 3, содержит фрагменты каргинских почв.

Помимо солифлюцированного слоя были взяты образцы вмещающих их отложений (вышележащего и нижележащего слоя). Верхний слой имеет серовато-желтую окраску, легкосуглинистый, с мелкокомковато-пылевой структурой, бурно вскипает от 10 % HCl ,

pH = 7.6, содержание гумуса невысокое – 2.6 %. Нижележащий под солифлюксиям слой имеет светлую желтовато-серую окраску, среднесуглинистый состав, пылевато-комковатую структуру, содержит небольшое количество карбонатов, pH = 7.8, количество гумуса – 2.2 %.

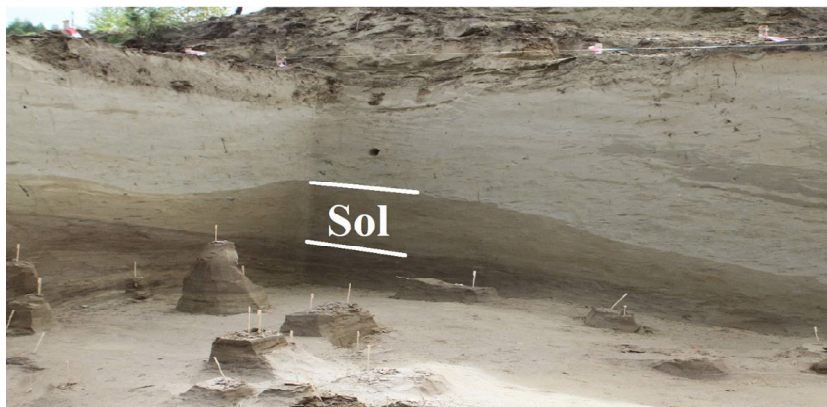


Рисунок 2. Стенка одного из раскопов ГАО «Туяна» с солифлюцированной (sol) толщей.

Таким образом, солифлюцированная толща отличается от вмещающих ее отложений по цвету, утяжелению гранулометрического состава и повышенному содержанию гумуса.

Литература

1. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв: монография / Г.А. Воробьева. – Иркутск: Изд-во. Иркут. гос. ун-та, 2010. – 36 с.

Работа рекомендована ст. преп. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов С.Л. Куклиной.

СВОЙСТВА ПОЧВ ХРОНОРЯДА АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО
ПАМЯТНИКА ЗАБЕЛЬЕ 1
(ВОСТОК ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

М.Е. Федорова

Санкт-Петербургский государственный университет,

mas2792@yandex.ru

During the archaeological excavations near the village of Zabel'e (Leningrad region), some areas with unusual stone mounds were discovered. The complex of archaeological methods did not give an unambiguous answer to the questions about the genesis of these stone objects. This paper describes intermediate results of the study of the chronosequence «buried soil – surface soil» in order to reconstruct the landscape conditions that existed before the construction of the mounds.

Памятник Забелье 1 представляет собой группу насыпей из каменно-валунного материала, приуроченных к вершине моренной возвышенности. Всего по итогам охранных раскопок летом в окрестностях д. Забелье Бокситогорского района Ленинградской области было обнаружено девять каменных сложений, под которыми залегал хорошо сохранившийся почвенный профиль с ненарушенной последовательностью генетических горизонтов. В двух раскопах летом 2017 г. были описаны погребенная и фоновая почвы, сформированные на единой литогенной основе – водно-ледниковых отложениях, подстилаемых карбонатной мореной. Насыпи имеют овальную форму (2–3 м в диаметре), мощность насыпного материала, включающего собственно скопления валунно-галечникового материала и мелкозем в качестве заполнителя, не превышает трех десятков сантиметров.

Вследствие отсутствия артефактов, следов захоронения и других составляющих культурного слоя, археологам не удалось датировать эти объекты. В связи с этим большую актуальность имеет изучение почв памятника естественнонаучными методами с целью восстановления почвенно-ландшафтных условий, существовавших до момента сооружения каменных насыпей. Первоначальная гипотеза, выдвинутая специалистами, объясняла возникновение каменных насыпей в позднем голоцене в результате хозяйственной деятельности человека: сбора камней с сельскохозяйственных угодий или в качестве сырья для строительных нужд.

Почвы хроноряда, включающие дневные и погребенные почвы, классифицированы как дерново-подбуры иллювиально-железистые литобарьерные супесчаные, что свидетельствует в пользу незначительного изменения морфологического строения профиля почв. Первичный сравнительный анализ свойств физических, физико-химических и химических свойств, в частности, не выявил существенных различий в дифференциации профиля погребенных и дневных почв по гранулометрическому составу и содержанию несиликатных форм железа. Существенное уменьшение содержания гумуса в гумусовом горизонте погребенной почвы по сравнению с фоновым аналогом наблюдается только в одном из двух изученных профилей.

Результаты фитолитного анализа гумусовых горизонтов указывают на процессы трансформации исходных открытых луговых сообществ (с разнотравно-злаковым комплексом) с примесью деревьев в сообществе с более сомкнутым древостоем и луговой растительностью в напочвенном покрове. Полученные по разрезам 8-фон, 9 и 9-фон данные свидетельствуют о том, что нижние части гумусовых горизонтов, возможно, являлись поверхностными. Информация о распределении по профилю спор и пыльцы получена для образцов из раскопа 9. На основе данных можно сказать, что на территории господствовали вторичные сосновые и березовые леса с примесью злаково-лугового разнотравья и трав семейства кипрейных, развивавшиеся в ходе восстановительной постпирогенной сукцессии. Упомянутые нарушения могли иметь как естественный, так и антропогенный характер.

Были получены радиоуглеродные датировки погребенных гумусовых горизонтов почв, вносящие коррективы в рабочую гипотезу о возрасте погребения почв. Для верхней части гумусового горизонта АУ раскопа 8 получена дата 5537 ± 70 BP (SPb-2491), а для раскопа 9 – 5541 ± 70 BP (SPb-2492), что заставляет предположить сооружение каменных насыпей намного древнее, в среднем голоцене. В свете этих данных требуется дальнейшее всестороннее изучение археологических объектов памятника Забелье 1.

В заключение стоит отметить, что приведенные результаты требуют дальнейшего совместного анализа. Ожидается, что в ходе завершения текущих исследований будет получена более полная информация о состоянии природной среды, которая поможет установить возможные причины образования рассматриваемых каменных сложений.

Исследование проведено при финансовой поддержке проекта РНФ № 16-17-10280.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

ПАЛЕОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ
СО ВТОРЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ
СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А.В. Филимонова, Л.Н. Шихова

Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
filimonova9797@mail.ru

The genesis of the soils having second humus horizon in the North-East of the European part of Russia was considered in the paper. The theory of the relict origin of the second humus horizon in sod-podzolic soils was confirmed on the basis of paleopalynological analysis.

Keywords: soil, soil profile, second humus horizon, humus, paleopalynology, paleopalynological analysis, spores, pollen, North-East European part of Russia.

Почвы со вторым гумусовым горизонтом – это уникальные реликтовые природные образования, распространенные в пределах таежно-лесной и лесостепной зоны России. Отличительной особенностью почв со вторым гумусовым горизонтом является наличие в нижней части пахотного горизонта ($A_{\text{пах}}$) или ниже элювиального горизонта (A_2) темноцветного второго гумусового горизонта (Ah).

Существует две основные теории происхождения данных почв. Сторонники теории реликтового происхождения утверждают, что горизонт Ah сформировался в период оптимума голоцена 6–8 тыс. лет назад, под степной и лесостепной растительностью и является остатком мощного черноземовидного гумусово-аккумулятивного горизонта среднеголоценовых почв.

Большинство теорий современного происхождения второго гумусового горизонта основаны на способности гуминовых кислот мигрировать вниз по профилю. По мнению ученых, поддерживающих данную теорию, аккумуляция гумусовых соединений в глубине профиля происходит благодаря существованию мерзлотных, мерзлотных окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных барьеров в почвах.

В настоящее время более аргументированной считается теория реликтового происхождения, подтверждением которой является результаты палеопалинологического, микробиологического и микробиоморфного анализа.

В рамках данного исследования были изучены дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы со вторым гумусовым горизонтом на покровных суглинках, расположенные на территории Чепецко-

Кильмезского водораздела в Кировской области. Было заложено 4 почвенных разреза в ельнике разнотравном и 2 – на сельскохозяйственном поле. В почвенных пробах по методике Гричука (Пыльцевой анализ, 1950) проводилось исследование палиноморф (пыльца и споры растений, растительные устьица, клетки водорослей и др.), после чего по каждому разрезу составлялись спорово-пыльцевые спектры.

Спорово-пыльцевой спектр закономерно изменяется по глубине профилей. Видовой состав палиноморф подстилки и фрагментарного гумусового горизонта соответствует современному фитоценозу – ельнику разнотравному.

В верхней части элювиального горизонта спектр меняется. Обнаружена пыльца растений более южных местообитаний, отсутствующих в современной флоре.

В спорово-пыльцевом спектре горизонта AhA_2 преобладает пыльца таких широколиственных пород как: липа крупнолистная, клен полевой, дуб пушистый, бук лесной. В современной флоре области они отсутствуют. Обнаружена пыльца травянистых растений и кустарников: кирказона ломоносовидного, адоксы мускусной, ластовня лекарственного и острого, облепихи крушиновидной, бузины черной, так же отсутствующих в современной флоре исследуемой территории.

В нижней части элювиального горизонта и в горизонте A_2B наблюдается уменьшение количества палиноморф. Преобладают пыльцевые зерна сосны и ели, множество спор мхов и папоротников

Таким образом, из полученных результатов следует, что второй гумусовый горизонт – это остаток более мощного гумусового горизонта почв, формировавшихся в отличающихся от современных климатических условиях под остепненными фитоценозами с доминированием широколиственных пород.

Секция VI

*Исследование органического
вещества почв*

The paper presents methods for determining water-soluble organic matter. Defined water-soluble (CH_2O) and microbial (CCS) carbon organic matter. The studied soil is located in the Northern Urals, on the territory of the ridge Covaleski stone of Vishera nature reserve. The maximum and minimum values of the distribution of organic substances on the soil profile are given. It was found that depending on the type of soil characterized by different content of water-soluble forms of carbon.

Водорастворимое органическое вещество (ВОВ) является одним из компонентов почвы, которое оказывает влияние на физические, химические, биологические процессы.

Цель исследования – изучить водорастворимые формы органического углерода в горных почвах. Исследования проводили в заповеднике «Вишерский» (хребет Чувальский камень). Почвенные разрезы заложены с высоты 868 м до 248 м на западном склоне хребта в разных высотно-растительных поясах: тундровом, подгольцовом, горно-лесном. Диагностика почв проведена по классификации почв России (2008). В пределах геоморфологического профиля определены почвы различного генезиса. По диагностическим горизонтам выделены почвы следующих отделов: альфегумусовые (*BHF*) – подбур охристый (р. 17, 868 м н.у.м., р. 14, 677 м), подбур глинисто-иллювирированный (р. 16, 810 м), дерново-подзол охристый (р. 13, 523 м; р. 10, 248 м), дерново-подбур элювирированный охристый (р. 12, 468 м); структурно-метаморфические (*BM*) – бурозем (р. 15, 804); железисто-метаморфические (*BFM*) – ржавозем глееватый (р. 11, 252 м).

Использованы методы: определение органических веществ в водной вытяжке ($\text{C}_{\text{H}_2\text{O}}$); определение микробного углерода в горячей водной вытяжке по Кёршину (*Ски*); определение содержания углерода (*Соби*) методом Тюрина в модификации Антоновой.

Содержание *Соби* изменяется в диапазоне от 0.32 до 3.7 % и характеризуется как низкое. В дерново-подзоле охристом (р. 13) и в ржавозёме глееватом *Соби* имеет бимодальное распределение с максимумом в верхних органо-минеральных горизонтах и в нижней части профиля. Установлено, что содержание *Соби* закономерно изменяется в почвах с высотой местности ($R = 0.78$).

Диагностические и генетические горизонты имеют различное содержание водорастворимого углерода. Так, в горно-тундровом поясе минимальное значение C_{H2O} отмечается в иллювиально-гумусовом горизонте (3.99 %), а максимальное – в структурно-метаморфическом (50.55 %) к *Собиц.* В подгольцовом поясе C_{H2O} изменяется от 7.99 до 52.67 %, в горно-лесном поясе от 1.66 до 87.58 %. Максимальные значения C_{H2O} обнаружены в подзолистых горизонтах, и в гумусовых горизонтах с признаками элювирования, наличием «грубого» гумуса. Распределение показателя по профилю является дифференцированным почти во всех почвах, и только в подбуре глинисто-иллювиированном (тундровый пояс) и ржавоземе глееватом (горно-лесной пояс) C_{H2O} имеет постепенно повышающее и понижающее распределение соответственно. Таким образом, C_{H2O} можно использовать в качестве индикатора биохимических барьеров в профиле.

Содержание микробного углерода $С_{ки}$ колеблется в широких пределах 0.44–31.77 % к *Собиц.* Причем, в гумусовых горизонтах, показатель имеет наиболее низкие значения (2.02–3.77 %), чем в иллювиально-железистых и структурно-метаморфических горизонтах (4.01–31.77 %). Наименьшее содержание отмечается в горизонтах с признаками оглеения (<1 %). В почвах горной тундры наблюдается постепенное накопление микробного углерода в нижней части профиля. В почвах подгольцового пояса распределение $С_{ки}$ является дифференцированным: В горно-лесном поясе показатели изменяются от 0.39 до 8.34 %. Содержание водорастворимых форм углерода имеет обратную среднюю тесноту связи от высоты местности. Выявлена обратная средняя связь между водорастворимыми формами углерода и его общим содержанием.

Таким образом, почвы характеризуются различным содержанием водорастворимых форм углерода в зависимости как от типа почвы, так и от высотно-растительных условий формирования почв.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

СВЯЗАННЫЕ С ПОЧВАМИ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ
НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА, г. ЯЛТА

И.А. Ильичев

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, igor.ilichev.1996@mail.ru

Nowadays, the concept of ecosystem services, many of which are soil-based, is becoming very popular. The purpose of this work was to characterize two soil-based ecosystem services: maintaining soil biodiversity and the soil organic carbon stock. The study was conducted in the Crimea, in the vicinity of Yalta. Two territories were compared: Nikitsky Botanical Garden and Cape Martyan Reserve. The study showed that the soils of the Nikitsky Garden are better in providing ecosystem services than the soils of the Cape Martyan Reserve.

В последние 10–15 лет произошла принципиальная переоценка взаимоотношений человека и природы, появилось такое понятие как экосистемные услуги, многие из которых связаны с почвами. Но сейчас это понятие необходимо наполнить конкретным содержанием, провести количественную оценку тех услуг, которые поддаются такой оценке.

Исследование проводилось на территории Никитского ботанического сада, расположенного вблизи г. Ялта Крымского полуострова. Было выбрано два объекта исследования – собственно Никитский ботанический сад и заповедник Мыс Мартьян, принятый за фоновую территорию по отношению к НБС. Целью работы было охарактеризовать две экосистемных услуги, связанных с почвой: поддержание почвой биоразнообразия и запас в почве органического углерода. Характеристика поддержания почвой биоразнообразия проводилась при помощи количественной оценки почвенной мезофауны. Рядом с каждым почвенным разрезом закладывались прикопки и отбирались пробы на почвенную мезофауну методом ручной разборки проб по Гилярову (1975). После этого были определены такие показатели, как масса почвенной мезофауны и ее состав, а также рассчитаны индексы биологического разнообразия – Шеннона – Винера и Бергера – Паркера. Установлено, что численность почвенной мезофауны и разнообразие таксономических групп в Никитском саду существенно выше (940 экз./м^2 , 22 группы), чем на мысе Мартьян (245 экз./м^2 , 16 групп). Образцы для определения содержания $C_{\text{орг}}$ отбирались в заложенных почвенных разрезах каждые 10 см. Были определены такие показатели как масса, плотность, процент содержания $C_{\text{орг}}$, а также содержание карбонатов. Был рассчитан средний запас $C_{\text{орг}}$ в метровом слое почвы, а также в слое 0–10 см для обоих

участков. Средний запас $C_{орг}$ в m^3 почвы на территории НБС составляет 39.6 кг, на территории мыса Мартьян – 26.8 кг. В слое 0–10 см этот показатель равен 10.3 кг для НБС и 5.7 кг для мыса Мартьян.

В ходе изучения Никитского ботанического сада и Мыса Мартьян были установлены их существенные различия по составу почвенного покрова: в Никитском саду преобладают стратоземы и буроземы, на территории мыса Мартьян – красноцветные почвы *terra rossa* (относящиеся к типу коричневых по «Классификации и диагностике почв СССР», 1977).

Практическая значимость работы состоит во внесении вклада в экономическую оценку связанных с почвами экосистемных услуг в ботанических садах, что позволяет проводить оценку их значимости, выходящей за рамки только рекреационных услуг, в том числе и для научных исследований.

По проведенным исследованиям можно сделать вывод о том, что участки существенно различаются между собой по типам почв, водному режиму и назначению. Поэтому их следует рассматривать как территории, предоставляющие различные экосистемные услуги. В целом, можно говорить о том, что почвы Никитского сада предоставляют более качественные экосистемные услуги, чем почвы заповедника Мыс Мартьян, однако, несмотря на это, заповедная территория мыса Мартьян предоставляет качественные экосистемные услуги по поддержанию эндемичных видов почвенной мезофауны, а также уникальной экосистемы красноцветных почв *terra rossa*. Это подтверждается, в том числе, наличием на Мысе Мартьян доминантных групп эндемичных для Южного берега Крыма объектов мезофауны.

Работа рекомендована д.б.н., проф. П.В. Красильниковым.

УДК 631.45 (470.61)

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГУМУСА ЧЕРНОЗЕМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Р. Кислякова

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им. А.К. Кортунова – филиал Донского государственного университета,
Новочеркасск, rekngma@magnet.ru

It was found that Calcic Chernozems in comparison with the southern ones have a greater capacity of the humus horizon, respectively 84 and 62 cm, a higher percentage of carbon and a less sharp decrease in its soil profile. The type of humus of the arable horizon of chernozems is fulvate-

humate. The degree of humification is high – 41–43 %. In the arable layer of both subtypes of chernozems, the main amount of humic acids falls on the fraction 2 associated with calcium in complex forms of compounds.

Органическое вещество почвы является важнейшей субстанцией, наличие и формы которой в наибольшей степени определяют плодородие почвы.

Функции, выполняемые органическим веществом, огромны. Оно служит растениям прямым источником элементов питания, влияет на их доступность и режим поведения, регулирует формирование структуры почвы, ее водно-физические свойства, тепловой режим, реакции окислительно-восстановительного и ионного обмена.

В экологическом аспекте особенно важно, что гумусовые вещества, обладая высокой поглотительной способностью, вместе с другими коллоидами создают одно из замечательных свойств почвы – ее буферность, возможность противостоять вредному воздействию кислотных и щелочных растворов.

Почва, обогащенная органическим веществом, более устойчива к загрязнению, что связано с высоким содержанием в гуминовых кислотах различных функциональных групп, в том числе карбоксильных, аминных, фенольных, гидроксильных, участвующих в образовании простых и сложных органо-минеральных соединений.

Исследования гумусного состояния черноземов обыкновенных и южных Ростовской области проводились в районах расположения теплой южно-европейской и умеренно-теплой восточноевропейской фации, показано, что его формирование определялось сложным комплексом естественноисторических условий, среди которых главнейшим являлась мощная разнотравно-злаковая и типчаково-ковыльная растительность с глубоко проникающей корневой системой, остатки которой гумифицировались длительное время в обстановке теплого и умеренно-теплого климата.

Особенностью черноземов обыкновенных в сравнении с южными является большая мощность гумусового горизонта, соответственно равная 84 и 62 см. Более высокое процентное содержание углерода и менее резкое его снижение по профилю почвы было также в черноземе обыкновенном.

В пахотном горизонте чернозема обыкновенного процент углерода составил 2.38, южного 2.19 в горизонте ВС 0.91 и 0.80, С 0.53 и 0.32 соответственно. Количество гуминовых кислот в этих подтипах черноземов, равное в $A_{\text{пах}}$ 0.98 и 0.94 %, в горизонте С падало до 0.09 и

0.05 %. Группы фульвокислот в $A_{\text{пах}}$ черноземах обыкновенном и южном было примерно одинаковым – 0.48 и 0.46 %, в нижних горизонтах – меньше в черноземе южном.

Тип гумуса пахотного горизонта черноземов фульватно-гуматный. Степень гумификации, оцениваемая, как доля гуминовых кислот в общем количестве углерода, равная 41–43 %, указывает на «высокую» полноту преобразования органических веществ в гуминовые соединения.

Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот в нижних горизонтах сужалось, гумус приобретал в горизонте ВС и С гуматно-фульватный тип.

В пахотном слое обоих подтипов черноземов основное количество гуминовых кислот приходится на фракцию 2, связанную с кальцием в сложных формах соединений 0.72–0.69 %.

В фульватной части гумуса более всего и примерно одинаковое количество в $A_{\text{пах}}$ фульвокислот 2-ой и 3-ей фракций – 0.21–0.18 и 0.20–0.17 %, связанных в сложном полимерном комплексе с соответствующими фракциями гуминовых кислот.

Таким образом, черноземы обыкновенные и южные, имея некоторые различия в содержании общего углерода в пахотном слое, обладают примерно одинаковым составом.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.А. Новиковым.

УДК 631.417.1

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО АГРОСЕРЫХ ПОЧВ КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Н.Н. Ковязин

Пермский государственный аграрно-технологический университет,
n.kowiazin.kola@gmail.com

The characteristics of the content, composition and properties of organic matter of Phaeozems of the farm «Oven» are given. The humus content in arable soils of the farm is 4.5–5.6 %. The characteristic of the content of labile forms of organic matter in alkaline extract is given to be 33–53 % of the total humus content for arable soils and 21 % for virgin soils; in a water extract of 1.33–2.37 %.

Содержание и запасы органического вещества в почвах традиционно служат основными критериями оценки почвенного плодородия. Серые лесные почвы занимают промежуточное положение по плодородию.

дию между подзолистыми и черноземными почвами и неудивительно, что в районах, где нет плодородных почв, они первыми испытывают сильнейшую антропогенную нагрузку.

Основными объектами исследования выступают агросерые почвы хозяйства ООО «Овен» Суксунского района Пермского края, имеющие различный период использования с момента их вывода из залежного состояния. Территория хозяйства располагается в пределах зоны Кунгурской лесостепи, где серые лесные почвы составляют основной фон. Почвы залегают на выровненных участках водоразделов. Основным видом сельскохозяйственной продукции на пашне за последние 5 лет являются ячмень и картофель. Для сравнения были так же отобраны образцы почвы с целинной территории (разрез № 4).

Характер распределения гумуса в почвах постепенно убывающий. В гор. А₁ целинной почвы содержание гумуса 6.6 % от массы почвы, в пахотных горизонтах обрабатываемых почв оно несколько ниже 4.5–5.6 %. В нижележащих горизонтах А₁А₂ содержание гумуса убывает до 1.7–1.9 %.

Основываясь на использовании того или иного метода фракционирования, органическое вещество почв подразделяют на фракции и пулы, в том числе по растворимости в различных средах (воды, щелочи). Определение лабильных органических веществ (ЛОВ) позволяет судить о новообразованиях и трансформации гумуса и их чувствительность к природным и антропогенным факторам.

Таблица. Содержание лабильных органических веществ.

Разрез №	Горизонт, глубина, см	Общий С почвы, %	Щелочная вытяжка		Водная вытяжка	
			С, в % от массы почвы	С, в % от С _{общ}	С, в % от массы почвы	С, в % от С _{общ}
1	Апах (0–25)	3.15	1.66	52.57	0.053	1.67
2	Апах (0–16)	3.24	1.15	35.52	0.043	1.33
3	Апах (0–25)	2.44	0.81	33.12	0.058	2.37
4	А1 (5–27)	3.85	0.82	21.31	0.076	1.97

По данным анализов (табл.) выявлено, что содержание ЛОВ, извлекаемых щелочной вытяжкой, в пахотных почвах составляет 33–53 % от $C_{орг}$, что выше, чем в целинных 21 %.

Экстракцией органического вещества горячей водой извлекается значительная часть углерода, представляющего легко разлагаемую часть активного органического вещества почвы. Содержание водорастворимого углерода ($C_{вов}$) составляет 0.04–0.08 % от массы почвы. В почве под лесом (разрез № 4) в гор. А₁ содержится больше $C_{вов}$, чем в пахотных горизонтах.

Таким образом, по мере увеличения возраста использования почв под пашню отмечены следующие изменения в составе органического вещества: содержание ЛОВ, извлекаемых щелочной вытяжкой, возрастает, а количество $C_{вов}$, наоборот, уменьшается, что напрямую влияет на количество и качество гумуса, а так же его доступности растениям.

Работа рекомендована к.г.н., доц. М.А. Кондратьевой.

УДК 631.417.2:631.8

ИЗМЕНЕНИЕ ГРУППОВОГО СОСТАВА ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

А.В. Козлова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
им. Д.Н. Прянишникова», г. Москва, alyakozlova@mail.ru

The systematic use of different fertilizer systems and their aftereffect contributed to the transformation of the group composition of humus loamy Albic Retisol with the preservation of zonal genetic features.

В настоящее время при характеристике органического вещества пахотных почв используют широкий спектр показателей, в числе которых важное место занимает групповой состав гумуса, так как он отражает специфику процесса гумификации.

Цель данной работы – изучение влияния длительного систематического применения органической, минеральной, органоминеральной систем удобрения, а также их последствия на общее содержание и групповой состав гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Исследования проводили в длительном стационарном полевом опы-

те с сокращенной факториальной схемой, заложенном в 1978 году на опытном поле ФГБНУ «Смоленский НИИСХ». В течение четырех ротаций севооборота (до 2008 г. включительно) в опыте систематически вносили минеральные (азотные, фосфорные и калийные) и органические (подстилочный навоз КРС) удобрения в различных дозах и сочетаниях, предусмотренных схемой. С 2009 г. удобрения не вносятся, культуры севооборота возделываются при поддерживающем внесении аммиачной селитры.

Почвенные образцы отбирали в 2008 и 2015 гг. после завершения 4-ой и 5-ой ротаций зернотравяного севооборота из пахотного слоя (0–20 см). В почве было определено содержание Сорг (по методу Тюрина) и содержание подвижных гумусовых веществ I-й фракции по схеме Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой.

Полученные данные показали, что в конце 4-ой ротации (2008 г.) в контрольном варианте без применения удобрений содержание органического углерода составляло 1.02 %. Доли щелочегидролизующего углерода (C_{NaOH}) и Сгк при этом составляли 0.38 и 0.18 %. Соотношение Сгк/Сфк – 0.9. Длительное систематическое применение органической (9 т/га навоза КРС), минеральной (N90P90K90) и органоминеральной систем в трехкратных дозах (N90P90K90+9 т/га навоза КРС) позволило повысить содержание углерода исследуемой почвы относительно его содержания на контроле на 0.2 %, 0.17 % и 0.31 % соответственно. Суммарное относительное содержание подвижных гумусовых веществ по вариантам опыта варьировало от 37.9 до 44.2 % от валового содержания углерода почвы. Тип гумуса во всех изучаемых системах гуматно-фульватный (по Орлову), соотношение Сгк/Сфк – в пределах 0.77–0.89.

В почвенных образцах, отобранных через 7 лет возделывания культур севооборота без удобрений (2015 г.), процент Сорг на контроле снизился на 0.03 % относительно содержания в 2008 г., уровень обеспеченности почвы Сорг по последствию органической системы составил 1.07 %. В вариантах, где ранее использовались минеральная и органоминеральная системы, наблюдалась тенденция к снижению содержания органического углерода. Изменился и групповой состав гумуса: доля C_{NaOH} уменьшалась во всех исследуемых вариантах кроме контрольного. При этом в варианте с последствием органической системы возрастала доля гуминовых кислот и снижалось количество фульвокислот. В варианте с последствием применения минеральной системы удобрения было отмечено усиление фульватной направленности превращения органических веществ.

Исходя из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что систематическое применение различных систем удобрения и их последствие способствовало трансформации группового состава гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при сохранении характерных зонально-генетических особенностей.

УДК 574:630

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ МЕЗОРЕЛЬЕФА НА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧЕ РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Е.И. Куроедова, А.В. Бузылев
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва,
ekaterina.kuroeodva@yandex.ru, il@li.ru

Environmental assessment of the distribution of organic matter in different versions on the mesorelief forest experimental university RGAU-MCHSA. This article deals with the impact of the mesorelief on the distribution of organic matter in the soil; how great is his role in this process.

Одно из основных значений элементов мезорельефа состоит в перераспределении зональных экологических факторов. Сочетание элементов мезорельефа и экологических факторов может изменять зональные, климатические и почвенные факторы, что будет являться основным условием для видового состава и состояния древесной и напочвенной растительности. Влияние мезорельефа на растительность особенно ярко проявляется там, где те или иные факторы близки к минимуму.

Лесная опытная дача (ЛОД) Тимирязевской академии – одно из старейших в России научно-исследовательских и учебных учреждений в области лесоводства. Многие проблемы лесоведения и лесоводства впервые были поставлены в опытах ЛОД.

На территории ЛОД проводились исследования древесного-растительного, напочвенного покрова и почвенных характеристик с изменяемым мезорельефом. Отборы проб велись по трансекте расположенной с северо-востока на юго-запад. Ранее была установлена мезо-неоднородность и различия в режимных характеристиках ключевых участков. В зависимости от растительности на ключевых участках, состояние и количество опада отличается, что приводит к отличию в содержании органических веществ в почве.

На участке, расположенном на вершине моренного холма (ВМХ), из древесной растительности преобладает дуб черешчатый (*Quercus robur*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). В подлеске – клен остролистный (*Acer platanoides*).

На участке средней части прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ) в первом ярусе – липа мелколистная (*Tilia cordata*) и береза повислая (*Betula verrucosa*) в подлеске наблюдаются клен остролистный (*Acer platanoides*) и вяз шершавый (*Ulmus glabra*).

На подошве короткого слабопокатого склона (ПСВ) преобладающей породой является липа мелколистная (*Tilia cordata*). Средняя часть пологого слабовогнутого склона повышенной длинны юго-западной экспозиции (СЮЗ): в преобладающих породах представлена сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), в подлеске – вяз шершавый (*Ulmus glabra*).

Подошва пологого слабовогнутого склона повышенной длинны юго-западной экспозиции (ПЮЗ) представлена такими видами древесной растительности, как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

На каждом исследуемом участке был отобран опад с 1 м². Наиболее мощный опад на – вершине моренного холма (где преобладают широколиственные деревья), минимальное количество опада было собрано на участках с преобладанием хвойных пород. Количество органики в зависимости от состава опада распределилось следующим образом, максимальное значение зольности на участках с преобладающими хвойными породами ПЮЗ – 25.58 % и СЮЗ – 16.2 %. Минимальные значения зольности пришлись на ВМХ и составили 8.13 %.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. каф. экологии М.В. Тихоновой.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА
ГУМИНОВЫХ КИСЛОТЛ.А. Логвинова¹, М.В. Зыкова¹, С.В. Кривошеков^{1,2},
О.А. Голубина¹, М.В. Белоусов¹ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет
Минздрава России, г. Томск²ФГАУ ВО Национальный исследовательский Томский
политехнический университет
ludmila_logvinova@mail.ru

The object of the study are humic acids (HAs). It is obtained by extracting 0.1 M sodium pyrophosphate from peat. Humic acids were characterized by physicochemical methods: IR spectroscopy, elemental (C, H, N, O) analysis, exclusion HPLC, quantitative determination of HAs UV-spectrophotometry.

Актуальность: результаты практической деятельности человека трансформируют его среду обитания. Интенсивность этих изменений во много раз превышает скорость адаптации организма, что ведет к появлению новых по природе заболеваний, увеличению встречаемости уже известных нозологий, нередко противостоять которым человек не может, принимая синтетические лекарственные препараты. На фоне этого увеличивается значимость фитотерапии. Известные вещества нативного происхождения гуминовые кислоты (ГК), обладают разносторонними физиологическими эффектами: противовоспалительными, иммуномодулирующими, адаптогенными, протекторными и т.д. Поэтому ГК и препараты на их основе хорошо зарекомендовали себя в качестве пищевых добавок. Но их более широкому клиническому применению препятствует сложность, связанная с процедурами стандартизации, ввиду нерегулярного состава. Решение проблемы стандартизации ГК – актуальная задача фармацевтической химии.

Объект и методы исследования: ГК верхового вида торфа, экстрагированные раствором пирогосфата натрия (0.1 моль/л) [Зыкова М.В., 2017]. Регистрация электронных спектров (0.001 % водных растворов ГК) осуществлялась на спектрофотометре Unico 2800 (США). В полученных спектрах устанавливали коэффициенты экстинкции (E_{465} ; E_{650}), вычисляли коэффициент цветности $Q_{4/6}$ [Орлов Д.С., 1990]. Регистрацию флуоресцентных спектров 0.0004 % растворов (p-p $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$, pH = 6.86) проводили на флуориметре ФЛЮОРАТ-

02 ПАНОРАМА (г. Санкт-Петербург), постоянная разность монохроматора ($\Delta\lambda = 20$ нм) при $\lambda_{\text{возб}} = 270, 310$ и 355 нм. В спектрах фиксировали положения максимума флуоресценции, вычисляли «синий сдвиг» максимума флуоресценции [Милуков А.С., 2007]. Спектры в ИК-области ($500\text{--}4000$ см^{-1}) записывали на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 1201 (г. Санкт-Петербург) в таблетках с KBr (соотношение 1:100, соответственно). Рассчитывали отношения оптических плотностей полос поглощения (ОППП) кислородсодержащих функциональных групп ($\nu_{\text{OH}} 3400$ см^{-1} , $\nu_{\text{C=O}} 1720$ см^{-1} , $\nu_{\text{C-O}}$, $\nu_{\text{C-O-C}} 1225$ см^{-1} , $\nu_{\text{CO}} 1035$ см^{-1}) к оптическим плотностям полос поглощения, соответствующим ароматическим ($\nu_{\text{C=C}} 1610$ см^{-1}) и алифатическим ($\nu_{\text{Alif}} 2920$ см^{-1}) фрагментам структуры. Элементный состав устанавливали на CHN анализаторе «EuroEA 300» (Италия), процентное содержание кислорода – по разности [Орлов Д.С., 1990]. Молекулярно-массовое распределение исследовали методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Dionex Ultimate 3000 («Thermo», США), неподвижная фаза: хроматографическая колонка для эксклюзионной хроматографии Ultrahydrogel 250, $250 \text{ \AA}$, 7.8×300 мм (Waters, США), подвижная фаза: 0.1 М трис-HCl буферный раствор с $\text{pH} = 8.89$, скорость потока элюента 1 мл/мин.

Результаты и обсуждение: разработаны показатели подлинности и качества: идентификация и числовые показатели по данным электронной, флуоресцентной, ИК-спектроскопии, элементного (C, H, N, O) анализа, эксклюзионной ВЭЖХ, количественное определение ГК в растворах спектрофотометрическим методом.

Выводы: на основании разработанных методик и подходов к стандартизации гуминовых кислот предложен проект нормативной документации «Гуминовые кислоты верхового сосново-пушицевого торфа».

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-43-700014 p_a).

УДК: 591.169.2

ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СЛИЗИСТОЙ ПРЯМОЙ КИШКИ

Д.С. Лошкарева

Федеральное государственное учреждение высшего образования

«Самарский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации,

ya.dobraya32@gmail.com

We have studied suppositories on the basis of humic acids on the injured site of a mucous rectum. Regeneration acceleration and also, obviously expressed anti-inflammatory effect, prove that the medicines containing humic acids promote full formation of smooth muscular tissue, but not connecting from the very beginning of a wound repair, thereby, accelerate and facilitate process an adhesion of wounds.

Геморроем страдает более 10 % взрослого населения планеты, а удельный вес от общего числа колопроктологических заболеваний составляет 40 %. Геморрой – это заболевание, которое связано с воспалением и тромбозом геморроидальных вен, образующих густую сеть околопрямокишечного клетчаточного пространства, патологически расширяющихся и извивающихся. В связи с чем, до настоящего времени остается актуальной проблема выбора тактики лечения этой категории больных. Исследования новых лекарственных средств приобретают особую важность на фоне сложившейся в последние годы негативной тенденции увеличения на российском фармацевтическом рынке доли лекарственных средств зарубежных производителей.

Целью нашей работы является изготовление нового препарата – суппозитория на основе гуминовых кислот и разработка методики лечения с их использованием, которая будет направлена на устранение сосудистых нарушений и ликвидацию воспалительного процесса в геморроидальных узлах, болевого синдрома, а также геморроидального кровотечения.

Задачами работы стало испытание суппозитория в лабораторных условиях, основанное на наблюдении и выявлении эффективности воздействия лекарственного препарата на очаги геморроя.

В ходе практической части работы были выполнены испытание суппозитория на основе гуминовых кислот на лабораторных животных, которые имели положительный результат.

Результаты проведенного эксперимента, основанные на гистологическом анализе, свидетельствуют о положительном воздействии суппозиторий на основе гуминовых кислот на травмированный участок слизистой прямой кишки. Ускорение регенерации, а также, явно выраженный противовоспалительный эффект, доказывают, что препараты, содержащие гуминовые кислоты, способствуют полноценному формированию гладкой мышечной ткани, а не соединительной с самого начала заживления раны, тем самым, ускоряют и облегчают процесс заживление ран.

Работа рекомендована к.х.н., доц. М.А. Кривопаловой.

УДК 631.417

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЖАРА НА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ ПУЛ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ГОРНО-ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.Н. Маслов, О.А. Маслова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, maslov.m.n@yandex.ru

We have studied the organic matter of the soil of the Rybachy Peninsula, Russia. The surface horizons contain 35–45 % total organic carbon and 0.1–1.5 % total organic nitrogen. Easily-oxidative fraction prevails in the composition of organic matter of surface horizons. Water-soluble organic matter has a minimum proportion of labile organic matter. The alkaline-soluble fraction is dominated in the labile organic matter.

В большинстве случаев тундровые пожары имеют среднюю интенсивность, при которой полностью или частично сгорает надземная фитомасса, подстилка, а также часть органогенного горизонта почвы. Пожары высокой интенсивности, практически полностью уничтожающие органогенный горизонт почвы, случаются гораздо реже. В тоже время, по имеющимся прогнозам, частота возникновения тундровых пожаров на протяжении XXI века будет постоянно увеличиваться. Все это делает актуальным исследование пирогенных изменений почв тундры, в частности, их органического вещества как основного экосистемного пула углерода.

Нами исследованы почвы горно-тундровых экосистем Хибин (Мурманская область). Образцы отбирали непосредственно после пожара средней (2017 г.) и высокой интенсивности (2018 г.). В качестве кон-

троля выбраны сухоторфяно-подбуры иллювиально-гумусовые. Для выделения биологически активного пула органического вещества использовали метод биокинетического фракционирования. Суть метода состоит в учете продуцирования $C-CO_2$ почвами при длительном (140–150 суток) инкубировании образцов почвы при температуре $+22\text{ }^{\circ}C$ с последующим расчетом содержания биологически активного пула органического вещества, а также определения характеристик его оборачиваемости в почве. Повторность инкубационных опытов трехкратная.

Органическое вещество (ОВ) горизонта Т1 сухоторфяно-подбура контрольных участков характеризуется максимальным содержанием потенциально-минерализуемого углерода (5316 ± 140 мг/100 г) и минимальной константой скорости минерализации ($k = 0.009 \pm 0.001$). Пожар средней интенсивности приводит к снижению размеров пула потенциально-минерализуемого углерода в поверхностном пирогенном горизонте (3895 ± 1036 мг/100 г), но его константа скорости минерализации увеличивается ($k = 0.012 \pm 0.001$). Пожар высокой интенсивности приводит практически к полному уничтожению пула биологически активного ОВ в пирогенном горизонте (18 ± 2 мг/100 г). На размер пула потенциально-минерализуемого углерода в первую очередь оказывает влияние степень защищенности ОВ, поэтому столь высокое его содержание в сухоторфяном горизонте, представленном в основном слаборазложившимися растительными остатками, вполне объяснимо. Пирогенное воздействие приводит к обугливанию части органического вещества почва с формированием углистых частиц, слабо подверженных микробиологической атаке. В случае пожара высокой интенсивности большая часть органогенного горизонта полностью сгорает, а оставшаяся часть представляет собой углистый материал.

Воздействие пожара на биологически активный пул органического вещества иллювиально-гумусового горизонта ВН не так однозначно, как для органогенного. После пожара средней интенсивности происходит увеличение содержания активного ОВ в 2 раза по сравнению с контролем. Это связано с включением в состав ОВ почвы отмирающих корней, а также частичной миграцией продуктов термического разложения подстилки и сухоторфяного горизонта. При пожаре высокой интенсивности количество активного ОВ в горизонте ВН снижается в 10 раз по сравнению с контролем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-34-00292 мол_а).

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ
ПОЧВ СЕРОЗЕМНОГО ПОЯСА УЗБЕКИСТАНА

С.Б. Пардаев, Т.К. Ортиков

Самаркандский институт ветеринарной медицины, Узбекистан,
pardaev78@mail.ru

The article presents scientific information on the study of the state of humus in the soil and practical measures for their improvement. In order to increase the humus content in grassy soils, conclusions are made on how to increase the stock of organic fertilizers by introducing crop rotation, developing animal husbandry and preparing compost.

В настоящее время идет процесс ухудшения гумусного состояния почв, за счет снижения содержания, запаса и качества гумуса. Это приводит к уменьшению плодородия почв. Поэтому изучение гумусного состояния почв, в т.ч. сероземов в целях повышения их плодородия, является актуальным.

Исследование проводилось в Зеравшанской долины, путем организации почвенных экспедиции и в виде полевых опытов. При проведении исследования использовались общие приятные методики. Агрохимические анализы осуществлялись по стандартным методам.

Исследование показывает, что гумусное состояние почв сероземного пояса Зеравшанской долины при сельскохозяйственном использовании сильно ухудшилось. Это особенно наблюдается при бессменном возделывании хлопчатника и озимой пшеницы, в условиях применения высоких доз азотных и отсутствия органических удобрений и бобовых культур. Поэтому включение люцерны в севооборот положительно влияет на гумусное состояние сероземов. Экспедиционное исследование показывает, что на полях где возделывается люцерна содержание и запас гумуса в почве выше, чем в почвах, где возделываются хлопчатник, кукуруз, табак и другие пропашные культуры.

Причиной повышения содержания запаса и качества гумуса при возделывании люцерны является накопление ей большого количества биомассы, отсутствие применения азотных удобрений и обработка почвы, а также предотвращение эрозии. Почва под люцерной находится как в естественных биоценозах, что способствует восстановлению гумусного состояния почв. При предотвращении негативного влияние высоких доз азотных удобрений надо правильно подбирать соотношения минерального, органического и биологического азота. Положительно влияет

снижение нормы азотных удобрений за счет применения органических удобрений и включения в севооборот люцерны. Высокие дозы азота удобрений не только снижают гумусного состояния почвы, но и содержания общего азота. Исследование показало, что в условиях Узбекистана компосты приготовленных из различных органических отходов (в условиях резкой нехватки навоза), сельскохозяйственных культур, таких как хлопчатника и озимой пшеницы положительно влияет на содержание и запас гумуса. При этом в почве повышается содержание общего азота. На засоленных и солонцовых почвах, надо снижать содержание водорастворимых солей и катиона натрия. На почвах, где содержание натрия в ППК повышенное, надо проводить гипсование почвы. т.е. обогащать ППК катионами кальция. С этой точки зрения, применение суперфосфата, кальциевой селитры и других кальцийсодержащих удобрений дает хороший результат. Так как, они обогащают почвы катионами кальция и способствуют вытеснению натрия из ППК.

Таким образом, для повышения гумусного состояния почв сероземного пояса надо уменьшить доли пропашных культур в структуре посевов, включить люцерну, снизить нормы применения азотных удобрений за счет включения органического и биологического азота, увеличить выход органических удобрений за счет развития животноводства и приготовления компостов, минимизировать обработки почвы и улучшить мелиоративное состояние почв с большим содержанием водорастворимых солей и катиона натрия.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Ш.Т. Холикуловым.

УДК 631.4

УПРАВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕМ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПАХОТНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

Р.Д. Петросян

ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»,
petrosyan_rafael@mail.ru

The results of studies of the accumulation of organic carbon in the Phaeozems of the Vladimir Opolya on a long-term stationary field experience, based on the balance approach, are presented. The balance of soil carbon, which is formed under different crops of crop rotation, is one of the most important factors regulating the content of organic carbon in arable soil.

Важнейшим условием устойчивого сельскохозяйственного производства выступает сохранение и увеличение содержания органического углерода в почвах. Отечественная практика сельскохозяйственного производства накопила огромный опыт по регулированию содержания органического вещества (ОВ) в пахотных почвах. Среди основных подходов сбережения или увеличения запасов углерода на пахотных землях называют минимизацию обработок почвы, внесение органических удобрений, применение севооборотов с включением посевов трав, сокращение периодов паров. Другими реалистичными мероприятиями, направленными на накопление органического углерода, могут быть повышение урожайности культур, увеличение в севообороте посевов трав и др., т.к. сельскохозяйственные культуры имеют неодинаковую архитектуру надземной и подземной биомассы и обеспечивают различное поступление в почву пожнивных остатков, корней и пр. поэтому подбор сельскохозяйственных культур может быть одним из методов регулирования содержания углерода в почвах.

Приведены результаты исследований накопления органического углерода в серых лесных пахотных почвах Владимирского ополья, на длительном многофакторном стационарном полевом опыте. На основе данных урожайности сельскохозяйственных культур рассчитывался баланс углерода по методическим указаниям расчета баланса гумуса почв при проекте внутрихозяйственного землеустройства. Составляющие баланса углерода: приход – гумификация пожнивных и корневых остатков, соломы и органических удобрений, расход – минерализация органического вещества при возделывании сельскохозяйственных культур и паровании полей.

В анализе баланса углерода под различными сельскохозяйственными культурами использовались данные, полученные в одинаковых условиях: возделывание культур на пахотной серой лесной почве, использование отвальной обработки почвы, и внесение минеральных удобрений в количестве N90P90K90. По балансу углерода культуры распределяются: ячмень (0.05 т/га), многолетние травы (2.10 т/га), озимая пшеница (0.26 т/га), озимая рожь (0.50 т/га), овес (0.02 т/га), яровая пшеница (0.04 т/га), картофель (–0.95 т/га). Положительное влияние на баланс углерода в почвах оказывает запахивание соломы зерновых культур. Также выявлены условия для формирования урожая зерновых культур, при которых баланс углерода является нейтральным. Показано, что посевы озимых культур пшеницы и ржи, а также многолетних трав, оказываются наиболее эффективными культурами в регулировании углеродного баланса пахотных серых лесных почв.

Баланс почвенного углерода, формирующийся под различными культурами севооборота, является одним из важнейших факторов регулирования содержания органического углерода в пахотных почвах. Выбор культур по балансу углерода позволяет перейти к углерод-регулирующим и углерод-сберегающим технологиям сельскохозяйственного производства. Подбор культур выступает одним из инструментов управления содержанием органического углерода в пахотных почвах в целях сохранения их плодородия и минимизации выбросов CO₂ в атмосферу.

Работа рекомендована д.г.н. В.С. Столбовым.

УДК 631.417.2

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПРИ ИНКУБАЦИИ В ГЕРМЕТИЧНЫХ СОСУДАХ

А.Г. Рюмин, М.А. Торопкина

Санкт-Петербургский государственный университет,
кафедра почвоведения и экологии почв, a.gyumin@spbu.ru

Humic substances are high-molecular natural compounds. They have a complex composition and structure, which determine their behavior in nature. Humic substances affect the environment due to the changes in themselves. In the interaction of solutions of different preparations of HA with nutrient media, a change in the oxygen content in a closed system, HA preparation – a nutrient medium, was found. It is established that a decrease in the oxygen content in the system is proportional to the exposure time. Oxygen binding occurs more intensely when exposed to light. There are marked differences in the changes of light in the oxygen content depending on the preparation. In the dark, the decrease in oxygen content is about the same for different preparations. The observed effect must be taken into account in studies where it is necessary to assess changes in oxygen, carbon dioxide and other gas contents. Also, these changes can act as an independent characteristic of HA preparations.

Гуминовые вещества (ГВ) – высокомолекулярные природные соединения. Они имеют сложный состав и строение, определяющий их поведение в природе и взаимодействия с различными объектами живой и неживой природы. При этом воздействие чаще всего взаимно: влияя на среду, ГВ изменяются сами. При постановке экспериментов ГВ могут дать неожиданные эффекты, которые могут повлиять на получаемые результаты.

В наших исследованиях влияния гуминовых кислот (ГК), выделенных из различных целинных и пахотных почв, на культуру водоросли *Chlorella vulgaris*, растворы ГК добавляем к суспензии водоросли, выращиваемой на минеральной питательной среде. На разных этапах эксперимента контролируются параметры жизнедеятельности живой культуры *Chlorella vulgaris*.

Ранее нами было отмечено формирование хлопьевидного осадка в системе раствор ГК – питательная среда (раствор минеральных солей). По результатам проделанной работы было установлено, что процесс формирования осадка зависит от качественного состава и амфифильных свойств макромолекул ГК и химического состава среды. Т.к. изначально выпадение ГК в виде осадка не предполагалось, то пришлось разобраться в причинах этого явления и подобрать питательную среду, на которой этот эффект не проявляется.

Еще один эффект, который изначально не ожидали – в контрольных вариантах опыта, где находилась минеральная питательная среда и раствор препарата ГК, наблюдалось значительное уменьшение содержания кислорода. Этот факт объясняет, почему в опытах с культурой водоросли зачастую мы отмечаем содержание кислорода меньше, чем ожидаем. В связи с этим вопрос поглощения кислорода растворами гуминовых кислот был изучен отдельно.

Было проанализировано 6 препаратов гуминовых кислот, выделенных из верхней части профиля (0–5 см) следующих почв: чернозем целинный и парующий (Курская область); дерново-подзолистая целинная и залежная почва (Новгородская область); серая целинная и пахотная почва (Белгородская область).

Рабочие растворы с концентрацией препарата ГК равной 0.003 % на 50 % среде Тамия разливались по колбам и герметично закупоривались. Было измерено содержание растворенного кислорода с помощью прибора МАРК-302Э в момент постановки опыта, а также на 1 и 5 сутки. В опыте часть колб экспонировались на свету, а часть выдерживалась в темноте. Параллельно были проведены измерения оптической плотности во всех аналитических образцах на длине волны 680 нм.

Во всех вариантах опыта было обнаружено уменьшение содержания кислорода со временем. При этом связывание кислорода происходило более интенсивно под воздействием света, нежели в темноте. В темноте для всех изученных препаратов уменьшение содержания кислорода примерно одинаково, в то время как на свету имеются выраженные различия. В единицу времени связывание кислорода меньше на 5-ти дневном варианте опыта. Следует отметить, что в образцах чернозема парующего и серой пахотной почв наблюдается максимальное связывание

кислорода. Напротив, образцы залежной и целинной дерново-подзолистых почв показывают минимальное связывание кислорода. Отмечена тесная связь между поглощением кислорода в световом варианте опыта с отношением ароматических структур к алифатическим (по данным ^{13}C -ЯМР) и концентрации свободных радикалов, измеренных методом электронного парамагнитного резонанса (для 5 %-го уровня значимости путем сравнения с критерием Стьюдента t , $R > 0.9$).

Изменение оптической плотности (D) растворов за время проведения эксперимента выражено не сильно, но некоторые отличия по вариантам имеются. На изменение D значимо не сказалось, находился раствор препарата на свету или в темноте. Максимальным изменениям подвержены растворы ГК из пахотных вариантов почв, чего не наблюдается для целинных аналогов. Растворы препаратов, которые были исходно темнее, показывают большее изменение D . Её связь с качественными и количественными характеристиками ГК не вызывает сомнений и подтверждается высокими коэффициентами корреляции с такими показателями как содержание углерода, азота, водорода, степени ароматичности, концентрации парамагнитных центров и др. По данным корреляционного анализа изменение D связано с меньшим количеством свойств ГВ, и значимо только для содержания углерода, водорода, концентрации парамагнитных центров, отношения доли О-аклилов к ароматическим структурам.

Выявленное связывание кислорода в растворе гуминовых кислот может быть самостоятельной характеристикой препаратов ГК. Также нельзя игнорировать этот процесс в любых работах, где идет учет содержания и изменения концентрации кислорода, углекислого и других газов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Н. Чуковым.

УДК 631.417.1

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ ПОЛУОСТРОВА РЫБАЧИЙ

О.А. Токарева, М.Н. Маслов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Москва, tokareva1406@yandex.ru

We have studied the organic matter of the soil of the Rybachy Peninsula, Russia. The surface horizons contain 35–45 % total organic carbon and 0.1–1.5 % total organic nitrogen. Easily-oxidative fraction prevails in the composition of organic matter of surface horizons. Water-soluble organic matter has a minimum proportion of labile organic matter. The alkaline-soluble fraction is dominated in the labile organic matter.

Почвы с сухоторфяным горизонтом, формирование которого возможно при сочетании холодного влажного климата, короткого вегетационного периода, мезофильной растительности, хорошего внутрипочвенного дренажа и высокой кислотности занимают в отдельных районах Субарктики значительные площади. К настоящему времени такие почвы описаны на Камчатке, а также на Кольском полуострове. Долгие годы полуостров Рыбачий был закрыт для полноценных почвенных исследований в связи с существованием там военной базы, поэтому почвы этого региона остаются слабоизученными.

Полевые исследования и отбор образцов проводили в июне 2018 года. Были описаны сухоторфяные почвы, относящиеся к стволу органических, а также сухоторфяно-подбурь и сухоторфяно-подзолы, относящиеся к постлитогенным почвам. Исследованные почвы сформированы под разными типами фитоценозов: от кустарничково-лишайниковой тундры до березового криволесья. Отбор образцов проводился по горизонту на всю глубину профиля. В лаборатории определяли общее содержание углерода в образцах на элементном анализаторе Elementar Vario III, а также соотношение легко-, средне- и трудноокисляемых фракций (методом хемодеструкции). В качестве показателей, характеризующих лабильное органическое вещество почв, использованы данные о содержании углерода, экстрагируемого «мягкими» химическими экстрагентами (бидистиллированная вода, 0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 0.1 н NaOH).

Общее содержание углерода в сухоторфяных горизонтах составляет 35–45 %. Органическое вещество сухоторфяных горизонтов слабо обогащено азотом (соотношение C:N 25–32). Вниз по профилю распределение общего углерода носит резко убывающий характер. В сухоторфяных горизонтах почв преобладает фракция легкоокисляемого органического вещества, доля которого составляет 60–66 % от общего содержания углерода. Максимальное содержание легкоокисляемой фракции наблюдается под мохово-лишайниковой тундрой, а содержание средне- и трудноокисляемой – под березовым криволесьем, что связано с различием в поступлении опада и содержанием лигнина в нем.

Наименьшее количество лабильного углерода извлекается бидистиллированной водой. В эту фракцию переходит менее 0.1 % от общего углерода почвы. Распределение водорастворимого органического вещества по профилю почв хорошо коррелирует с распределением $\text{C}_{\text{общ}}$. Доля углерода, переходящего в пирофосфатную вытяжку, составляет от 1 до 13 % от $\text{C}_{\text{общ}}$. Несмотря на то, что максимальное содержание этой фракции приурочено к сухоторфяным горизонтам, ее наибольшая доля от общего углерода характерна для минеральных горизонтов. Подобные

закономерности выявлены нами и для щелочерастворимого органического вещества, доля которого составляет до 22 % от общего содержания углерода в горизонте ВН. Следует отметить, что пирофосфатная и щелочная вытяжки могут содержать не только лабильную и некоторую часть консервативного органического вещества почвы. С этим связано увеличение степени ароматичности органического вещества, определенная по показателю $SUVA_{280}$, значение которого увеличивается в ряду водорастворимое – пирофосфатрастворимое – щелочерастворимое органическое вещество.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.417.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS*
ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

М.А. Торопкина¹, А.Г. Рюмин¹, И.О. Шалина², И.С. Соболев³

¹Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра
почвоведения и экологии почв

²ООО Фирма «ГЭТИ»

³АО «Петер-Сервис»

marimiana.toropkina@gmail.com

This work is devoted to the use of algae culture *Chlorella vulgaris* to assess the physiological activity of humic acids (HA). The paper describes the physico-chemical characteristics of HA preparations – carbon, nitrogen and hydrogen, free radical concentration (by ENR), the ratio of structural components in ^{13}C -NMR, the optical density of HA working solutions, aggregative stability and oxygen binding in a solution. Such indicators as primary production, respiration, and photosynthesis, as well as cell size and size, were used directly to assess changes in the physiological parameters of the *Chlorella vulgaris* culture. The physicochemical characteristics of HA preparations reflect the characteristics of their formation in the soil. All the measured physiological parameters of the culture of *Chlorella vulgaris* change under the influence of HA preparations to varying degrees depending on the preparation used.

Почвенная биота взаимодействует с большим количеством компонентов в среде обитания, которые, безусловно, оказывают влияние на их рост и развитие. Среди биологически активных веществ естественно-го происхождения особое место занимают гуминовые вещества (ГВ) как

по количественным, так и по качественным показателям. Поэтому изучение их состава и свойств является важным разделом исследований фундаментальной и прикладной науки. В настоящее время наибольший интерес представляет влияние ГВ на живые организмы и в основном на их физиологическую активность.

Данному вопросу посвящено множество работ как зарубежных, так и отечественных исследователей, однако до сих пор не существует единого представления о механизмах влияния ГВ на живые организмы. Это связано, прежде всего, с полиморфностью ГВ, которая и обуславливает разнообразие механизмов влияния на живые организмы, а они в свою очередь в зависимости от стадии своего жизненного цикла, внешних условий и т.п. тоже по разному реагируют на ГВ

В нашей работе мы оценивали влияние достаточно контрастных по своим свойствам препаратов гуминовых кислот (ГК) на разные физиологические процессы водоросли *Chlorella vulgaris*.

Chlorella vulgaris в период своей жизнедеятельности должна питаться, дышать, удалять ненужные вещества, расти, размножаться и пр. Эти процессы зависят от различных параметров окружающей среды, а также ГВ, вступающих во взаимодействие с живым организмом. Изучение физиологических процессов и их изменения при контакте с ГВ могут пролить свет на механизмы их действия.

Экстракция препаратов гуминовых кислот из почв проводилась 0.1 н. NaOH по единой методике (Чуков, 1985). Всего выделено 6 препаратов: чернозем целинный и парующий (Курская область); дерново-подзолистая целинная и залежная почва (Новгородская область); серая целинная и пахотная почва (Белгородская область).

Для характеристики препаратов ГК и связи их свойств с воздействием на живой объект были определены такие показатели как содержание углерода, азота и водород, концентрация свободных радикалов (методом ЭПР), соотношение структурных компонентов по ^{13}C -ЯМР, оптическая плотность рабочих растворов ГК с концентрацией 0.003 % при длине волны 860 нм, агрегативная неустойчивость и связывание кислорода в растворе.

В работе оценивались такие физиологические показатели *Chlorella vulgaris* как первичная продукция, дыхание и фотосинтез, а также изменение численности клеток культуры и их размеров под влиянием различных препаратов ГК в двух различных экспозициях – 1 сутки и 5 суток. Первичная продукция, дыхание и фотосинтез оценивали по содержанию кислорода в инкубационных сосудах с помощью анализатора растворенного кислорода МАРК-302Э.

Для установления численности и размеров клеток мы использовали микроскоп с цифровой камерой и счетную камеру Горяева. Подсчет клеток и их размеров на цифровых фотографиях ведется с помощью специально написанной программы (на языке Python) с визуальным контролем правильности результатов.

Второй метод оценки размеров клеток культуры водоросли – лазерная дифрактометрия с помощью прибора Shimadzu SALD-2201. Отличительной чертой данного метода является экспрессность получения результатов из относительно большого объема обрабатываемой пробы. Но вместе с этим применимость его к биологическим объектам требует дополнительного изучения, а из явных недостатков – невозможность получить численность клеток в объеме пробы и высокое влияние «загрязнений» на результаты. Проведенные опыты показывают целесообразность дополнения метода лазерной дифрактометрии прямым счетом с помощью камеры Горяева.

По результатам выполненной работы сделаны следующие заключения. Все препараты ГК, использованные в работе, имеют разные физико-химические параметры, отражающие особенности их формирования в разных почвах. При взаимодействии культуры *Chlorella vulgaris* с растворами препаратов ГК отмечено изменение всех изученных физиологических показателей её жизнедеятельности, причем эти изменения проявляются в разной степени в зависимости от использованного препарата ГК.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Н. Чуковым.

УДК 631.8:631.417.1:631.412

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ, СТРУКТУРУ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ БЕССМЕННО ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ОЗИМОЙ РЖИ

Н.В. Ускова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, nelly_uskova@mail.ru

Abstract: a comprehensive assessment of the humus state of the soil in the long-term field experiment, including qualitative and quantitative characteristics of organic matter, as well as physical and chemical properties of the soil. The data also include the characterization of the structure and quality of the crop of permanently cultivated winter rye.

Проведение исследований в длительных полевых опытах позволяет наблюдать за состоянием плодородия почв во времени, а так же проводить комплексное изучение свойств, режимов, превращений органического вещества почвы в динамике и изучать проблемы плодородия почв.

Почвенное органическое вещество определяет главное свойство почвы – плодородие, а значит, оказывает прямое воздействие на урожай и продовольственную безопасность населения.

Цель работы: дать комплексную агроэкологическую оценку состояния органического вещества и физико-химических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, а также структуре и качеству урожая бессменно возделываемой озимой ржи в длительном полевом опыте.

Образцы для исследования были отобраны с длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заложенного А.Г. Дояренко в 1912 году. Для исследования была выбрана бессменно возделываемая озимая рожь и 4 варианта удобрения (минеральная, органическая, органоминеральная системы и контрольный вариант).

В работе были использованы следующие методы: определение содержания органического углерода методом Тюрина в модификации ЦИНАО, определение содержания лабильного углерода методом Дьяконовой при помощи пиродиффундирующей вытяжки, определение содержания подвижных гумусовых веществ по схеме Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой, определение содержания углерода, экстрагируемого горячей водой, по методу Кёршинса, определение pH солевой и водной вытяжек, определение содержания нитратного азота потенциометрическим методом, аммонийного азота – по методу ЦИНАО, определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, термографический метод исследования. Для определения показателей качества урожая был применен метод спектроскопии в ближней инфракрасной области. Из показателей качества были определены такие показатели как число падения, содержание белка и содержание золы.

В ходе исследования было выявлено, что применение извести не способствует накоплению органического углерода в почве, его количество больше в известкованных вариантах, наилучшим вариантом оказались органическая и органоминеральная системы удобрения. Тип гумуса для всех систем удобрения является фульватным. Наиболее высокое значение pH наблюдается в органической системе удобрения на фоне известкования, а наиболее низкое значение наблюдается в контрольном варианте без известкования. По обеспеченности подвижными

формами фосфора и калия почвы относятся к 5–6 классу и только контрольный вариант по содержанию калия к 3–4. По содержанию доступных форм азота, почвы всех вариантов относятся к 1–2 классу, за исключением органоминеральной системы удобрения для озимой ржи, для данного варианта определены 3 и 4 классы без известкования и с известкованием соответственно. Наибольшее содержание белка и золы в зерне было выявлено в минеральной системе удобрения без известки.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф., академиком РЭА В.А. Черниковым.

УДК 615.32-011.4:577.177

РЕПАРАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ СУБСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ПЕЛОИДОВ

П.Р. Шацкая

Самарский государственный медицинский университет,
Polya.sha98@gmail.com

Peloids are an important source of drugs due to their humic content. Humic substances have anti-inflammatory, immunomodulatory, physiological and reparative effects. We studied the impact of the linen based on the peloids modified by silver ions in the thermal burns model. Laboratory experiment was performed on rats, $n = 6$, divided into 4 experimental groups. In the group with the use of drugs based on humic substances in animals, the severity of the inflammatory process decreased, the area of reactive changes became less.

В настоящее время актуальным и перспективным направлением в фармации является создание лекарственных препаратов на основе природных соединений. Их использование открывает широкие возможности в условиях реальной клинической практики, особенно с учетом высокой представленности синтетических лекарственных средств, обладающих целым рядом побочных эффектов. Важнейшим источником лекарственных препаратов являются пелоиды. Известно, что основным действующим веществом низкоминерализованных иловых сульфидных грязей, широко представленных в Самарском регионе, являются специфические органические вещества гуминовой природы. Благодаря противовоспалительному, органопротективному, иммуномодулирующему свойствам, препараты на основе гуминовых веществ могут быть использованы в качестве лечения раневых поверхностей. В комплексе с иона-

ми серебра, модифицированная структура лекарственного средства усиливает бактерицидное действие.

Цель исследования – изучение влияния линимента на основе компонентов пелоидов, модифицированных ионами серебра, в модели термического ожога.

Материал и методы. В качестве основы для получения линимента использовали полиэтиленгликоль. К подготовленной основе добавляли 1.0 %-ный раствор субстанции пелоидов и 10^{-6} моль/л раствор нитрата серебра для получения лекарственной формы. Лабораторный эксперимент выполнен на беспородных белых половозрелых крысах, $n = 6$. Моделирование термического ожога, степенью 3а, проводили по общепринятой методике. Образцы раневого пространства животного фиксировали 10 %-м раствором формалина. Для проведения гистологического анализа срезы кожи толщиной 5–7 мкм подвергали окрашиванию гематоксилин-эозином. Анализ гистологических срезов проводили на микроскопе. В ходе работы было сформировано 4 экспериментальные группы животных. Первая группа использовалась в качестве контроля, лечение раневой поверхности не проводилось. Животным 2-й группы (группа сравнения) для обработки раны применяли мазь Агросульфам (Фармзавод Эльфа А.О., Польша). В 3-й группе ожоговую поверхность у крыс ежедневно двукратно обрабатывали линиментом, содержащим ГК и ионы серебра. Ожог животным 4-й группы обрабатывали основой линимента ПЭГ.

Заключение. В модели термического ожога у всех экспериментальных животных развивались однотипные реакции. При использовании лекарственных препаратов у животных уменьшалась выраженность воспалительного процесса, становилась меньше площадь реактивных изменений. В 3-й группе отмечено начало схождения струпа на 14-е сутки, в то время как у животных других групп этого не происходило. Гистологическое исследование показало: процессы ранозаживления протекают во всех группах согласно общим законам, в 3-й группе процесс регенерации протекал наиболее интенсивно.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.П. Аввакумой.

Секция VII

*Современные технологии в
исследовании почв*

The available cartographic and actual analytical information about the red book soil cover of the Rostov region and its condition with the help of GIS-technologies is presented in a complex.

Электронный атлас краснокнижных почв предназначен для обеспечения научно-информационного сопровождения и картографического обеспечения мониторинга почв. Атлас также позволит наметить перспективы развития рационального отношения к почвам этой категории. В Атласе впервые сделана попытка комплексно представить имеющуюся картографическую и актуальную аналитическую информацию о краснокнижном почвенном покрове Ростовской области и его состоянии.

Разработка атласа осуществляется в геоинформационной системе ArcGIS 10.2.1, и представляет собой совокупность групп тематических слоев, отражающих почвенный покров и почвообразующие породы ООПТ (особо охраняемых природных территорий), границы ООПТ, административно-территориальное и муниципальное деление Ростовской области, а также описание почвенных разрезов, заложенных в ходе экспедиций в 2015–2018 гг. и фотографии. Программа позволяет просматривать слои в выбранном масштабе совместно с атрибутивной информацией. Имеется возможность определения линейных и площадных характеристик объектов (почвенных выделов) там, где это предусмотрено.

В атлас входят следующие картографические материалы:

1. Картосхема административно-территориального деления Ростовской области.

2. Карта почвообразующих пород под редакцией Г.Г. Клименко в масштабе 1:500 000 (1977 г.). Карта геореференсирована и отвекторизована на кафедре Почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета (далее кафедра ЮФУ).

3. Почвенная карта Ростовской области (ЮжГИПРОЗем) под редакцией Е.М. Цвылева в масштабе 1:300 000 (1983 г.). Почвенная карта была геореференсирована и отвекторизована на базе Почвенного института им. В.В. Докучаева. Структурирование и гармонизация наименований почвенных выделов карты было выполнено на кафедре ЮФУ.

4. Почвенная карта Ростовской области под редакцией С.А. Захарова в масштабе 1:500 000 (1939 г.). Почвенная карта была геореференсирована и отвекторизована на кафедре ЮФУ. Для наименований почвенных выделов карты была проведена классификационная корреляция. Все названия почвенных разностей приведены к классификации почв СССР 1977 г.

5. Границы особо охраняемых территорий согласно Постановлению РФ от 12.05.2017 № 354.

6. Точки почвенных разрезов, заложенных разработчиками настоящего Атласа в ходе экспедиций в рамках проекта.

Электронный атлас почв является развивающимся, пополняемым ресурсом и рассчитан на дальнейшее развитие. Материалы, представленные в атласе, являются результатом работы коллектива авторов кафедры ЮФУ и кафедры Географии почв МГУ в рамках проекта РФФИ № 16-04-00592.

Работа рекомендована д.б.н. проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ИНДИКАТОРАМ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Беляева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, mariabelyeva2015@gmail.com

Land degradation neutrality is a concept that allows monitoring of land status and degradation. The assessment is carried out on three main indicators – land productivity, land cover and soil organic carbon. The study provides a comparative description of the regions of Russia on the indicators of the land degradation neutrality and the identification of areas with a negative and positive balance of land degradation.

Для принятия целей устойчивого развития было множество предпосылок. Уменьшение плодородных земель, ухудшение качества земель, изменение климата и др. – с такими проблемами столкнулось человечество в последние десятилетия [1]. Эти экологические проблемы не могли не иметь свои социально-экономические последствия для многих стран. Россия не стала исключением. На конференции «Рио+20» (2012 г.) впервые была представлена концепция нейтрального баланса

деградации земель (НБДЗ), которая является методом борьбы с деградацией земель и способом достижения целей устойчивого развития [2].

Для мониторинга достижения НБДЗ используется индикатор ЦУР 15.3 – отношение деградированных земель к общей площади земель [3]. Для более конкретного восприятия данного индикатора КБО было предложено три суб-индикатора: наземный покров, наземная продуктивность и содержание почвенного органического углерода. К данным индикаторам могут быть добавлены национальные суб-индикаторы.

На территории всей России стабильные территории составляют 50 %, улучшенные – 38 %, ухудшенные (показатель ЦУР 15.3) – 12 %. В работе представлено распределение ухудшенных, улучшенных и стабильных территорий между субъектами РФ и сравнение субъектов друг с другом за период с 2001 по 2015. В распределении всех рассмотренных индикаторов можно наблюдать некоторые закономерности.

Отрицательный баланс НБДЗ (преобладание ухудшенных территорий над улучшенными) наблюдается преимущественно на территории Южного федерального округа, за исключением республик Адыгея и Калмыкия, а также отрицательный баланс характерен для южных областей Приволжского федерального округа (Оренбургская и Саратовская области). Отрицательный баланс НБДЗ на данных территориях обусловлен интенсивным использованием земель в сельском хозяйстве, а также жарким засушливым климатом, который делает территорию более уязвимой к процессам деградации и опустынивания.

Отрицательный баланс НБДЗ характерен для некоторых более северных территорий, но доля деградированных территорий в более северных регионах значительно меньше, а, следовательно, и баланс НБДЗ близок к нулевому значению. Это обусловлено в большей степени негативными изменениями наземного покрова (уменьшение болотных территорий) и как следствие уменьшение органического углерода.

Литература

1. Чурсин А.И., Незванова К.В. Методы борьбы с деградацией в РФ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6 (часть 1) – С. 88–91.

2. Zero Net Land Degradation: A New Sustainable Development Goal for Rio+ 20 / A report prepared for the Secretariat of the United Nations Convention to combat Desertification. 2012. – 30 с.

3. КБО ООН / Глобальный механизм (2016). Достижение нейтрального баланса деградации земель на уровне страны, Структурные элементы для постановки задач в отношении НБДЗ.

Работа рекомендована д.б.н., г.н.с. ИГ РАН Г.С. Кустом.

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ
СТАТУС МИКРОБИОМА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРИТЕЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

М.В. Голиков¹, М.В. Семенов²

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
cool.mik3492594@yandex.ru

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
semenov_mv@esoil.ru

This article is devoted to the study of the taxonomic structure and the ecophysiological status of the microbiome of the Phaeozem under various fertilizing loads.

Минеральные и органические удобрения, применяемые с целью оптимизации плодородия почвы, выступают мощным фактором воздействия на почвенный микробиом. В зависимости от интенсивности нагрузок на микробную систему почвы проявляются разные типы ее модификационной изменчивости с соответствующей адаптивной реакцией гомеостаза, стресса, резистентности и репрессии. Целью данной работы было исследование экофизиологического статуса и таксономической структуры серой лесной почвы при дифференцированных удобрительных нагрузках, в том числе экстремальных.

Исследования проводились на седьмой и восьмой год микрополевого опыта, заложенного в 2011 г. на серой лесной почве (ИФХиБПП РАН, г. Пушкино) с различными вариантами удобрительных систем: чистый пар, контроль без удобрений и варианты с ежегодным применением возрастающих доз минеральных (от N90P75K75 до N360P300K300), или органических (от 25 до 100 т/га свежего навоза КРС) удобрений. Характер отклика микробного сообщества оценивали комплексом экофизиологических показателей. Количественная оценка обилия генов архей, бактерий и грибов проводилась методом количественного ПЦР в реальном времени. Структура микробных сообществ выявлялась методом высокопроизводительного секвенирования маркерных генов.

Полученные результаты свидетельствуют о существенных различиях в экофизиологическом отклике, а также в таксономическом составе и структуре микробного сообщества серой лесной почвы при применении возрастающих доз как минеральных, так и органических удобрений вплоть до экстремальных. Применение органических удобрений существенно увеличивало БД, Смик, активность азотфиксации, денит-

рификации и метаногенеза, как по сравнению с контролем, так и с вариантами минеральных удобрений. Внесение минеральных удобрений полностью подавляло азотфиксирующую способность почвы. Из полученных значений qCO_2 следует, что экофизиологическое состояние микробного сообщества определяется уровнем удобрительной нагрузки.

Внесение минеральных удобрений во всех исследуемых дозах приводило к росту количества генов грибов и снижению бактериальных генов. Вне зависимости от дозы внесение органических удобрений многократно повышало численность микроорганизмов: количество рибосомальных генов архей повышалось в 2.5 раза, бактерий – в 5–7 раз, грибов – в 18–20 раз. В то же время, в отличие от показателей Смик и БД, количество копий генов бактерий и грибов не изменялось в зависимости от применяемой дозы как минеральных, так и органических удобрений. Археи проявили очень высокую чувствительность к минеральным удобрениям. Повышение дозы вносимых минеральных удобрения последовательно снижало численность копий архей. Внесение удобрений также предопределяло альфа-разнообразие микробного сообщества, которое возрастало с органическими удобрениями вне зависимости от дозы, и резко (до 2.5 раз) снижалось с ростом дозы NPK. Таким образом, длительное внесение разных доз удобрений приводит к ощутимым сдвигам в показателях микробиологического состояния почв, существенно сказываясь на численности, структуре и активности почвенного микробиома.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Л. Степановым.

УДК 631.421.1

ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА

Н.В. Гончаров

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
goncharov7991@gmail.com

Globally, more people live in urban areas than in rural areas, with 54 per cent of the world's population residing in urban areas in 2014. The analysis of the spatial distribution of the magnetic susceptibility of soils has become an effective rapid method of analysis that allows you quickly and accurately determine the degree of anthropogenic pollution. The purpose of the study was to conduct a comparative analysis of the anthropogenic load on different parts of the natural zones of Moscow according to magnetic susceptibility data.

В результате быстрого роста городского населения, увеличивает-ся и нагрузка на городскую природную среду. В связи с этим большую актуальность приобретают экспресс-методы анализа, которые позволяют быстро и точно определить степень антропогенного загрязнения. Одним из подобных методов стал анализ пространственного распределения магнитной восприимчивости почв (далее МВ).

Цель исследования состояла в проведении сравнительного анализа антропогенной нагрузки 3 различных участков природных зон г. Москвы, как наиболее ненарушенных идентификаторов антропогенной нагрузки. Исследования проводились на территории 3 ключевых участков, характеризующихся различной интенсивностью и видами негативных воздействий на природный комплекс. Первый участок представляет собой парковую зону вдоль Ломоносовского проспекта около здания биолого-почвенного корпуса МГУ; второй участок – восточная часть дендрария ботанического сада МГУ на Воробьевых горах; Третий участок – парковая зона музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Хамовники».

В ходе исследования было решено использовать методику М. Гладышевой (2007). Схема пробоотбора разрабатывалась в соответствии с размером ключевого участка: для участков № 1 и № 3 квадрат сетки составлял 10 на 10 метров, для участка № 2 – 20 на 20 метров. Для каждого узла сетки бралось среднее арифметическое из 10 отобранных значений, которое затем использовалось при построении картограммы пространственного распределения магнитной восприимчивости на территории участков. Для сбора полевого материала использовался каппа-метр SatisGeo KT-6. Также был проведен анализ истории землепользования по литературным и картографическим источникам. Степень техногенной нагрузки на ключевые участки рекреационной зоны города определялась по данным снегосъемки. Картографическая обработка результатов проводилась в пакете ArcMap. Расчет статистических данных (среднее арифметическое, дисперсия, стандартное отклонение, медиана и коэффициент вариации) осуществлялся в программном пакете Microsoft Office Excel 2007. В каждой из проб снега, проводились измерения жидкой фазы (электропроводности (ES), концентрации солей (TDS), pH талой воды) и суммарной пылевой нагрузки. Измерения, ES, TDS проводились с помощью Water quality tester WATERPROOF EC/TDS/TEMP COMBO METER COM-100.

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что различия в истории землепользования и степени антропогенной нагрузки, подтверждаются данными объемной магнитной восприимчивости. На участке в Хамовниках среднее значение составляет $0.88 \text{ ед. СИ} \cdot 10^{-3}$,

что в 3 раза превышает фоновые показатели для автоморфных почв данного зонального типа. Кроме того, он характеризуется наибольшими значениями пылевой нагрузки и содержания взвешенных веществ в талой воде (в 2 и более раза больше чем в остальных – 32.4 кг/км²·сут.). Участки № 1 и № 2 характеризуются близкими значениями как по МВ (0.64 ед. СИ·10⁻³ и 0.56 ед. СИ·10⁻³, соответственно), так и по среднесуточной пылевой нагрузке (10.5 кг/км²·сут. и 13.5 кг/км²·сут. соответственно) и по содержанию взвешенных веществ в талой воде (69.1 мг/л и 63.8 мг/л). Пространственное распределение МВ поверхностного горизонта почв на данных участках зависит от нескольких факторов. Более высокие значения фиксировались в тех зонах, где наблюдается повышенная рекреационная и техногенная нагрузка (наличие в почве железосодержащих антропогенных включений, выход на поверхность, в связи с закладкой траншей, техногенных грунтов). Наименьшие значения были приурочены к тем участкам, где наблюдалась регулярная подсыпка грунта (например, клумбы на третьем участке), что вносило изменение в конечные значения. Однако, статистически значимая зависимость между магнитной восприимчивостью и аэральными выпадениями, как показателем антропогенной нагрузки в рамках данного исследования не была найдена. Учитывая тот факт, что в литературе доказано влияние аэральных выпадений на величину МВ, мы можем сделать вывод, что на наших участках данный источник антропогенной нагрузки не играет существенной роли, а на первый план выходит наличие железосодержащих соединений в техногенных грунтах.

Работа рекомендована ст. преп. И.А. Мартыненко.

УДК 631.472.51; 631.421.1

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ
РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ
РАЗЛОЖЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ**

Ф.И. Земсков, И.А. Ильичёв, М.Г. Воропанов

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, philzemskov@mail.ru**

Decomposition studies based on using litter bags are an example of an integral approach to the phytocenosis research. The main aim of the work presented is the search of a methodological base for choosing the technical design of the experiment. Main trends of decomposition processes are given for various samples in several typical sites.

Опыты по разложению стандартизированных образцов являются примером относительно простого в своей основе метода исследования процессов разложения как интегральной характеристики фитоценоза. При оптимальном выборе разлагаемого материала и места его закладки, общей длительности экспозиции и частоты отбора образцов, а также удачного варианта технического оформления опыта, такие исследования могут дать вполне репрезентативные данные, сопоставимые как по разным фитоценозам, так и по другим схожим исследованиям. Этим вопросам и посвящена представляемая работа.

Для приготовления образцов использовались материалы следующих типов: древесина берёзы, нарезанная на фрагменты массой около 2.8 г; целлюлоза массой по ~1 г, чай Lipton™ Green Gunpowder в пакетиках-пирамидках с начальной массой ~1.8 г, а также нативный материал, как правило – легкогидролизуемая часть подстилки, собранной непосредственно в каждой опытной точке. Следует отметить, что образцы нативного материала, в отличие от всех остальных, не являются одинаковыми на всех точках. Образцы, помещённые в полиэтилентерeftалатные мешочки, были заложены в подстилки шести фитоценозов Ботанического сада МГУ (Воробьёвы горы), шести фитоценозов УОПЭЦ МГУ «Чашниково», а также шестнадцати фитоценозов по маршруту зональной практики студентов факультета почвоведения МГУ. Образцы отбирали по 2–6 штук через разные промежутки времени – в среднем раз в четыре–пять месяцев в Ботаническом саду и в Чашниково и один раз в год по маршруту зональной практики. Образцы высушивали, по возможности очищали, затем взвешивали. К настоящему моменту получены предварительные данные по динамике изменения массы образцов за период 2–2.5 года.

Полученные данные свидетельствуют о следующих интересных в методологическом отношении аспектах. Процессы разложения чая и целлюлозы за период около двух лет сравнимы по скорости, однако не равнозначны в одни и те же периоды. Целлюлоза разлагается более или менее равномерно по времени, часто с небольшой задержкой в первые месяцы. Следует, однако, учитывать, что на полное разложение целлюлозы требовалось лишь около 1–1.5 лет, в силу чего картина динамики её разложения осложнена сезонными изменениями условий. Разложение чая, наоборот, характеризуется высокой скоростью на начальных стадиях экспозиции с последующим замедлением и выходом на плато на значениях остатка массы ~40–60 %. Кривые разложения чая и целлюлозы пересекаются на значениях остатка массы ~35–45 %. Таким образом, результаты, полученные при исследовании образцов чая и целлюлозы,

значительно зависят от продолжительности экспозиции. Разложение дерева в Ботаническом саду имеет сравнительно низкую скорость (остаток массы 70–90 % после двух лет экспозиции) и отличную сходимость значений по одновременно отобранным образцам (стандартное отклонение не более ± 10 %). Однако в лесах Чашниково скорость разложения заметно выше (остаётся 40–60 % массы за тот же срок), при большем варьировании – стандартное отклонение достигает $\pm 30\ldots 40$ %. Можно предположить, что это варьирование связано с высокой парцеллярной контрастностью подстилок в условиях зрелых древостоев. При аппроксимации линейной функцией получается, что типичное время полного разложения дерева может составить почти пять лет в Чашниково и около семи лет в Ботаническом саду.

Полученные данные требуют некоторых расчетов и уточнений, однако уже могут послужить ориентиром для выбора методологических подходов при организации опытов со схожими материалами и в схожих природных условиях.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.10

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

П.И. Ильичева

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, polinailicheva@yandex.ru

The article discusses integral estimation of reductive-oxidative soil constitution. This factor is one of the most important in researching the soil fertility, surge capacity of the soil and plants. It is necessary to analyze this effect on different plants in order to give an integral assessment to the best conditions of each element in ecosystem.

Интегральная оценка окислительно-восстановительного состояния почв включает анализ окислительно-восстановительных свойств почв и растений, протекающих в них процессов, и определение оптимального окислительно-восстановительного состояния для компонентов экосистемы (почв, растений, микроорганизмов, водной и воздушной среды).

Окислительно-восстановительное состояние почв является важным индикатором, протекающих в почвах процессов, плодородия и деградации почв. По оценке этого состояния проведены фундаментальные исследования ряда авторов, однако увеличения интенсификации сель-

скохозийственного производства требует более углубленной оценки этого показателя.

В статье предлагается уточнение методов оценки окислительно-восстановительного состояния почв:

1. Оценка Eh и параметров с ним взаимосвязанных для почв, почвенных растворов, поверхностных вод, прикорневой зоны растений, для продуктов испарения из почв и транспирации из растений.

2. Математическая оценка буферной емкости почв в окислительно-восстановительном интервале.

3. Математическая оценка данных потенциостатической кулонометрии почв и почвенных компонентов.

4. Оценка в почвах, почвенных растворах, растений антиоксидантов, антирадикальной активности.

5. Уточнение агроэкологической оценки окислительно-восстановительного состояния почв с учетом комплексообразования.

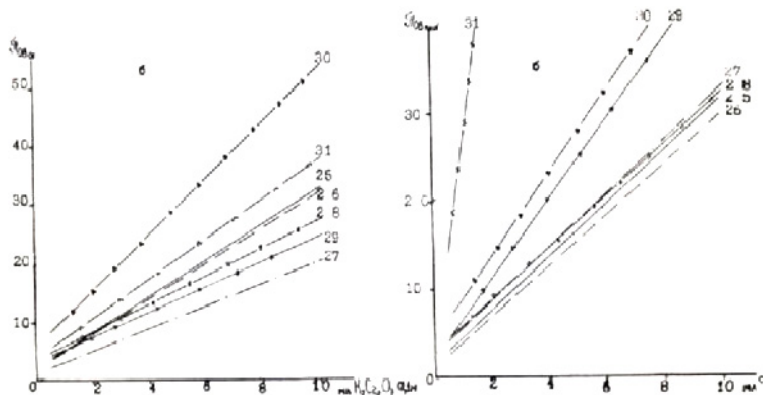


Рисунок 1. Графики окислительно-восстановительной буферной емкости разных типов почв. 25, 26 – солонец; 27 – солонец солончаковатый; 28 – солодь; 29, 30 – солончак 0–2 см и 9–20 см, соответственно; 31 – серозем, Ап. (Савич В.И., Кауричев И.С., Шишов Л.Л. и др., 1999).

На рис. 1 представлены графики окислительно-восстановительной буферной емкости разных типов почв. Мы считаем целесообразным указание дополнительно угла наклона кривых, более точно характеризующих данный параметр. Это необходимо для растворов по регулированию окислительно-восстановительного состояния. Оценка показателей должна рассчитываться с переводом из стандартного масштаба по оси абсцисс и ординат.

Окислительно-восстановительное состояние почв в значительной степени определяет подвижность биофильных элементов и токсикантов в почвах.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.И. Савич.

УДК 631.4

ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ И ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ

Т.Г. Калнин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
kremor1994@gmail.com

Nowadays microtomography is an important tool in soil pores research since it provides three-dimensional visualization of the internal structure of the soil and pore distribution. Tomographic study of the pore space also allows for estimating physical soil degradation.

Агрегатный уровень организации почвы отличается наибольшей педогенной специфичностью и функциональностью. Почвенные агрегаты выполняют роль основного хранилища питательных веществ и влаги, поддерживают устойчивость почвы к механическим нагрузкам, способствуют формированию оптимальной плотности и воздухоемкости почвы. Одним из важнейших агентов осуществления почвенных функций является межагрегатное поровое пространство. До настоящего времени его количественная характеристика в научных и прикладных целях ограничивалась лишь объемными показателями общей и дифференциальной пористости по Дояренко и Качинскому. Однако вопросы, связанные с пространственной трехмерной организацией почвенных пор, до сих пор остаются неизученными.

Основным направлением данного исследования является определение показателей порового пространства почв суглинистого состава подзолистого и черноземного типов почвообразования, которые позволяют охарактеризовать физическую деградацию почвы. По классическим теориям физики почв существуют агрегатная и общая пористость, разницей которых является межагрегатная пористость. Предполагается, что агрегатная пористость – это пространство для жизнедеятельности микробиоты, а основная функция межагрегатной – массоперенос в почвенном профиле. Томография позволяет также выделить открытую и закрытую (тупиковую, защемленную) порозности. Предварительные данные показывают, чем выше в общей порозности доля непроводящих (закры-

тых) пор, тем более выражена деградация структуры порового пространства. Поэтому это соотношение может служить показателем физической деградации почвы. Для проверки данной гипотезы о физической деградации почв в отношении функции проводимости в ней веществ были проведены томографические исследования общей и агрегатной пористости для ненарушенных образцов почв и составляющих ее агрегатов.

Впервые с помощью томографического метода будут количественно оценены свойства почвенных пор: их извилистость, распределение по размерам, открытая и закрытая пористости агрегатов и почвы, роль и значение микропор диаметром менее 1 нм, количество твердофазных контактов. Также предполагается исследовать эти количественные параметры внутрипорового пространства в связи с влажностью агрегатов (в условиях их набухания и усадки), механической нагрузки и их основными классическими характеристиками: водоустойчивостью, гранулометрическим составом, содержанием органического вещества, углом смачивания, удельной поверхностью (в статистически обоснованных повторностях). Это позволит обосновать количественные показатели порового пространства, которые дадут возможность более подробно и точно характеризовать устойчивость почв и слагающих их агрегатов к водным и механическим нагрузкам, изменение их в процессах набухания и усадки, а также предсказывать эволюцию основных свойств агрегатов при влиянии агротехнологических нагрузок и природообусловленных факторов, а также научно обоснованно наметить пути сохранения, оптимизации структуры порового пространства и трансформации почвенных агрегатов и почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. каф. физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Е.В. Шеиным.

УДК 631.42

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИОНОМЕТРИИ И РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

Е.И. Кравченко

МГУ им. М.В. Ломоносова, krav4enko_elena@mail.ru

This paper is devoted to alternative methods for assessing the degree and chemistry of soil salinity. We compared the results obtained by the method of ionometry (measurement of the activity of Na, Cl, Ca ions) and the X-ray fluorescence analysis method (elements Cl, S, Ca) with the data of the classical

water extract (1:5) method, using soil samples of the Chervlyonoye key field, a plot of Svetloyar irrigation system, which is located in the Volgograd region. The results showed that the obtained data is comparable, and the use of these alternative methods is possible for estimation of soil salinity in the key plot.

Засоленные почвы – большая группа почв разного генезиса, для которой характерно наличие в профиле легкорастворимых солей в количестве, ухудшающем плодородие почв и отрицательно влияющем на рост и развитие большинства растений. Засоление почв принято оценивать классическими методами: по измерению электропроводности, по сумме токсичных солей, полученных методом экстракции водной вытяжки. Однако электропроводность не дает сведений о химическом составе солей, что допускает завышение результатов за счет присутствия гипса. Сумма токсичных солей по водной вытяжке также дает завышенные результаты по сравнению с реальными концентрациями солей в почвенном растворе, за счет протекания реакций ионного обмена при условии присутствия гипса в исследуемых образцах.

Поскольку значительная часть почв юга России имеет сульфатный тип засоления, проблема методики определения засоления является актуальной. Целью данной работы было сравнение данных по засолению, полученных методами ионометрии с помощью ионоселективных электродов и рентгенофлуоресцентного анализов (РФА), с данными, полученными методом водной вытяжки и выявление применимости методов ионоселективных электродов и РФА для оценки степени и химизма засоления почв ключевого участка.

Объектом исследования являлись орошаемые почвы участка «Червлёное» Светлоярской оросительной системы, расположенного на юге Волгоградской области. Проводился анализ ионоселективными электродами в почвенных пастах ионов Na, Cl и Ca, а также анализ рентгенофлуоресцентным (РФА) методом валового содержания Cl, S и Ca и некоторых микроэлементов. К преимуществам РФА относится его оперативность и меньшая трудоемкость по сравнению с анализом водной вытяжки. Также проводился регрессионный анализ в программе Excel-2003.

Результаты показали, что самый высокий коэффициент детерминированности с суммой токсичных солей $\sum \text{токс.}$ наблюдается у измеренной активности иона Na (a_{Na}) в почвенной пасте (рис. 1). Несколько ниже значение этого коэффициента с суммой токсичных солей у активности иона Cl (a_{Cl}) (рис. 2), что объясняется тем, что хлорид-ион не является доминирующим анионом в исследуемых почвах. Все параметры уравнений регрессии проверялись с помощью t-критерия, значимость уравнения регрессии проверялось с помощью F-критерия. Еще ниже

коэффициент детерминации у данных по валовому содержанию хлора и суммы токсичных солей (рис. 3). Тем не менее, все уравнения регрессии значимы. Таким образом, методы анализа ионоселективными электродами и рентгенофлуоресцентного анализа могут быть применимы для оценки засоления почв ключевого участка.

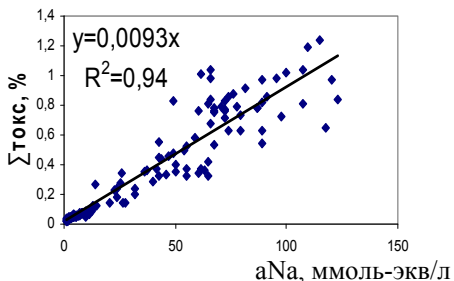


Рисунок 1. Связь активности иона Na ($a\text{Na}$) с суммой токсичных солей.

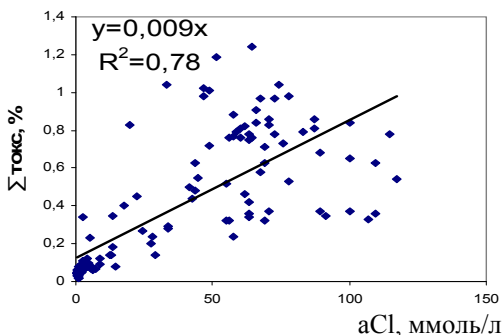


Рисунок 2. Связь активности иона Cl ($a\text{Cl}$) с суммой токсичных солей.

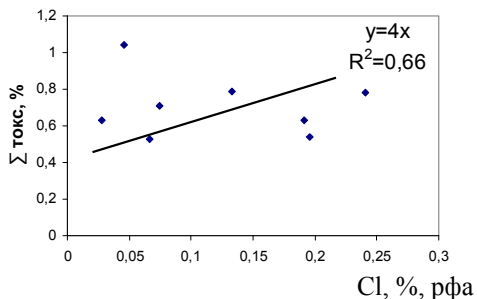


Рисунок 3. Связь валового содержания Cl с суммой токсичных солей.

Работа рекомендована к.г.н., доц. Д.Л. Головановым.

КАК ОБЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ
(ВЭЭ) ВЛИЯЕТ НА МИКОБИОТУ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ?

М.О. Крючкова¹, Е.А. Воробьева^{1,3}, А.Е. Иванова^{1,2},
В.С. Чепцов^{1,3}, А.К. Павлов⁴

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

²ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова, Москва

³ИКИ РАН, Москва

⁴ФТИ РАН им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург
margo_kruchkova@mail.ru

One of the method of astrobiology is modeling extraterrestrial environments using the natural microbial communities of extreme habitats of the Earth as the objects of investigation. The impact of high energy electrons (HEE) is one of the factors that limiting existence of biological life on Mars. The aim of this study was the analysis of impact of simulated Martian conditions viz. HEE radiation with low temperature and pressure on the structure of culturable microfungi communities and fungal biomass in desert soil.

Модельными объектами астробиологии зачастую являются сообщества микроорганизмов земных местообитаний с экстремальными условиями среды. Предполагается, что такие организмы имеют набор механизмов для выживания в особо неблагоприятных условиях.

Облучение высокоэнергетичными электронами это один из факторов, лимитирующих сохранение жизнеспособности микроорганизмов на поверхности Марса.

Таким образом, целью данного исследования было изучить влияние облучения высокоэнергетичными электронами (ВЭЭ) в сочетании с низкими температурами и давлением на сообщества микромицетов серозема.

Объектом исследования были почвенные образцы из верхнего горизонта серозема (пустыня Негев, Израиль). Образцы были облучены в специальной климатической камере, позволяющей сохранять давление в $8-9 \cdot 10^{-3}$ Торр и температуру -130°C в течение всего эксперимента. Образцы получили следующие дозы: 0.05; 1; 2, 3, 4 и 5 МГр. Один образец был подвержен воздействию только температуры и давления, без облучения, другой облучали при комнатной температуре и давлении 1 атм дозой в 0.05 МГр (RT, 1 атм).

Для определения КОЕ и структуры грибных сообществ был использован метод почвенных разведений и посева на твердые питательные среды: грибной Чапек и щелочной агар. Посевы держали при тем-

пературе 5, 25 и 37 °С. Грибную биомассу определяли методом прямой люминесцентной микроскопии с использованием красителя калькофлуора белого.

Численность грибных пропагул в контрольных образцах составила $1-5 \cdot 10^4$ КОЕ/г почвы. Облучение дозами в 0.05 МГр и 1 МГр привело к увеличению КОЕ в 5 раз – $11-20 \cdot 10^4$, тогда как после облучения дозами в 3, 4 и 5 МГр наблюдали значительное уменьшение КОЕ до $1 \cdot 10^4$. Наименьшее КОЕ регистрировали после облучении 0.05 МГр (RT, 1 атм) – $0.3 \cdot 10^4$.

Наибольшее видовое разнообразие наблюдали в контрольных образцах – 25–35 видов. Число видов в облученных образцах – 13–20. Наименьшее видовое разнообразие регистрировали после облучения 0.05 МГр (RT, 1 атм) – 5 видов.

После облучения ВЭЭ изменение наблюдали и в структуре грибных сообществ: биоразнообразие значительно ниже в облученных образцах по сравнению с контрольными. После облучения дозами 3, 4, 5 МГр и 0.05 МГр (RT, 1 атм) виды выделяли только при культивировании при 25 °С. После облучения дозами 1 и 2 МГр значительно возросло количество дрожжей.

Биомасса грибных спор имеет тенденцию к уменьшению с увеличением дозы облучения.

В результате было показано, что грибные сообщества пустынных почв сохраняют жизнеспособность после воздействия высоких доз ВЭЭ, низких температур и давления. Наибольший стерилизующий эффект оказывает облучение дозой 0.05 МГр (RT, 1 атм).

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. Е.А. Воробьевой и к.б.н., н.с. А.Е. Ивановой.

УДК 504.062

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

С.С. Огородников

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
sir.ogorod@yandex.ru

The report discusses the possibility of using the indicator in neutral land degradation (LND) in Russia. It is established that the interpretation LND of the evaluation of the indicators is contradictory. Harmonization of these indicators with the results of state monitoring is required.

Концепция нейтральной деградации земель зафиксирована в Повестке дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года. Более 100 стран, в том числе и Россия, присоединились к проекту достижения нейтрального баланса деградации земель.

«Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) – это такое состояние, при котором объем и количество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг усиления продовольственной безопасности, остаются стабильными или же увеличиваются в конкретно определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах» [1].

В рамках достижения устойчивого развития территорий утвержден индикатор устойчивого состояния земель: «доля деградированных земель от их общей площади». Расчет этого индикатора проводится на основании 3-х субиндикаторов:

1. состояние и изменение наземного покрова (land cover);
2. продуктивность земель (land productivity);
3. запасы углерода в почве (soil organic carbon).

Цель работы – оценить возможность применимости данных индикаторов для оценки деградации земель на территории России и её отдельных регионов (Тульской и Белгородской области).

Оценка изменения наземного покрова проводится по 6-ти группам земель (лесопокрытые площади, травянистые сообщества и пастбища, пахотные земли, водно-болотные угодья, искусственные поверхности, другие земли). Данная группировка земель не совпадает с разделением земель на 7 категорий, закрепленных Земельным кодексом РФ.

Изменение продуктивности земель определяется на основе Нормализованного вегетационного индекса растительности (NDVI). Для проведения многолетнего мониторинга по этому показателю необходимо наличие космических снимков на всю территорию РФ. Однако имеющиеся за последние 10 лет данные, не обеспечивают покрытие всей территории страны. Также наблюдаются расхождения между данными, полученными расчетным способом и официальными статистическими данными Министерства сельского хозяйства. Это относится к площади пашни, земель, занятых лесными насаждениями и водных объектов.

В соответствии с законодательством реестр плодородия земель ведется Министерством сельского хозяйства РФ. Раз в 5 лет проходят туры почвенных обследований, которые в том числе осуществляют мониторинг содержания гумуса и органического вещества в почве. Однако эти данные не были учтены при создании карты запасов углерода в почве.

Таким образом, наблюдается явное расхождение между результатами, полученными на основе методологии оценки НБДЗ, и существую-

шей в России системы учета и мониторинга почв и земель. Необходимо проведение работ по гармонизации данных и разработке федеральной программы по обеспечению НБДЗ на территории России и её регионов.

Литература

1. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель – новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики. // Проблемы постсоветского пространства. 2018. № 5(4). С. 369–389.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

УДК 631.471

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАМЕНИСТОСТИ ПОЧВ

А.О. Полетаев

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 777797@bsu.edu.ru

Изучение распространения и оценка каменистости почв имеет важное практическое значение, так как этот почвенный показатель оказывает в значительной степени влияние на свойства почв, причем различное в зависимости от возделываемых на них культур. В связи с этим востребованной задачей становится выявление земель, обладающих повышенной каменистостью для последующей оценки их пригодности, и перспективы проведения культуртехнической мелиорации. Наряду с затратным, но объективным способом полевого обследования и оценки каменистости почв для получения дополнительной информации целесообразно использование спутниковых снимков. Процесс выявления каменистых участков при помощи дешифрирования ДДЗ неразрывно связан с геоинформационным картографированием, оценка возможностей которого является целью данного исследования.

В качестве исследуемой территории выбран Ленинский район Республики Крым. Согласно геоморфологическому районированию Крыма территория исследования включает абразионные, абразионно-денудационно-останцовые равнины, в связи с чем на ней возможно наличие почв, обладающих повышенной каменистостью.

Автором проведено изучение ДДЗ, находящихся в открытом доступе (Google Earth, Bing) и выделены ареалы распространения каменистости с помощью программы ArcMap (программного обеспечения ArcGIS 10.5). Ввиду ограниченного пространственного разрешения спутниковых снимков и их спектральных особенностей был проведен

дополнительный этап, который заключался в привлечении тематических карт в рабочую область программы ArcMap с последующей их пространственной привязкой и выборочной оцифровкой. В качестве тематических карт выбраны: государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, Крымская серия, почвенная карта Крыма масштаба 1:200 000 (1967 г.), геоботаническая карта Крыма масштаба 1:1 000 000 (1940 г.).

Проведено сопоставление выделенных автором ареалов каменистости с контурами геологической карты и выявлена их приуроченность к ареалам мшанковых известняков мэотического яруса. Отмечено, что землям с повышенной каменистостью в наибольшей степени соответствуют участки разнотравно-злаковых степей геоботанической карты Крыма. Оценка показала, что участки с выделенной каменистостью почв по данным ДДЗ составили 4.2 % (13 тыс. га) от площади Ленинского района (304 тыс. га).

Проведена визуализация пространственного оверлея ареалов каменистости с ареалами мшанковых известняков мэотического яруса и каменистых почв, проведен анализ оверлея ареалов каменистости с геоботанической картой и слоем угодий с помощью инструмента «Идентичность» в программе ArcMap (визуализация представлена на рисунке). Вычислена доля угодий, пересекающихся с ареалами каменистости для каждого типа угодий (результаты показаны в таблице).

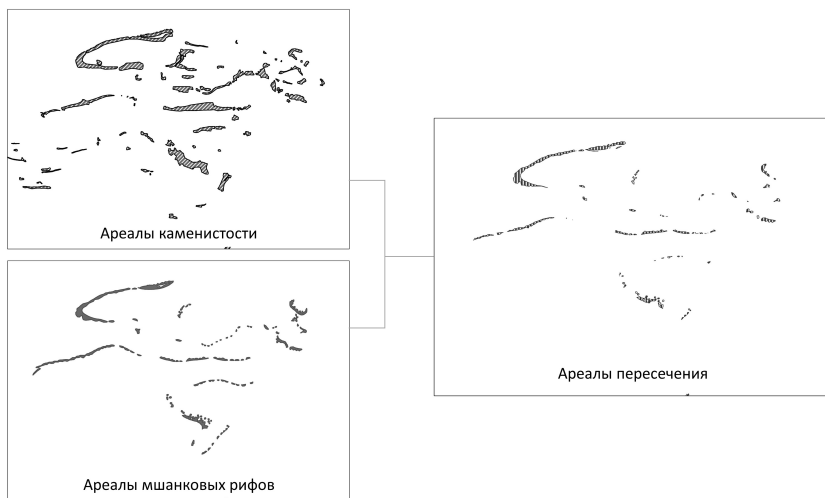


Рисунок. Визуализация применения инструмента «Идентичность» программы ArcMap.

Полученные результаты показывают, что использование ГИС-технологий при изучении каменистости почв позволяет сопоставлять различные наборы пространственных данных, основой которых являются тематические карты, а на основании оверлея пространственных данных делать предположения о взаимосвязи признаков, проводить вычисление площадей. Это далеко не исчерпывающий набор возможностей геоинформационного картографирования при определении каменистости почв, который в дальнейших исследованиях предполагается дополнять новыми методами.

Таблица. Угодья Ленинского района и доля угодий на каменистых участках.

Тип угодий	Общая площадь угодий, га	Площадь угодий с каменистостью почв, га	Доля угодий с каменистостью от общей площади угодий, %
пашня	68220	339.98	0.50
луга	5603	768.06	13.71
карьеры	613	348.29	56.82
огороды	1185	254.85	21.51
застройка	7741	135.07	1.75
земли обороны	6990	101.31	1.45
лесопосадки	1171	64.39	5.50
кустарники	223	24.64	11.05
пляжи	141	22.59	16.02
леса	3151	22.31	0.71
с.-х. предприятия	154	2.14	1.39
промышленность	627	1.35	0.22
стройки	206	0.15	0.07
гаражи	110	0.07	0.06
зоны отдыха	5	0.08	1.6

Работа рекомендована д.г.н., проф. Ф.Н. Лисецким.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ,
ВЫЯВЛЕННЫЕ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT

Н.И. Рудик

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
rudik-n@list.ru

Based on the analysis of the Landsat 5 satellite data, the processes of soil changes from 1991 to 2011 inclusively, were studied at a test site located in the south-west of the Belgorod Region. As a result of the research, it was established that, despite the high degree of economic use, the proportion of soils, whose properties have changed over the past 20 years in the total area of the landfill is small: the erosion status of soils has changed over an area of no more than 1 % of the total area of the territory, and dehumification of soils on subhorizontal surfaces – no more than 2 %. The first place among the processes belongs to the increase in the content of humus in the soils, which is noted on 5.6 % of the analyzed territory. The identified direction of soil changes may be due to both the specifics of agricultural land use and climate change.

Исследовалось изменение цветовых характеристик открытой поверхности пахотных почв на тестовом участке юго-западной части Белгородской области с 1991 по 2011 включительно, с использованием разновременных данных дистанционного зондирования Landsat.

Были изучены химико-аналитические свойства почв и особенности морфологического строения, а также спектральная отражательная способность (СОС) образцов генетических горизонтов агрочерноземов мицеллярно-карбонатных разной степени смытости (эродированности). На основе этих данных были установлены связи между СОС, содержанием гумуса и карбонатов, с дальнейшей целью диагностики изменения свойств пахотного горизонта почв на основе спутниковых данных.

Базируясь на спутниковых данных LANDSAT и цифровой модели местности SRTM, была создана карта динамики свойств пахотного горизонта почв тестового участка. Впоследствии, на основе полученных данных, была проведена количественная и качественная оценка изменения эрозионных процессов, гумификации/дегумификации и гидроморфизма почв на территории исследований за 20-летний анализируемый период.

В результате исследований для тестового полигона было установлено, что, несмотря на достаточно высокую степень хозяйственного использования территории, доля почв с измененными за исследуемый срок свойствами незначительна: эрозионный статус почв изменился

менее чем на 1 % от общей площади участка, а дегумификация почв на субгоризонтальных поверхностях не более чем на 2 % территории. Лидирующее место среди выявленных процессов принадлежит увеличению содержания гумуса (около 5.6 % от площади полигона). Выявленная направленность изменения свойств пахотного горизонта может быть обусловлена спецификой хозяйственного землепользования территории, так и колебаниями климата в течение исследуемого периода.

Работа рекомендована д.с.-х.н., чл.-кор. РАН И.Ю. Савиным.

УДК 631.4

ТОМОГРАФИЯ ПОЧВ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА СТРУКТУРУ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

А.В. Суздалева

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, euroset117@gmail.com

Microtomography has become an important tool for studying soil pore networks, as it provides three-dimensional visualization of the internal structure of the soil and pore distribution. It is possible to assess the relationship of pores that affect the hydrodynamics and specific surface area of the soil, the change in the structure of the pore space in the course of various vital processes of the soil. Tomographic study of the pore space is carried out at a new level of understanding, taking into account not a schematic representation of the pores as «cylindrical tubes», but a complex articulated system of spatial objects.

Почва, как природная система, обладает сложной иерархической организацией, для полного понимания поведения которой необходима подробная характеристика пространственной конфигурации всех компонентов. Единство элементарного и структурного аспекта, осознание необходимости знать способ внутренней организации легли в основу структурно-функциональной теории организации почвы А.Д. Воронина, отражающей соподчиненность всех элементов. Под структурой почв понималось прежде всего распределение агрегатов и пор по размерам. Вместе с развитием методов тонкой резки почвы и адаптацией петрографических микроскопических методов появилась возможность описать морфологию почвы. Е.Б. Скворцова на основе анализа микрошлифов предложила *характеристику пор* разного размера, а также описала *функциональные особенности пор*. Для оценки распределения пор и агрегатов стала более очевидной потребность в трехмерном подходе.

Это объясняется тем, что морфологический анализ образцов почвы и монолитов, а также микроморфологические исследования тонких срезов имеют несколько ограничений, основным из которых является невозможность исследовать внутреннюю структуру объекта, не разрушая его.

Рентгеновская компьютерная томография – это неразрушающий метод компьютерной визуализации и анализа внутренней структуры образцов. Появление цифрового изображения с высоким разрешением и компьютерного анализа изображений позволило дать более совершенную оценку микроморфологии почвы, обеспечить внутрискруктурное исследование взаимодействий на уровне почвенных педов, представителей почвенных горизонтов. Поровое пространство почвы – есть физический носитель памяти почвы, так как именно структура порового пространства отражает процессы жизнедеятельности почвы и почвообразования. Самое широкое современное понимание морфологии и геометрии порового пространства отражено в *современной концепции порового пространства*, успешно развиваемой Е.Б. Скворцовой, Е.В. Шеиным, К.М. Герке. В рамках этой концепции понятие структуры почвы расширяется и включает в себя очень важный аспект – *структуру порового пространства*.

Томографическое исследование порового пространства осуществляется на новом уровне понимания, учитывая не схематическое представление о порах как о «цилиндрических трубочках», а сложную сочлененную систему пространственных объектов с неповторимой архитектурой. В такой системе на первое место выходят понятия сочленения пор, их взаимосвязанность. Благодаря идеям А.Д. Воронина об иерархии порового пространства, можно предположить, что в ближайшее время будут предложены для порового пространства понятия «удерживающие поры», «проводящие поры», то есть распределение пор по функциям.

Работа рекомендована д.б.н., проф. каф. физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Е.В. Шеиным.

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.Р. Сулейманов

Уфимский Институт биологии – обособленное структурное
подразделение Федерального государственного бюджетного научного
учреждения Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук (УИБ УФИЦ РАН), filpip@yandex.ru

Due to difficult agrometeorological conditions in Russia programs of land-reclamation irrigation of agricultural lands are being launched. Irrigation of territories requires a comprehensive study. In order to avoid occurrence of irrigation erosion, in combination with field research methods, GIS tools are used to simulate erosion, which makes it possible to entirely evaluate irrigated areas.

На текущий момент в южных субъектах России все больше сельскохозяйственных угодий оказываются в зонах недостаточного и нестабильного увлажнения. В связи с этим запускаются программы, направленные на мелиоративное орошение сельскохозяйственных земель. Актуальна данная проблема и для Республики Башкортостан: субъект располагается в зоне рискованного земледелия и 3/4 сельскохозяйственных угодий испытывают дефицит почвенной влаги в течение вегетационного периода. Поэтому, в республике на текущий момент осуществляются программы по увеличению площадей орошения за счет комплекса агро-мелиоративных мероприятий.

Для успешной реализации программ и подготовки оросительных территорий необходимы актуальные результаты исследования полей. Вследствие этого главной целью работы являлось комплексное изучение орошаемой территории (180 га), с применением полевых и геоинформационных методов для исследования свойств почвенного покрова, создания новых картографических материалов и моделирования ирригационных эрозионных процессов. Последняя задача являлась одной из самой важных, так как при несоблюдении правил и норм полива на участках с крутизной рельефа возникает процесс смыва верхнего слоя почв.

Для моделирования эрозионных процессов использовалась цифровая модель рельефа, полученная в результате геообработки топографического плана сельскохозяйственных угодий в масштабе 1:5000. Далее был использован индекс мощности линейной эрозии SPI (Stream Power Index), который основывается на вычислениях площади удельного водосбора и крутизны склонов, влияющий на степень проявления и

развития эрозии: чем больше их значения, тем выше вероятность развития эрозионных процессов. На следующем этапе применялось универсальное уравнение разрушения почвы (USLE – The Universal Soil Loss Equation), включающее в себя шесть входных параметров: годовая потеря почвы, фактор дождевых осадков, фактор размываемости почв, фактор длины склона, фактор уклона склона; коэффициент покрова почвы и фактор практики сохранения почв. Дополнительно было определено содержание общего гумуса, подвижных форм фосфора, калия и щелочногидролизуемого азота.

В результате работ была комплексно изучена территория, отведенная под орошение. По топографическому плану построена точная цифровая модель рельефа, смоделированы эрозионно-опасные участки, на которых при неправильном орошении могут быть вызваны деградационные процессы, подготовлены актуальные картографические материалы, изучены физико-химические свойства почвы. Результаты исследования позволили детально изучить и подготовить сельхозугодия для эффективного и рационального использования, снизить риски возникновения ирригационной эрозии.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК» № 12615 ГУ/2017.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.М. Габбасовой.

УДК 631.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАССЧИТАННЫХ ПО WATEM/SEDEM ТЕМПОВ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ С ДАННЫМИ ПОЧВЕННО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И РАДИО- ЦЕЗИЕВОГО МЕТОДОВ

Д.В. Фомичева

МГУ имени М.В. Ломоносова, f.d.vladimirovna@rambler.ru

Balance estimates of soil erosion, sediment accumulation and soil sediment yield, calculated using the WATEM / SEDEM model, generally correspond to the rates obtained on the basis of soil-morphological and radio-caesium methods. However, the spatial localization and the ratio of areas of the erosion and accumulation differ significantly according to all three research methods.

В качестве объекта исследования был выбран малый водосбор (~2 км²), расположенный в Плавском районе Тульской области, в пределах крупной разветвлённой балочной системы «Часовенков Верх» долины р. Локна.

Расчёт проводился по модели WATEM/SEDEM (Van Oost et al., 2000; Van Rompay et al., 2001), использующей уравнения RUSLE (Renard et al., 1997). В связи с вариативностью входных параметров, изменяющихся в течение всего агрикультурного периода, были рассчитаны два сценария эрозионно-аккумулятивных процессов с минимальными и максимальными значениями входных параметров. Входные параметры почвозащитной функции растительности и эрозионного индекса дождевых осадков были взяты из литературных данных (Ларионов, 1993; Panagos et al., 2012). Коэффициент эродируемости почвы рассчитывался на основе полевых данных о содержании в почвах органического углерода, гранулометрического состава и структуры почв по уравнению (Renard et al., 1997). Использована высокоточная цифровая модель рельефа с размером ячейки 20×20 метров.

Расчет темпов смыва по полевым методам проводился при интерполяции значений, полученных в 140 точках (для почвенно-морфологического метода) и 94 точках (для радио-цезиевого метода). Методика расчета представлена в работе (Фомичева, Кошовский, 2018).

Темпы эрозии почв, полученные на основе почвенно-морфологического метода, составили ~250 тонн/год с водосбора, по радио-цезиевому ~1100 тонн/год. Расчётные по WATEM/SEDEM темпы смыва по минимальному сценарию составили 450, а по максимальному 950 тонн/год. Таким образом, расчетные темпы смыва попадают в диапазон значений, полученных по полевым методам. Однако ареалы зон выноса и аккумуляции наносов существенно различаются по всем трём методам. Радио-цезиевый метод свидетельствует об очень дискретном проявлении эрозионно-аккумулятивных процессов с контрастным чередованием зон выноса и аккумуляции наносов на небольших расстояниях. Пространственная структура миграции вещества почв, диагностируемая почвенно-морфологическим методом, значительно более сглаженная по сравнению с радио-цезиевым, а по модели WATEM/SEDEM ещё более сглаженная.

Темпы аккумуляции наносов по почвенно-морфологическому методу составили ~200, а по радио-цезиевому ~650 тонн/год. Расчетные темпы аккумуляции варьируют от 400 до 900 тонн/год. Расчётные по модели области аккумуляции распространены очень локально (узкой линией вдоль днища балки) с экстремально высокими темпами аккумуля-

ляции на отдельных участках. Области аккумуляции наносов, маркируемые полевыми методами, имеют более широкое распространение (как в днище, так и на бортах балки).

Темпы выноса наносов за пределы водосбора сильно различаются от 40 (по почвенно-морфологическому методу) до 450 тонн/год (по радио-цезиевому методу). Расчётные по модели темпы выноса наносов за пределы водосбора приблизительно соответствуют диапазону значений, полученных по полевым методам, и варьируют от 30 до 70 тонн/год с водосбора.

Литература

1. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. – Издательство МГУ Москва, 1993. – 200 с.

2. Фомичева Д.В., Кошовский Т.С. Детальные исследования пространственно-временных изменений эрозионно-аккумулятивных процессов (на примере малого водосбора в Тульской обл.) // Эрозионные и русловые процессы и современные методы их исследования. – Материалы XII семинара молодых ученых вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Чебоксары, 2018.

3. Panagos et al., 2012 P. Panagos, M. Van Liedekerke, A. Jones, L. Montanarella. European soil data centre: response to European policy support and public data requirements // Land Use Policy, 29 (2) (2012), pp. 329–338.

4. Renard K., Foster G.R., Weesies G.A., Porter J.P. (1991) RUSLE Revised universal soil loss equation. Journal of Soil and Water Conservation, 46, pp. 30–33.

5. Van Oost K, Govers G, & Desmet PJJ, 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. Landscape Ecology 15, pp. 577–589.

6. Van Rompay A, Verstraeten G, Van Oost K, Govers G & Poesen J, 2001. Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. Earth Surface Processes and Landforms 26 (11), pp. 1221–1236.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 18-35-20011.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. А.П. Жидкиным.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ R ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И
ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПОЧВЕННЫХ ДАННЫХ

Л.А. Шмелёв

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
leoshmel96@mail.ru

Nowadays R is a one of the major instruments in soil studying because of many reasons. Firstly, R is a free open-source product and supports custom modifications. Secondly, some packages for work with soil information were developed specially for R. This study describes some examples of using R for modeling soil properties heterogeneity.

В настоящее время анализ и обработка почвенной информации производится в ряде программных продуктов, таких как ГИС-пакеты (обработка векторной и растровой информации), StatSoft Statistica (статистическая обработка атрибутивной информации, извлечённой из пространственных данных), Grapher (построение диаграмм распределений в почвенном профиле), Excel и различные СУБД (организация и оптимизация баз данных почвенных описаний). Таким образом, при работе с почвами возникает необходимость частого импорта/экспорта данных из одного приложения в другое, что влечёт за собой дублирование информации в файлах с разным расширением и потерю времени. Однако использование при работе среды R позволяет избежать ряда негативных эффектов.

R – статистическая система анализа, созданная Россом Ихакой и Робертом Гентлеманом [3]. R является и языком, и программным обеспечением. Наиболее примечательные (*существенные, полезные с практической точки зрения*) особенности среды R следующие: 1. эффективная обработка данных и простые средства для сохранения результатов; 2. набор операторов для обработки массивов, матриц, и других сложных конструкций; 3. большая, последовательная, интегрированная коллекция инструментальных средств для проведения статистического анализа; 4. многочисленные графические средства; 5. простой и эффективный язык программирования, который включает много возможностей [1].

Являясь продуктом с открытым кодом, среда R является отличной площадкой для разработки собственных пакетов и библиотек, хранящих функции, позволяющие решать проблемы разнообразного характера (география, бизнес-аналитика, лингвистика, биоинформатика и др.).

Специально для решения задач, связанных с визуализацией, классификацией и анализом почвенной информации, в 2009 году Диламан Бодеттом и Пьером Рудье был разработан пакет AQP (Algorithms for Quantitative Pedology) [4]. Данный пакет находится в открытом пользо-

вании, и каждый может без проблем интегрировать его в свою среду разработки. Внутри этого пакета реализованы такие возможности, как, например: визуализация почвенных профилей с заполнением горизонтов цветами по шкале Манселла (использован специальный алгоритм перевода в RGB); построение усредненного профиля для набора профилей с разноглубинным отбором проб; численная классификация почвенных профилей по проценту несогласия или дистанций между ними [2].

Также в R существует ряд пакетов, позволяющих работать с пространственными данными и атрибутивной информацией (sf, raster, cartography, dplyr, foreign и т.п.). Следствием того, что данный язык программирования изначально разрабатывался для решения статистических задач, является мощный набор базовых математико-статистических пакетов (MASS), позволяющих проводить разнообразные виды анализа с базами данных (в том числе и пространственных).

Огромным достоинством работы в R является отсутствие необходимости переформатирования или проверки совместимости файлов разного расширения во время смены приложения для работы с данными. При решении всех задач в одном приложении отсутствует возможность внутренних разногласий между данными.

Таким образом, решать задачи, связанные со статистической и пространственной обработкой, визуализацией и пространственным анализом почвенных данных, удобно в среде R по следующим причинам:

- бесплатное ПО с активной поддержкой;
- наличие специализированных пакетов по почвенной тематике;
- поддержка основных форматов;
- широкий круг возможных решаемых задач (визуализация, статистический и пространственный анализ и т.д.);
- единая среда для разработки проекта.

Литература

1. Использование языка R для статистической обработки данных / Составители: доктор А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин. Учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет, 2007, 28 с.

2. Козлов Д.Н. Анализ данных в R // Презентация «AQP – визуализация и анализ почвенных профилей» (www.dropbox.com/s/3cm8x8obx2s45gv/R_2_AQP.pdf?dl=0)

3. Ihaka R, Gentleman R (1996) A language for data analysis and graphics. J Comput Graph Stat 5(3), pp. 299–314.

4. <https://cran.r-project.org/web/packages/aqp/aqp.pdf>

Работа рекомендована с.н.с. О.В. Черницовой.

Секция VIII

*Свойства и процессы
антропогенно
преобразованных почв*

MEASURING LEACHATE CONTAMINATION AT SELECTED LANDFILL AND DUMPSITES USING THE PROPOSED LEACHATE POLLUTION INDEX FOR DEVELOPING COUNTRIES (LPIDC)

Daljit Singh Karam¹, Keeren Sundara Rajoo¹

²Department of Land Management, Faculty of Agriculture

Universiti Putra Malaysia

43400 UPM Serdang, Selangor

daljitsingh@upm.edu.my

Keywords: Leachate Pollution Index for Developing Countries (LPIDC); landfill, waste management; soil quality; water quality

Sanitary landfills have been accepted as the most efficient and cost-effective method of waste management is one of the most widely practiced methods of waste disposal in both developed and developing countries. The Leachate Pollution Index for Developing Countries (LPI) is essentially a tool developed via a «questionnaire of 80 panelists», that was formulated solely based on the panelist's opinion of which leachate parameter posed a pollution impact and how significant the impact was. The calculation method of the LPIDC is similar to that of the leaching pollution index (LPI). The equation for the LPIDC can be summarized as:

$$\text{LPIDC} = \frac{\sum_{i=1}^m w_i p_i}{\sum_{i=1}^m w_i},$$

where LPIDC = Leachate pollution index for developing countries, w_i = Weight of the i th pollutant variable, p_i = Sub index score of the i th leachate pollutant variable, m = Number of leachate pollutant variables used in calculating.

South Asian case study recorded high concentrations of total suspended solids (TSS) in both the sanitary landfill and open dumpsite. This trend is also observed at the African sanitary landfill and African open dumpsite. The removal of TSS requires extensive leachate filtration mechanisms, which isn't conducted at most waste disposal sites in developing countries. Presence of liners at the waste disposal sites also important as without liners, the untreated leachate would directly infiltrate the groundwater, causing widespread ecological pollution. All the dumpsites evaluated had no liners, which is something that is always overlooked when using the LPI to evaluate the pollution potential of leachate). LPIDC evaluates all these overlooked parameters, this is a more precise method of determining the pollution potential of leachate in developing countries. LPIDC evaluates all these overlooked parameters, this is a more precise method of determining the pollution potential of leachate in developing countries.

SOIL BIOLOGICAL FERTILITY AND BIODIVERSITY:
A COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL
AND CONSERVATIVE AGRICULTURAL SYSTEMS.

M. Acutis¹, E. Valkama², A. Perego¹

¹University of Milan – Agricultural and Environmental Sciences –
Production, Landscape, Agroenergy Department, Italy

²Natural Resources Institute Finland (Luke) / Bioeconomy, and environment,
Turku, Finland

marco.acutis@unimi.it, elena.valkama@luke.fi, alessia.perego@unimi.it

Agriculture faces agro-environmental threats, such as the increasing carbon dioxide (CO₂) atmospheric concentration and the decrease in biodiversity. Conservation Agriculture (CA) is growing in the World in the last years to face these issues. CA is based on three principle: 1. minimal soil disturbance, performed through several techniques, i.e. minimum tillage without any soil layer inversion (MT) and no-till (NT); 2. permanent soil cover that is ensured by retaining crop residues; 3. adopting crop rotations that include cover crops. Biodiversity, along with soil microbiological activity, plays a key role in creating agricultural systems resilient to climate change and able to offer high yield and quality with reduced inputs. With regard to soil biodiversity, microorganisms generally benefit from a reduction of tillage intensity, even if tillage effects on soil organisms seem to vary according to soil texture and edaphic factors.

With the aim to compare the effect of CA with conventional agriculture (CvtA) on soil biological fertility and biodiversity, twenty farms were identified in the Po valley in 2013 with the aim of evenly representing the pedoclimatic conditions and the cropping systems occurring in the area. Po valley is a flat area approximatively 47000 km² wide and is the biggest plain in Southern Europe. Climate is a mid-latitude version of the Humid subtropical climate (Köppen climate Cfa and Cfb). Farming systems are intensive with high N input. CA practices were alternatively MT or NT. Soil texture varied from sandy loam to clay. Implementation of CA was classified according to the period of implementation: 2006 and before (Long-term), from 2007 and 2013 (Medium-term), and at the beginning of the experiment in 2013 (Short-term).

We have analytically determined soil organic carbon (SOC) concentration and stock, soil bulk density, soil microbial carbon and respiration, the biological fertility index (BFI), allowing the evaluation of the overall biological status of the examined soils (Francaviglia et al., 2017; Renzi et al., 2017), microarthropods number and characteristics and the number of earthworms. Microbial biomass carbon (MBC, µg g⁻¹ dry soil) was measured after fumiga-

tion extraction. The cumulative microbial respiration was determined over 28 days of incubation by measuring the CO₂ emitted from a 20-g moist sample after 1, 3, 7, 10, 14, 21 days. The CO₂ emitted from 21 to 28 days of incubation was considered as basal respiration. Several parameters, derived from SOC and microbial-related measurements, were used to calculate the BFI: organic matter OM ($\text{SOC} \times 1.72$), MBC, cumulative respiration ($\text{mg CO}_2\text{-C h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ soil}$), basal respiration ($\text{mg CO}_2\text{-C h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ soil}$).

Soil biodiversity was assessed by estimating the QBS-ar index of the 0.1 m topsoil and the number of earthworms present in the topsoil layer (0–0.25 m) in the tested treatments of the 20 farms (Tabaglio et al., 2009; Parisi et al., 2005). The degree of soil adaptation of each microarthropod group was defined by assigning an eco-morphological score (EMS), ranging from 1 to 20, on the basis of the morphological traits that are suitable for the edaphic habitat (e.g. anophthalmia, depigmentation, reduction of appendices). The QBS-arrange is normally between 20 and 280 and is the sum of all the EMS indexes assigned to each taxonomic group of microarthropods. The richer is the well-adapted microarthropod community, the higher is soil quality.

The number of earthworms was counted on undisturbed soil samples (volume equal to 15625 cm^3 , $25 \times 25 \times 25 \text{ cm}$) (FAO, 2008).

Results showed that Agricultural Systems (CA vs. CvtA) and Implementation year affected basal respiration significantly. In particular, the lowest values were found in CA and for the Short-term group ($5 \text{ mg CO}_2\text{-C h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ soil}$) compared with the Long-term ($6.3 \text{ mg CO}_2\text{-C h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ soil}$) and the Medium-term ($6.7 \text{ mg CO}_2\text{-C h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ soil}$) groups. Only in two farms, the cumulative respiration was higher in CA than in CvtA.

BFI was higher in NT and MT compared to CvtA for the Long-term and Medium-term groups but not for the short-term group. The NT and MT showed value similar to the values found by Francaviglia et al. (2017) for cork oak forest (16–20). Moreover, the most evident improvement in the BFI ranking, namely from average to the high class, was observed in the Medium-term and Short-term groups.

The QBS-ar was 18 % lower in CvtA than in NT. The highest results of QBS-ar were observed in the Medium-term group under CA, while the number of earthworms generally decreased from long to Short-term groups. In 3 farms QBS-ar was significantly lower in CvtA than in CA. In general, QBS-ar was similar between MT and NT and lower in CvtA. CA resulted in much higher earthworm abundance compared to CvtA in 5 farms. Considering the all set of data split by tillage practices, the mean number of earthworms was the highest for the Long-term group in NT.

In average, CtvA shows lower values respect to CA for f BFI (18 vs.16.9), QBS – are (74.5 vs 60.9) and heartworm count (12.8 vs 4.9) and the values if that index reduces from 2014 to 2016 in CvtA while the increase in CA treatments. The adoption of CA techniques resulted helpful to increase soil fertility, biodiversity, and heartworms. Nevertheless, the comparison of the variables did not show a common trend between the farms as they represent unique realities, located in different areas resulting in heterogeneity of the adopted practices. The farms where conservation agriculture practices resulted in positive results of both soil fertility and economic efficiency are those in which such practices were implemented a long time before the beginning of the present study. Consequently, the optimization of the practices requires the acquisition of knowledge and the development of technical skills.

References

1. Tabaglio, V., Gavazzi, C., Menta, C., 2009. Physico-chemical indicators and microarthropod communities as influenced by no-till, conventional tillage, and nitrogen fertilization after four years of continuous maize. *Soil and Tillage Research*, 105(1), pp. 135–142.
2. Francaviglia, R., Renzi, G., Ledda, L., Benedetti, A., 2017. Organic carbon pools and soil biological fertility are affected by land use intensity in Mediterranean ecosystems of Sardinia, Italy. *Science of the Total Environment*, 599, pp. 789–796.
3. Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E., 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, ecosystems & environment*, 105, pp. 323–333.
4. Renzi, G., Canfora, L., Salvati, L., Benedetti, A., 2017. Validation of the soil Biological Fertility Index (BFI) using a multidimensional statistical approach: A country-scale exercise. *Catena*, 149, pp. 294–299.

EFFECT OF BACTERIA INOCULATION WITH ORGANIC WASTES
INCUBATION ON THE CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES
OF SALINE SOIL IN EGYPT

Mohamed Hafez

St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia,
Arid Lands Cultivation Research Institute, City of Scientific Research and
Technological Applications, New Borg El-Arab City, Alexandria, Egypt,
mhafez290@yahoo.com

In Egypt, the total area of agricultural land is 8 million feddans (1 feddan = 0.42 ha), which is

3.8 % of the entire territory of the country (Mostafa et al., 2005). One of the main obstacles to agricultural production in Egypt is soil salinization. Therefore, land reclamation, especially biological, saline soils in arid climate conditions is highly relevant.

Application of organic wastes as soil amendments such as the Brewers' spent grain, the 92 % of the total by-products generated and compost with bacteria *Azospirillum brasilense* inoculation. In this work, treatments of 1 % (S1) and 2 % (S2) of spent grains, 1 % (C1) and 2 % (C2) of compost and mix of both sources (C1S1), *Azospirillum* (A1) inoculation 5 % of soil weight, *Azospirillum* with C1 (A1C1) and *Azospirillum* with S1 (A1S1) were used and compared to the control and aim of this study was used as a biofertilizer with organic wastes in soil for enhancement chemical, biological properties, reducing soil salinity and was proved to improve soil fertility.

The saline soil was previously incubated with treatments at 65 % of saturation capacity for five months under laboratory conditions on 28 °C. The most relevant chemical and biological parameters were analyzed every month for period five months. Carbon dioxide (CO₂) emissions were measured every week in the first month and then every 15 days for five months. The addition of *Azospirillum* with organic wastes increased the rate of decomposition of organic matter and this was clearly in the rate of CO₂ emission.

After incubation period, significant variation was observed in the CO₂ emission among all treatments in the order of A1 > S2 > C2 > A1S1 > C1S1 > A1C1 > C2 > control. The highest records of CO₂ emission and decomposition rate were in A1, S2, and C2. Soil organic carbon was increased by using spent grains as organic wastes. In addition, the differences in dehydrogenase and nitrogenase enzymes activity were highly significant in A1, S2 and A1S1 when combined with different levels of organic wastes with *Azospirillum* in saline soil.

Humic acid increased significantly along the treatments with the highest values in A1S1, and S2. Soil pH decreased along the treatments and the lowest pH was in S2 and A1S1. Exchangeable sodium percentage (ESP) decreased by 86 % and 82 % in A1S1 and S2 compared to control after five months of incubation. Total nitrogen (TN) and available phosphorus (P) varied significantly among all treatments and A1S1, S2, A1 and C1S1 treatments increased 81.7, 70.5, 68.4 and 59.5 folds in TN and 12, 8, 11 and 8.3 folds in P, respectively relating to an initial condition. Available K showed the highest values in S2. Soil micronutrients increased significantly along all treatments with the highest values in A1S1.

The results indicated that the decomposition of organic wastes and CO₂ emission is a microbiological process, which releases TN, P, K and dehydrogenase enzyme. It is also that addition of *Azospirillum* inoculation with organic wastes to saline soil positively affected the chemical and biological parameters in the saline soil incubation. Finally, addition *Azospirillum* with spent grains is highly recommended in an enhancement of the saline soil properties.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым и проф. Мохамедом Рашадом (Mohamed Rashad).

IMPACT OF LAND USE ON THE PROPERTIES IN URBAN ENVIRONMENT

Gábor Sandor

Hungary, Budapest, Szent István University

sandor.gabor@tajk.szie.hu

In our research, the characteristics of soils were investigated in the peripheries and urban lands of Debrecen. Debrecen is the seat of Hajdú-Bihar county, situated in the eastern part of Hungary, at a distance of 230 km from the capital city and 35 km from the Romanian border. Debrecen is the second largest and most populated city in the country. Debrecen is located on the border of Hajdúság and Nyírség landscape units. The first one represents a loess plateau landscape, whereas Nyírség is a low land covered with sand dunes. The various landscape features affect also the soil conditions, therefore in the sand areas of Nyírség mostly Arenosols can be found on the surface. On the loess plains, including Hajdúság, Chernozem is the most frequent soil type. Through the centuries, the natural deposits have been overlain by young anthropogenic sediments, and today the original soil surface can be found at a depth of 2–3 m in the city centre. The area has the highest ratio of soil sealing – 75 %. The structure of the road network in the city cen-

tre is most radial. The areas surrounding the city centre are higher, therefore the cultural layer is usually thinner. Recently in the eastern part of Debrecen, family houses have become a characteristic feature, and sealed areas represent less than 50 %. Where as in the western part of the city, 4–14 story housing estates dominate and the sealed soils cover 50–75 %. In our research, we delved into the characteristics of 25 types of soil profiles in the peripheries and urban lands of Debrecen. We determined the artifacts, grain size, CaCO_3 and humus content and pH of the soils. Based on the parameters examined it is demonstrated that human activities have an impact on the soils. It is most evident in the presence of substances of anthropogenic origin, high CaCO_3 content, pH-shift into the alkaline range and in the irregular run of the humus content segment. After the complete exploration the amount of Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Ba, Al, Fe and Mn was determined by an instrument using Agilent MP-AES 4100 nitrogen plasma, from the soil samples completed. According to the Joint Decision No. 6/2009. (IV. 14) on the permitted values for the protection of groundwater and geological formations and the measurement of pollution, B content in soils in Debrecen exceeded the permitted level more times (Cu, Ni, Pb, Zn, Ba). We have also shown that the rear significant differences in examined properties between urban area and periphery. In summary, since the anthropogenic impact on soil is decreasing from city centre to suburban area therefore undisturbed chernozems and sandy soils can be found in the outskirts of Debrecen.

CAN CONSERVATION AGRICULTURE STORE ORGANIC CARBON IN SOIL?

E. Valkama¹, M. Acutis²

¹Natural Resources Institute Finland (Luke) / Bioeconomy and environment,
Turku, Finland

²University of Milan – Agricultural and Environmental Sciences –
Production, Landscape, Agroenergy, Italy
elena.valkama@luke.fi, marco.acutis@unimi.it

According to FAO definition, Conservation Agriculture (CA) is a farming system that promotes maintenance of (1) minimum soil disturbance avoiding soil inversion (i.e. no-tillage or minimum tillage), (2) a permanent soil cover with crop residues and/or cover crops, and (3) diversification of plant species through varied crop sequences and associations involving at least three different crops. Conservation agriculture enhances biodiversity and natural biological processes above and below the soil surface, which contribute to increased water

and nutrient use efficiency and to improved and sustained crop production. CA reduces also fuel consumption through the reduction or the elimination of soil tillage. Healthy soils are key to developing sustainable crop production systems that are resilient to the effects of climate change.

In particular, the efficacy of no-till agriculture for increasing C in soils has been questioned in recent studies. This is a serious issue after many publications and reports during the last two decades have recommended no-till as a practice to mitigate greenhouse gas emissions through soil C sequestration (Ogle et al., 2012). Only about half the 100+ studies comparing soil carbon sequestration with no-till and conventional tillage indicated increased sequestration with no-till; this is despite continued claims that conservation agriculture sequesters soil carbon (Palm et al., 2014). Some studies suggested that no-tillage only stratified SOC; a near-surface increase in SOC was offset by a concomitant decrease in the subsurface (Du et al., 2017). Moreover, results at the global scale are different according to different climatic conditions.

These doubts stem from the facts that previous literature on soil C stocks has often discussed the effects of tillage, rotations, and residue management separately. According to Palm et al. (2014), it is important to recognize that these CA components interact. For example, the types of crops, an intensity of cropping, and duration of the cropping systems determine the amount of C inputs and thus the ability of CA to store more C than conventional tillage.

Moreover, CA practices such as no-tillage may not store more soil C than conventional tillage if they leave limited amount of residues. For example, a meta-analysis showed that no tillage with residue retention increased SOC by 3.9–10.2 % compared to conventional tillage with residue removed (Zhao et al., 2017). In contrast, reduced/no tillage alone without straw incorporation or mulching led to a negligible increase in SOC stock (Zheng et al., 2014; Powlson et al., 2014).

By using CENTURY model, Ogle et al. (2012) suggested where C inputs decline by more than 15 %, then SOC stocks would also decline with adoption of no-tillage, and that where C inputs decrease by less than 15 % (or C inputs increase), then SOC stocks would be expected to increase. Consequently, a reduction in residue C inputs under no-tillage, where they occur, does provide a mechanistic explanation for a lack of increase in SOC with no-till adoption, and therefore no-till will not always serve to mitigate greenhouse gas emissions.

High-residue producing crops may sequester more C than crops with low residue input. Intensification of cropping systems such as increased number of crops per year, double cropping, and an addition of cover crops can result in increased soil C storage under no-tillage (West and Post, 2002).

In contrast, Ruis and Blanco-Canqui (2017) concluded that no-tillage and conventional till were similar in rate of SOC stock gain under cover crops.

Cover crops, legume or non-legume, are not productive crops, useful to protect soil avoiding bare soil periods. To date, cover crops have been in the scientific focus mainly for their capacity to improve soil quality and thereby to foster crop production. The inclusion of cover crops in cropping systems is a promising option to sequester carbon in agricultural soils. Many studies and previous projects (Poeplau and Don, 2015; Perego et al., in press) have demonstrated that soil organic carbon storage can be increased in cover crops based farming systems by $0.3\text{--}0.6\text{ t ha}^{-1}\text{ yr}^{-1}$, especially if at the same time intensity of tillage is reduced and diversification of crop rotations is enhanced.

Thus, conservation agriculture involves complex and interactive processes that ultimately determine soil C storage making it difficult to identify clear patterns, particularly, when the results originated from a large number of independent studies. To solve these problems, a meta-analysis should be performed to summarize published experimental results. Another possibility is a model approach (e.g., CENTURY, RothC, ARMOSA), which can be useful to assess the contribution of each principal of CA in soil C storage. We used ARMOSA model to compare baseline (i.e., the actual management) with different feasible CA implementations for contrasting climate conditions (Finland, Italy, and Kazakhstan). In all sites, adoption of no-tillage with cover crops allows increasing the carbon sequestration.

Reference

1. Anonymous (2017) Conservation Agriculture. FAO, 2p. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/981ab2a0-f3c6-4de3-a058-f0df6658e69f/>
2. Du Z, Angers DA, Ren T, Zhang Q, Li G (2017) The effect of no-till on organic C storage in Chinese soils should not be overemphasized: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 236: 1–11.
3. Zheng CY, Jiang Y, Chen CQ, Sun YN, Feng JF, Deng AX, Song ZW, Zhang.
4. WJ (2014). The impacts of conservation agriculture on crop yield in China depend on specific practices, crops and cropping regions. *The Crop Journal* 2: 289–296.
5. Ogle SM, Swan A, Paustian K (2012) No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 149: 37–49.

6. Palm C, Blanco-Canqui H, DeClerck F, Gatere L, Grace P (2014) Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 187: 87–105.

7. Perego A, Rocca A, Cattivelli V, Tabaglio V, Fiorini A, Barbieri S, Schillaci C, Chiodini ME, Brenna S, Acutis M (2018) Agro-environmental aspects of conservation agriculture compared to conventional systems: a 3-year experience on 20 farms in the Po valley (Northern Italy). *Agricultural Systems*, in a press.

8. Poeplau C and Don A (2015) Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200: 33–41.

9. Powlson et al. (2014) Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change* 4: 678–683.

10. Ruis S J and Blanco-Canqui H (2017) Cover crops could offset crop residue removal effects on soil carbon and other properties: a review. *Agronomy Journal* 109: 1785–1805.

11. West TO and Post WM (2002) Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1930–1946.

УДК 631.42

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВ,
НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНЫХ УЧАСТКОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СТАЦИОНАРА РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Н.А. Александров

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, alexandrovnumber4@mail.ru

Were examined four fields of environmental hospital RSAU-MTAA. Fields are characterized by technogenic stress, as a result, soils have a complex morphological structure. This is manifested, by the presence of buried Accumulative horizon, up to 55 centimeters. Were constructed and analyzed digital maps of variation of various agrochemical parameters.

В связи с увеличением урбанизированных территорий и, в связи с этим, антропогенно трансформированных почв, остро встает вопрос об их использовании в сельскохозяйственном производстве.

Поэтому работы, проводимые на стационаре кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по изучению урбанизированных почв, агроэкологических свойств, их улучшению и снижению негатив-

ного воздействия на конечную продукцию, приобретают еще большее практическое значение.

В задачи исследования входило: описание почвенного покрова опытных участков; анализ агрохимических и агроэкологических параметров почв; изучение динамики внутрипольного варьирования различных диагностических параметров путем анализа цифровых карт.

Экологический стационар кафедры экологии представляет собой четыре полевых участка: Южное поле (площадью 1.5 га), Западное поле (1 га), Центральное (1 га) и Восточное (1 га).

Участки испытывали активное воздействие от антропогенной деятельности во время обустройства мелиоративных каналов 30 лет назад. Южное поле характеризуется локальным переуплотнением. Активные исследования начали проводиться на стационаре с 2017 года.

В результате морфо-генетического обследования почв участков, обнаружено наличие второго гумусового горизонта. Особенно четко это отражается на Западном поле стационара.

Второй гумусовый горизонт (погребенный горизонт) имеет свое происхождение антропогенного характера. В ходе работ по созданию мелиоративных каналов в 1980-е годы, поверх первичного гумусового горизонта было насыпано большое количество грунта. В процессе пробоотбора выяснилось, что на разных участках Западного поля глубина второго гумусового горизонта сильно варьирует, при этом есть участок где новообразованный гумусовый горизонт и погребенный образовали единый гумусовый горизонт мощностью до 55 см.

На Центральном, Южном и Восточном участках также возможно диагностировать наличие погребенного гумусового горизонта, однако в разы менее мощного, нежели на Западном.

По результатам агрохимических анализов также отмечено зафосфачивание почв на Южном поле, содержание подвижного фосфора по Чирикову варьируется от 350 до 1075 мг/кг. Также поле характеризуется высоким содержанием гумуса по сравнению с зональными дерново-подзолистыми почвами – 4.7 %.

По результатам агрохимических анализов построены карты внутрипольного варьирования различных параметров и прослежена динамика их изменения за год исследований.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.М. Джанчаровым.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА КОНСТРУИРУЕМЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАЗОННЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

Д.А. Ачкасов, А.С. Щепелева, А.В. Степанов

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия, obiwani-kenob@yandex.ru

An important element of the urban ecosystem are urban lawns. Urban lawns have important ecological functions. One of the integral criteria of evaluation of the ecological functioning of grass ecosystems is their participation in the global cycle of carbon. High dynamics of organic C and other properties of turf ecosystems necessitates monitoring studies to evaluate the role in their ecological functioning.

В настоящее время, город представляет собой крайне неустойчивую систему, утратившую способность к самовосстановлению, неспособную противостоять негативным факторам. На сегодняшний день в мегаполисах мира сложились четыре основных подхода к улучшению почв:

1. Снижение антропогенной нагрузки, путем ликвидации несанкционированных свалок, предотвращения химического и биологического загрязнения и др. мероприятия с расчетом на самовосстановление почв;

2. Реабилитация без нарушения почвенного покрова, предусматривающая восстановление естественного плодородия почв путем обработки и воздействия на почву неразрушающими методами;

3. Рекультивация почвенного покрова, предусматривающая извлечение деградированного почвенного слоя с дальнейшей переработкой его на специализированных предприятиях и последующим повторным использованием, либо складированием на специальных территориях вне города (если очистка невозможна);

4. Применение конструируемых почвогрунтов на вновь создаваемых и реконструируемых объектах озеленения, города.

Важным элементом урбоэкосистемы являются городские газоны. В условиях повышенной антропогенной нагрузки Московского мегаполиса, городские газоны выполняют важные экологические функции. Одним из интегральных критериев оценки экологического функционирования газонных экосистем является их участие в глобальном цикле углерода. Высокая динамичность органического С и других свойств газонных экосистем обуславливает необходимость мониторинговых исследований для объективной оценки роли С в их экологическом функционировании.

В ходе многолетних исследований с физическими моделями кон-
структоземов (заложенного А.С. Щепелевой к.б.н. в 2012 году) было
выявлено, что почвенные конструкции, в целом, функционируют удо-
влетворительно. Однако наибольшим баллом (3.7) и хорошей оценкой
обладают 10 см торфо-песчаной смеси варианты, несмотря на присут-
ствие торфа, данные конструкции функционируют лучше остальных. На
данный момент исследований можно сделать вывод, что на второй год
функционирования более оптимальной с точки зрения устойчивого
функционирования в городе и экономической составляющей является
почвенная конструкция с мощностью 5 см торфо-песчаной смеси.

В продолжении данного эксперимента, соискателем кафедры
экологии А.В. Степановым и бакалавром Д.А. Ачкасовым в 2017 году
проведен анализ по содержанию С и запасов гумуса по отношению к
приросту биомассы. На основании полученных данных было принято
решение о закладке нового эксперимента на территории Экологическо-
го стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева для создания опти-
мальных конструкций почвогрунтов с применением готовой торфо-
песчаной смеси мощностью 10 см, в различном процентном соотноше-
нии используемых компонентов, которые будут применяться при созда-
нии газонов. Это поможет выявить средне временную динамику морфо-
генетического, физико-химического, функционально-экологического
состояний почвенных конструкций, создаваемых для газонов.

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. кафедрой
И.И. Васенёвым.

УДК 614.76631.4

УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ В РАЙОНЕ г. ЖИРНОВСК (ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

А.Д. Белик

МГУ им. М.В. Ломоносова
ms.anna.belik@gmail.com

In current study hydrocarbon geochemical fields of oil mining areas
were analyzed in the district of Zhirnovsk town (Volgogradskaya oblast',
Russia). Soils were sampled for 3 groups of organic compounds: bound hy-
drocarbon gases, bitumoids, polycyclic aromatic hydrocarbons. As a result,
emanation-biogeochemical, injection-biogeochemical, athmosedimental
fields were distinguished. For each one, specific features and unique PAHs
association were described.

Почвенным углеводородам (УВ) в современной научной литературе уделяется достаточно большое внимание. Повышенный интерес к ним связан с широким распространением загрязнения этими веществами, которое связано с деятельностью промышленных предприятий, транспортных объектов городского хозяйства. При этом, помимо ухудшения качества окружающей среды и угрозы здоровью человека, УВ являются также «носителями информации» – по их индивидуальному составу можно оценить долевое участие каждого источника. Подобные работы проводились в отношении нормальных алканов и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Целью данной работы является характеристика углеводородных геохимических полей в районе г. Жирновск и определение долевого участия различных источников в количественном и качественном составе почвенных углеводородов. В задачи входило выявление основных закономерностей содержания углеводородов в почвах, определение количества и характера их источников, оценка долевого участия каждого источника в сумме углеводородов.

Район г. Жирновск (Волгоградская область, РФ) представляет собой подходящий объект для изучения почвенных УВ, поскольку на его территории имеют место разнообразные природные и антропогенные факторы. К природным относятся Жирновское и Бахметьевское нефтегазовые месторождения, к антропогенным – нефтепромысел с его инфраструктурой, транспортные объекты, город Жирновск.

Отобранные пробы анализировали на содержание ПАУ, битумоидов, углеводородных газов. Для изучения состава и количества битумоидов и ПАУ в почвенных пробах применяли люминесцентно-битуминологический анализ на основе методики В.Н. Флоровской и спектрофлуориметрический анализ ПАУ при низкой температуре (спектроскопия Шпольского). (Флоровская, 1957; Шпольский, 1959). Полученный экстракт изучался с помощью приборов «Флюорат-02-2М» и «Флюорат-02 Панорама». Углеводородные газы измерялись с помощью газовой хроматографии с предварительной дегазацией. Статистическая обработка полученных результатов проводилась в среде программирования RStudio.

Все точки были сгруппированы по 5 участкам: Жирновское месторождение (неразрабатываемая его часть), Жирновский промысел, Бахметьевское месторождение, Бахметьевский промысел, город Жирновск, фон. На всех участках содержание удерживаемых углеводородных газов было незначительно, за исключением точек, опробованных непосредственно в местах нефтяных разливов. Это можно объяснить постепенной дегазацией месторождения: по мере добычи сырья, внут-

рипластовое давление падает, подток газов из нижних слоев литосферы уменьшается. Содержание битумоидов на всей территории варьировало от 5 до 130000 мг/кг (среднее 1257 мг/кг, медиана 21 мг/кг).

Ассоциации ПАУ проанализированы методом кластерного анализа. Были выявлены однородные ассоциации для обоих месторождений и обоих промыслов. Для месторождений наблюдаются повышенные содержания фенантрена, пирена, бенз(ghi)перилена, перилена. Для промысла характерно повышенное содержание флуорена, антрацена, тетрафена, хризена. Последние соединения – антрацен, тетрафен – считаются углеводородами пирогенного происхождения, что позволяет говорить о вкладе атмосферно-седиментационного фактора в УВС данных почв. Индикаторные соотношения ПАУ соответствуют, по большей части, петрогенному типу ($An/Ph = 0...0.1$, $BaN/Ch = 0...0.3$).

Таким образом, можно выделить эманационно-биогеохимические углеводородные геохимические поля в районе месторождений, инъекционно-биогеохимические в районах промыслов, атмосферно-седиментационный в районе города. Специфическое углеводородное геохимическое поле представляет из себя пойма р. Медведица, где присутствует вклад углеводородов, привнесенных с потоком воды.

Автор выражает благодарность Ковачу Р.Г., Жидкину А.П., Кошовскому Т.С. за помощь в работе.

Полевые исследования были проведены в рамках работ по проекту РНФ № 14-17-00193 «Углеводородное состояние почв в ландшафтах».

Работа рекомендована: д.г.н., проф. А.Н. Геннадиевым.

УДК 630*116.28

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ НА ВЫРУБКАХ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК В ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.С. Быков^{1,2}, А.С. Ильинцев^{1,2}, Д.Н. Солдатова²

¹Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В.

Ломоносова, г. Архангельск

y.bykov@inbox.ru, a.ilintsev@narfu.ru, dashas38@yandex.ru

The article discusses the impact of cut-to-length and tree-length technology of harvesting on the soil surface. The results of the study showed that the percentage of undisturbed soil and deep disturbances significantly differ with tree-length harvesting technology. However, we did not establish

a reliable impact of different technologies of wood harvesting on the ratio of different types of disturbances.

В Архангельской области широко распространены два метода заготовки древесины – это хлыстовой и сортиментный. При хлыстовой заготовке применяют трелевочные тракторы и бензопилы, а при сортиментной – многооперационные машины (харвестер и форфардер). Исследования по оценке микромозаичной структуры проводили на 7 вырубках в Карпогорском, Обозерском и Вельском лесничествах Архангельской области. Для анализа типов нарушений обследовали 4 вырубки с сортиментной заготовкой и 3 вырубки с хлыстовой заготовкой древесины.

Для оценки нарушений почвенного и напочвенного покрова на свежих вырубках после лесозаготовок использовали метод линейных трансект с учетом разработанной классификации типов нарушений McMahon (1995), по которой диагностировали 3 класса нарушений: ненарушенную почву, нарушенную почву с мелкими и глубокими повреждениями. В процентном соотношении на учетных площадках (5×5 м) поверхность почвы была классифицирована на 11 типов нарушений. Всего проанализировали 70 площадок. Полевые материалы были обработаны в программах в Statistica 12 и Minitab 17.

Классы нарушений почвенного и напочвенного покрова между двумя технологиями варьируют в зависимости от доли участия типов нарушений. Результаты исследования показывают, что ненарушенная поверхность почвы составляет 46.4 % на вырубках с хлыстовой заготовкой древесины и 31.1 % на вырубках с сортиментной заготовкой древесины. При этом на вырубках с хлыстовой заготовкой древесины увеличивается доля мелких нарушений до 21.8 %, в то время, как на вырубках с сортиментной заготовкой древесины их количество составляет 17.4 %. На вырубках с сортиментной заготовкой древесины увеличивается доля глубоких нарушений почвы до 19 %, за счет различной глубины колеи (от 5 до 30 см), а на вырубках с хлыстовой заготовкой древесины их количество не превышает 6.2 %.

Методы множественных сравнений (апостериорный анализ) показали, что при 5 % уровне значимости, процент ненарушенной почвы ($P < 0.05$) и глубоких нарушений ($P < 0.05$) достоверно отличается при хлыстовой технологии заготовки древесины.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что класс нарушений почвенного и напочвенного покрова влияет на соотношение различных типов нарушений ($P < 0.05$). В то время как достоверного влияния метода заготовки древесины: сортиментной и хлыстовой техноло-

гий на соотношение различных типов нарушений выявить не удалось. При этом установлено взаимодействие между технологиями заготовки древесины и классом нарушений ($P < 0.05$).

Результаты исследования показали, что сортиментная и хлыстовая технологии заготовки древесины имеют свои специфические особенности в формировании различных типов нарушений почв, которые зависят еще от природных и производственных условий, используемой техники и доли ручных операций в технологическом процессе.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№ 18-34-00315 и 17-44-290127).

УДК 631.4

АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ
ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМ. С.Ф. ХАРИТОНОВА
(г. ПЕРЕСЛАВЛЬ-ЗАЛЕССКИЙ)

В.И. Гаврилова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ya.valentina-gav@yandex.ru

Investigations of soils of the Dendrology Garden have shown that human-transformed soils occupy larger area in the garden. Garden soils are slightly acid and alkaline. The humus content ranges within 0.3–4.0 % in the humus horizons. Soils are not contaminated with heavy metals. Increased concentrations of trace elements are associated with the soil-forming rocks.

Ботанические и дендрологические сады являются уникальными искусственными экосистемами. С одной стороны, в них создаются и поддерживаются благоприятные условия для интродуцентов, с другой, среди городских почв они в меньшей степени подвержены механическому воздействию, это может приводить к длительному накоплению загрязняющих веществ. Поэтому оценка почвенно-экологического состояния ботанических садов является актуальным направлением почвенных исследований.

Объектами исследований стали почвы дендрологического сада им. С.Ф. Харитонova (г. Переславль-Залесский). Территория приурочена к северо-восточному склону Клинско-Дмитриевской гряды, почвообразующие породы представлены тяжелыми покровными суглинками, природные почвы формируются под сосновыми южнотаежными лесами. Нами изучены морфологические и химические особенности 9 почвен-

ных разрезов. Химико-аналитические исследования проведены по общепринятым методикам: содержание гумуса – по Тюрину, pH – потенциометрическим методом, элементный анализ – рентгенфлуоресцентным методом с использованием прибора Спектроскан МАКС-GV.

Почвы дендросада по морфологическим свойствам разделены на три группы: природные, антропогенно-природные и собственно антропогенные. К природным почвам отнесены перегнойно-глеевые. На большей части территории распространены антропогенно-природные почвы – агродерново-подзолистые и агроземы текстурно-дифференцированные. Антропогенные почвы – урбостратоземы распространены на детских площадках, производственно-хозяйственных участках.

Антропогенно-природные и антропогенные почвы имеют слабокислую–щелочную реакцию, которая связана с известкованием и растворением карбонатных включений. Содержание гумуса в агрогумусовых горизонтах антропогенно-природных почв низкое (2.35–3.91 %). Количество гумуса в верхних насыпных горизонтах урбостратоземов меняется от 0.3 % до 4 %.

Для выявления сходства и различий в химическом составе исследуемых почв и контроля химического загрязнения проведен валовый анализ. В агродерново-подзолистых почвах в верхнем горизонте наблюдается относительное накопление SiO_2 и обеднение оксидами Fe, Al и некоторыми элементами, что свидетельствует об элювиально-иллювиальной дифференциации профиля. В урбостратоземах подобную дифференциацию по валовому составу мы наблюдаем только в погребенных горизонтах природной почвы (AYEL и Bt). Верхний насыпной горизонт, представленный песчано-гравийной смесью, отличается накоплением оснований (CaO и MgO). Нижележащие насыпные горизонты по соотношению оксидов похожи на агрогумусовые горизонты почв дендросада.

Сравнение результатов, полученных для тяжелых металлов и металлоидов (ТММ), с кларками и санитарно-гигиеническими нормативами (ПДК, ОДК) показало, что большинство изученных микроэлементов (V, Cr, Co, Ni, Cu, As и Pb) концентрируются в почвах дендросада. Так как максимальные концентрации элементов характерны почвообразующей породы, можно констатировать природный характер накопления ТММ и отсутствие аэротехногенного загрязнения на данной территории.

Работа рекомендована д.б.н., проф. М.И. Герасимовой.

СНИЖЕНИЕ ЗАРАЖЕННОСТИ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
ФУЗАРИОЗОМ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ ДЕТРИТНОЙ СУБСИДИИ:
ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

А.А. Глебова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

nastik96.96@mail.ru

The paper presents the results of a laboratory experiment to determine the effect of adding a detritus subsidy on the contamination of wheat with *Fusarium* fungi.

Фузариоз зерновых культур – широко распространенное в мире заболевание, повсеместно снижающее урожай и качество сельскохозяйственной продукции.

Манипулируя структурой детритных пищевых сетей, можно воздействовать на почвенную фазу грибов рода *Fusarium*, во время которой эти грибы ведут себя подобно сапротрофной микобиоте и имеют пониженную конкурентную способность, а также низкую устойчивость к выеданию и повреждению почвенной фауной.

Целью лабораторного эксперимента было изучить влияние детритной субсидии на обилие и патогенность фузариевых грибов в условиях мезокосмов, засеянных пшеницей. 16 мезокосмов размером 40×50×25 см были заполнены 30 кг почвы, собранной на зараженном фузариозом пшеничном поле, в них были посеяны по 30 семян озимой пшеницы (сорт «Московская-40»). Через 30 дней мезокосмы были разделены на четыре экспериментальных режима: контроль, обработка инсектицидом (Акарин), а также добавление двух вариантов смеси (дозировка 200 г С/м²) из компоста и соломы с соотношением 1:9 и 5:5 по содержанию С в сухой массе. Длительность эксперимента составляет 60 дней.

На протяжении эксперимента нами были отмечены такие показатели, как высота побега пшеницы и количество заражённых растений. Согласно полученным данным, добавление мульчи стимулирует рост пшеницы и предотвращает её заражение грибами рода *Fusarium* (рис.).

Таким образом, добавление детритной субсидии на почву можно рассматривать как доступный и экологически безопасный способ подавления фузариоза у проростков озимой пшеницы.

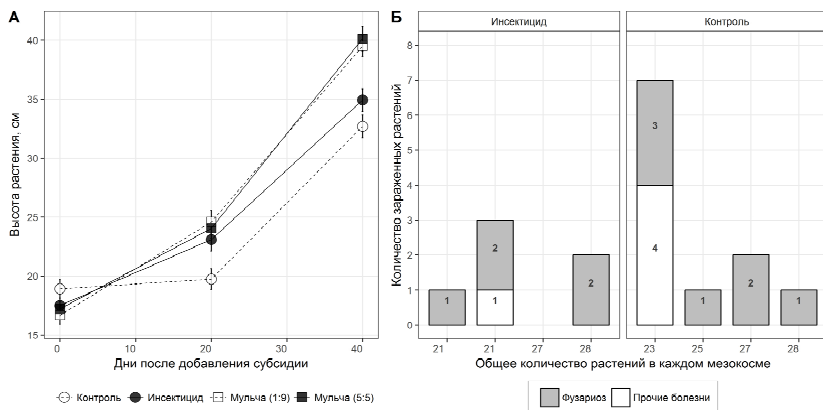


Рисунок. А – Динамика высоты растений пшеницы (среднее $\pm$ SE) в четырех экспериментальных режимах. Б – Количество зараженных растений в каждом мезокосме (через 20 дней после добавления субстанции), ни в одном из мезокосмов, в которые была добавлена мульча, не было обнаружено зараженных растений.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-74-00149).

Работа рекомендована к.б.н., н.с. лаб. почвенной зоологии общей энтомологии ИПЭЭ РАН А.А. Гончаровым.

УДК 631.45

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОГО ТОКСИКОЗА ПОЧВ НА РАЗВИТИЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

И.В. Горепекин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, decembrist96@gmail.com

Soil toxicosis is a ubiquitous phenomenon, caused by the presence of allelotoxins in soils and leading to decrease in fertility. Due to the developed method of biotesting, it was shown that for each pair the culture (variety) – soil the result of the interaction is individual. In this regard, it can be assumed that the use of crop rotations without soil toxicity control of a particular field may not always give a positive result.

В сельском хозяйстве широко известно явление почвоутомления, которое заключается в снижении плодородия почв. Особенно ярко данный феномен выражен при возделывании монокультур. В работах А.М. Гродзинского подчеркивается, что в основе почвоутомления лежит накопление в почвах аллелопатических токсинов, источниками которых выступают выделения растений, микроорганизмов, а также вещества, образующиеся при разложении растительных остатков. Однако накопление аллелотоксинов происходит не только в почвах сельскохозяйственного назначения. Проведенное Н.А. Красильниковым исследование нескольких тысяч образцов подзолистых почв, незагрязненных поллютантами, показало, что практически все они обладали токсичностью не только по отношению к высшим растениям, но и к микроорганизмам.

Несмотря на повсеместное распространение аллелопатического токсикоза почв, данное явление остается недостаточно изученным. Это связано с тем, что исследование химического состава почв не позволяет однозначно определять наличие токсикоза у почв и его величину. Поэтому основными способами изучения токсикоза почв являются методы биотестирования.

В связи с этим целью работы являлось разработка лабораторной экспресс-методики и получение с ее помощью количественной информации об ингибировании развития семян различных зерновых культур и сортов в конкретных почвах.

Разработанный нами метод оценки влияния различных факторов на развитие семян был основан на измерении суммарной длины проростков массивов семян (1000–1200 шт.). Достижение такой производительности стало возможным благодаря обнаруженной закономерности: для зерновых культур различных сортов разность между насыпными объемами в воде семян с проростками и набухших семян прямо пропорциональна общей длине проростков.

Для определения развития семян в субстрате, не содержащем аллелотоксинов, был выбран отмытый речной песок.

Существенным фактором, влияющим на скорость прорастания семян, является влажность почв. Очевидно, что при недостаточной влажности прорастание семян и развитие проростков будут замедляться из-за недостатка воды, а при избыточной влажности из-за недостатка кислорода. Поэтому сравнение развития семян в субстратах (почвы, песок) было решено проводить при оптимальных для каждого субстрата водно-воздушных условиях.

При помощи разработанной методики было установлено, что негативное влияние на прорастание семян проявляется практически во всех изученных почвах и культурах по сравнению с развитием семян в песке.

Полученные результаты свидетельствуют, что эффект ингибирования неодинаков для разных культур и сортов. Это позволяет, во-первых, подтвердить существование отличающейся восприимчивости к аллелотоксинам отдельных культур и сортов. Во-вторых, сделать вывод о том, что для каждой пары культура (сорт) – почва результат взаимодействия является индивидуальным, и нельзя характеризовать токсикоз почвы, не связывая данного свойства с конкретными семенами.

В связи с этим можно предположить, что использование севооборотов без контроля токсикоза почвы конкретного поля не всегда может дать положительный результат.

Предлагаемый способ определения влияния токсикоза почв на развитие семян позволяет выбрать культуру (сорт) для посева на конкретной почве, которые будут наименее восприимчивы к токсинам, находящимся в этой почве, следовательно, будут меньше угнетаться и дадут максимальный урожай.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. Г.Н. Федотовым.

УДК 628.3+631.4+631.6

ВОЗМОЖНОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТА ПИРОЛИЗОВАННОГО ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

А.В. Даньшина, Г.К. Васильева

ИФХиБПП РАН, ПушГЕНИ, г. Пущино, adanishina0906@gmail.com

The experiments were carried out with two types of poor soils: loamy Phaeozems and sandy Fluvisols amended with a biochar produced from municipal sewage sludge (BC). The soils were sowed by ryegrass (*Lolium perenne*) and incubated in greenhouse for 4 months. Our data indicate that the BC positively influenced on soil properties and growth of plants. Besides neither significant accumulation of mobile forms of various heavy metals (Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Zn, Pb) in the soils nor their accumulation in phytomass have been detected.

В индустриально развитых странах одна из основных проблем крупных городов – это утилизация образующегося осадка сточных вод (ОСВ). Пиролитическая обработка позволяет одновременно обезвредить ОСВ от патогенной микрофлоры и гельминтов, а также избавиться от органических примесей. Компания «Активил» разработала технологию получения биококса в реакторе на основе многоподовой пиролизной

печи. Основной целью данной работы было изучение влияния биококка (БК) на рост газонных трав в двух типах почв с низким плодородием (серая лесная и аллювиальная луговая), а также на накопление подвижных форм ТМ в почве и их суммарное содержание в побегах и корнях растений.

В почву вносили разные дозы дробленого БК (2–5 мм) (1, 2, 5 и 10 масс. %). Через 1 неделю после внесения БК сосуды засеивали семенами райграса (*Lolium perenne*), который выращивали в оранжерее в течение 4 месяцев. В конце эксперимента растения извлекали из почвы, промывали, высушивали и взвешивали. Содержание обменных форм ТМ в почве и их содержание в растениях определяли с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Ранее было показано, что внесение в обе почвы БК резко повышает содержание доступного фосфора и в меньшей степени обменного калия, а также повышает влагоемкость и пористость почв. Все это создает благоприятные условия для роста газонных трав. В результате фитомасса райграса в обеих почвах с добавками 10 % БК повышалась в 1.5 раза, а корней – более чем в 2 раза; при этом рН слабокислой СЛ почвы повышался с 6.0 до 6.7, а нейтральной АЛ почвы – с 7.2 до 7.7.

На данном этапе было показано, что в обеих почвах присутствуют незначительные концентрации подвижных форм ТМ: от 0.01 ПДК (Mn и Co) до 0.1–0.4 ПДК (Cu, Cd, Zn, Ni). При внесении в обе почвы указанные дозы БК содержание подвижных форм ТМ в почве, а также их содержание в фитомассе райграса практически не менялось. Небольшое накопление ТМ происходило в корнях райграса (на 10–50 % по сравнению с контролем в зависимости от почвы и ТМ) наблюдалось только при максимальной дозе БК – 10 %. Низкая подвижность ТМ в почве объясняется подщелачивающим действием БК благодаря присутствию в нем щелочных и щелочноземельных элементов.

Таким образом показано, что произведенный из осадка сточных вод биококк является хорошим источником биогенных элементов и не приводит к значительному накоплению ТМ в фитомассе газонных трав или их подвижных форм в почве, что указывает на перспективность применения биококка на основе ОСВ в качестве почвоулучшителя.

Работа выполнена в рамках совместных исследований по НИР, проведенных в интересах ООО «Активил», а также поддержана грантом РФФИ № 16-05-00617а.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.К. Васильевой.

СНИЖЕНИЕ ПОБОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Н. Дубинина, В.А. Лыхман

ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»,
Ростовская область, п. Рассвет, dubinina-marina@rambler.ru

The work is devoted to the study of the possibility of using humic drugs to reduce the toxic effects of pesticides on winter wheat crops and soil. The dynamics of plant nutrition elements, soil microbiological activity, wheat yield were studied. The results revealed that the toxic effect of plant chemization can be significantly reduced through the use of humic drugs.

Современное сельское хозяйство и растениеводство, в частности, при всем своем ориентировании на биологизацию и экологизацию, не в состоянии пока полностью отказаться от средств химизации. Одними биологическими препаратами, средствами подкормки и удобрениями невозможно добиться высоких урожаев, так как засоренность пашен сорняками остается постоянной проблемой для растениеводства. Применение пестицидов при возделывании сельхозкультур наносит ощутимый вред почвенной микрофлоре, даже, несмотря на отказ от высокотоксичных средств химизации. Снизить токсический эффект в почве может применение гуминовых препаратов, как адаптогенов и антистрессантов для почвы и растений.

Целью этой работы было выявить, какое влияние на почвенное плодородие и урожайность озимой пшеницы оказывает обработка растений баковой смесью пестицидов в различных дозировках с гуминовым препаратом. Опыт был заложен в 2015–2018 году на стационаре ФГБНУ «ФРАНЦ» Аксайского района Ростовской области.

В ходе опыта применяли гуминовый препарат ВЮ-Дон в дозировке 1 л/га и пестициды: фунгицид класса триазола в дозировке 0.45 л/га, гербицид на основе сульфанилмочевины в дозировках 10, 15, 20, 25 г/га. Были исследованы: динамика элементов питания, развитие микробиологических сообществ, урожайность озимой пшеницы в сравнении с контрольным вариантом без применения средств химизации.

Изменение содержания почвенного азота выражалось в уменьшении доли аммонийного азота за счет выноса его в растительную массу и перехода его в нитратную форму. Особенно это выражено на вариантах совместного действия гербицида и гуминового препарата. В этих же вариантах отмечено увеличение содержания подвижных форм фосфора.

Данные почвы характеризуются средней обеспеченностью по калию, содержание этого элемента в диапазоне 310–380 мг/кг почвы.

Микробиологические сообщества продемонстрировали существенную реакцию на обработку почвы пестицидами. Снизилась численность быстро- и медленнорастущих групп аммонификаторов и аминокислототрофов, однако внесение гуминового препарата в вариантах со средними дозировками гербицидов позволило сохранить, а иногда и увеличить численность некоторых групп. Отмечали также рост численности целлюлозоразрушающих бактерий, что крайне важно для разложения растительных остатков в почве и обогащения ее органическим веществом.

По урожайности пшеницы в течение всего опыта можно судить о формировании у почвы тенденции к резистентности к действию гербицидов. Первый год опыта выявил наличие стресса у посевов, снижение урожайности на всех вариантах по сравнению с контролем. Только вариант совместной обработки гербицидом в дозировке 15 г/га и гуминовым препаратом демонстрировал достоверную прибавку к урожайности. Аналогичные результаты были получены и в следующем году. Последний год исследования как раз и наметил появление в почве устойчивости к действию гербицидов, повышение урожайности отмечено уже и на вариантах со средней их дозировкой, однако достоверна и максимальна разница по-прежнему на варианте с внесением 15 г/га гербицида и 1 л/га гуминового препарата.

Результаты данной работы показывают, что токсическое действие средств химизации растений может быть существенно снижено применением гуминовых препаратов, при этом не снижая основной функции гербицида как средства защиты посевов от сорняков.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 614.7

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ МОСКВЫ И ЛЮБЕРЕЦ

А.А. Дунаева

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, ana-dun@yandex.ru

The basic physical and chemical properties of urban road dust were studied. The selection of samples was made in different locations of Moscow and Lyubertsy. Sampling included a collecting dust from the roadway and collecting from the snow. Studies have shown a higher content medium and fine sand fraction. More K^+ and Cl^- were in Minskaya street with many pedestrian zones. The study revealed stratification according to the degree of pollution in snow.

Разные объемы, физические и химические свойства, комплексность источников дорожной пыли в условиях мегаполиса – все это становится причинами высокой мозаичности загрязнения в крупных городах. Самая высокая аккумуляция пыли характерна крупным магистралям, придорожные почвы которых испытывают максимальную нагрузку. Будучи открытыми поверхностями, придорожные зоны активно накапливают пыль и, как результат, могут выступать в качестве вторичного загрязнителя атмосферного воздуха. Цель работы заключалась в изучении и сравнении основных физических и химических свойств образцов дорожной пыли разных районов г. Москвы. Были поставлены следующие задачи: 1. провести отбор образцов дорожной пыли в разных местах города Москвы; 2. провести определение основных физических свойств образцов; 3. провести анализ химических свойств образцов.

Выбор места отбора образцов обусловлен близостью к крупным дорожным магистралям и их высокой загруженностью автотранспортом. Отбор дорожной пыли проводился в черте г. Москва (Минская улица, Ломоносовский проспект) и в пригороде – г. Люберцы (Шосейная улица) и Новорижском шоссе. Были использованы методы смета с поверхности дорожного полотна и сбора из снежного покрова.

Исследования показали, что количество дорожной пыли сильно варьирует в зависимости от места отбора проб. Наибольшая аккумуляция закономерно обнаружена для территорий, располагающихся в непосредственной близости к дорожному полотну.

Большие концентрация ионов Cl^- и K^+ в талой воде были приурочены к точке с множеством пешеходных зон (Минская улица), где особенно активно применяются противогололедные реагенты в зимнее время. Изучение состава снежного покрова выявило его слоистость по степени загрязнения.

Фракционирование образцов дорожной пыли, отобранной на Минской улице и Новорижском шоссе, показало преобладание частиц характерных фракции мелкого (0.1–0.25 мм) и среднего песка (0.25–0.5 мм). Это может привести к облегчению гранулометрического состава придорожных почв, что, в свою очередь, сужает диапазон доступной для растений влаги и требует частого полива в засушливый период.

Почвы вдоль дорог требуют особого внимания. Как правило, именно на них растения испытывают сильный стресс, как из-за токсичности загрязняющих веществ, так и вследствие нехватки доступной влаги.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОЗДАВАЕМЫХ
КОНСТРУКТОЗЕМОВ ДЛЯ ГАЗОННЫХ ЭКОСИСТЕМ

В.А. Едемская, А.В. Степанов

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, nikaeco.ed@ya.ru

Created soil constructions with peat and sand consist with different proportions of components have been studied. The significance of artificial soils in urban areas and their composite is described. The values of the parameters of agrochemical analysis of constructozems are given in comparison to zonal soil cover. In article issues to reduce the loss of carbon and nutrients from lawn ecosystems are discussed.

В работе описывается комплексная функционально-экологическая оценка конструкторземов, создаваемых в мегаполисе Москва на базе агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве объектов исследования выступают почвенные конструкции, верхний горизонт которых представлен торфопесчаной смесью с соотношением торфа к песку 30:70 и 40:60. В отдельные конструкции дополнительно была внесена серая лесная почва. Был произведён высев 2 разных газонных смесей: зарубежного и отечественного производства.

Актуальность работы связана с тем, что быстрорастущее распространение конструкторземов, создаваемых из смеси минерального состава (торф с песком), в урбозоэкосистемах создает благоприятные условия для минерализации их органического материала с выделением повышенного количества CO_2 . Данный факт приводит к суммарному усилению парникового эффекта. Снижается устойчивость газонных экосистем, так как с потерей углерода ухудшаются их почвенные характеристики. Как следствие – ухудшается экологическое состояние города. Однако, данный тип газонного почвогрунта представляет наибольший интерес с точки зрения его технологичности, а также экономических затрат на его создание. В работе обсуждается, как снизить потери углерода из почвенных конструкций.

Приводится количественная характеристика агрохимических параметров исследуемого урбанозема. Относительно значений рассматриваемых почвенных показателей для дерново-подзолистой почвы (фоновой для Москвы) почвенные конструкции торфопесчаного состава обладают схожим с естественным значением pH KCl – порядка 6–6.5. Запасы органического углерода на несколько порядков выше фоновых: до 16.06 %.

Нитраты и обменный аммоний являются основным источником азота, обеспечивающим питание растений. Минеральные соединения азота представлены в основном нитратами и аммонием. На срок взятия проб (октябрь 2018) содержание нитратов в почве отличалось неоднородностью: от 2.72 до 14.88 мг/100 г почвы против 2.89 мг/100 г почвы в фоновой почве. Больше всего нитратов – в образцах с добавлением серой лесной почвы. Содержание обменного аммония в контрольном образце дерново-подзолистой почвы составило 5.83 мг/100 г почвы. Количество NH_4 в исследуемых образцах принимает значения от 2.3 до 4 мг/100 г почвы, что меньше фоновых показателей.

Первичное внесение удобрений (ФЕРТИКА осеннее) было реализовано 12 октября. Спустя 3 недели проводился замер высоты газонной травы. Высота и плотность травянистого покрова на удобряемой части конструкции увеличилась в 1.5 раза. Предполагается проведение корректировки доз вносимых удобрений после полного анализа конструктозема на содержание питательных элементов во временной динамике в период вегетации газонной травы.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

УДК 630*114.11

ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНОЙ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК В ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Ильинцев^{1,2}, Ю.С. Быков^{1,2}, Р.А. Ершов², А.П. Богданов^{1,2}

¹Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,

²Северный (Арктический) федеральный университет им.

М.В. Ломоносова, г. Архангельск

a.ilintsev@narfu.ru, y.bykov@inbox.ru, roman_ershov91@mail.ru,
aleksandr_bogdan@mail.ru

The article deals with the issue of restoring some of physical properties of the soil in cuttings. The results of analysis of variance showed that 5 years after clear-cutting there are significant differences in the upper soil horizons compared to the control. 18 years after cutting, we diagnosed differences only in the forest floor. 28 years after the cutting, we did not establish differences with the control.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения закономерностей изменения физических свойств почвы и их вариабельности в почвенном профиле для прогнозирования периода восстановления почв после антропогенного воздействия.

Исследования проводили на вырубках в Вельском лесничестве Архангельской области. Были обследованы 3 вырубки с различной давностью проведения сплошных мелкоконтурных рубок. Технология заготовки – традиционная с использованием на валке деревьев бензомоторных пил, а на трелевке – трактора ТДТ-55. Все рубки проводились в летне-весенний период. Исходные объекты были представлены насаждениями с преобладанием в составе сосны. Первое насаждение было вырублено в 1990 г., а часть второго насаждения в 2000 (8 га) и 2013 гг. (9 га).

Почва – подзол поверхностно-осветленный иллювиально-железистый песчаный на легком и (среднем) моренном суглинке (О-Е-BF-C), относящаяся к отделу альфегумусовых почв. Контролем служила площадь, не пройденная сплошными рубками, расположенная в непосредственной близости с вырубками. Для оценки физических свойств почвы на технологических элементах рубок (пасека, волок) отобрали образцы лесной подстилки с помощью рамки-шаблона и минеральных горизонтов почвы с помощью металлического бура. Всего было собрано 288 образцов. Физические свойства почвы определены в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методами.

Результаты исследования показывают, что сплошная рубка леса оказывает различное влияние на физические свойства почвы в зависимости от технологических элементов вырубки, которое, прежде всего, связано с непосредственным проездом техники.

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что при 5-% уровне значимости, на волоках вырубки 2013 г. выявлено достоверное изменение показателей плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации подстильно-торфяного горизонта (О гор.). В пасаках не выявлено достоверного изменения физических свойств горизонта О по сравнению с контролем. Влияние сплошных рубок на физические свойства минеральных горизонтов почвы проявляется менее заметно, что связано с буферной ролью лесной подстилки, принимающей на себя основную нагрузку при изменении факторов среды в лесном насаждении. Аналогичным образом, на волоках вырубки 2013 г. выявлено достоверное изменение показателей плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации подзолистого горизонта (Е гор.). В иллювиальном горизонте (BF гор.) не выявлено достоверного изменения физических свойств. Спустя 18 лет после проведения сплошной рубки на волоках и в пасаках показатели плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации горизонта О достоверно не отличаются по сравнению с контролем, кроме показателя пористости аэрации на волоках. В минеральных горизонтах не выявлено достоверного изменения физи-

ческих свойств. Спустя 28 лет физические свойства песчаной почвы на вырубке восстановились до исходных показателей.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№ 18-34-00315 и 17-44-290127).

УДК 631.465

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

А.В. Каплан

Санкт-Петербургский государственный университет
salutez@mail.ru

The aim of this study was to examine the enzymatic activity of Albic Luvisol in the presence of biochar. It was found that biochar has a stimulating effect on soil hydrolases, in particular, on soil acid phosphatases. This impact is manifested in an increase in activity by 53 % in comparison with the control soil. Activity of soil redox enzymes (catalase and dehydrogenase) was not affected by application of biochar.

Биоуголь – это конденсированный коксовый остаток с достаточно высоким содержанием углерода, который образуется в результате термического разложения биомассы в отсутствие окислительной среды в диапазоне температур от 450 °С до 900 °С. Внесение биоугля в почву оказывает благоприятное влияние на ее качество, повышает урожайность посевов, обеспечивает секвестрацию углерода на длительное время, снижает выбросы парниковых газов из различных почв [1]. В исследованиях, связанных с использованием биоугля, значительное внимание уделяется раскрытию механизмов его взаимодействия с почвой. Одним из информативных подходов является анализ ферментативной активности почвы как одного из наиболее чувствительных индикаторов ее состояния [2]. Целью данных исследований являлось изучение ферментативной активности агродерново-подзолистой почвы в присутствии биоугля.

Для этого были изучены изменения каталазной (КА), дегидрогеназной (ДА) и фосфатазной (ФА) активности агродерново-подзолистой почвы с добавлением 1 % биоугля, а также с добавлением бобовых и злаковых сидератов, и при сочетании биоугля с каждым из сидератов (контроль – почва, не содержащая добавок). Для определения каталазной активности использовался метод Джонсона и Темпле, дегидрогеназу определяли методом Ленарда, определение фосфатазы проводили по методу Галстяна [3].

Проведенные исследования показали, что на активность почвенных кислых фосфатаз внесение биоугля оказывает стимулирующее действие. Увеличение ФА в сравнении с контрольной почвой составило 53 %. В почве, содержащей бобовые и злаковые сидераты, которая отличалась повышенной ФА (160 и 126 % к контролю, соответственно), стимулирующего влияния биоугля не прослеживалось. Установлено, что активность окислительно-восстановительных ферментов в присутствии биоугля изменяется незначительно. Уровень КА в почве, содержащей биоуголь, не отличался от контрольного варианта. Внесение в почву бобовых и злаковых сидератов приводило к увеличению КА на 43 и 14 %, соответственно. При этом в почве, содержащей и сидераты, и биоуголь, увеличение КА не превышало 10 % в сравнении с контрольным вариантом. Уровень дегидрогеназной активности в присутствии биоугля также практически не изменялся.

Таким образом, на активность почвенных окислительно-восстановительных ферментов – каталазы и дегидрогеназы внесение биоугля не оказывает существенного влияния. На ферменты класса гидролаз, в частности, почвенную кислую фосфатазу, биоуголь оказывает стимулирующее действие, которое проявляется в увеличении активности на 53 %, в сравнении с контрольной почвой. В то же время, ферментативная активность почв, содержащих сидераты, возрастает независимо от внесения биоугля.

Литература

1. Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London, pp. 1–12.
2. Поляк Ю.М., Бакина Л.Г., Маячкина Н.В., Дроздова И.В., Каплан А.В., Голод Д.Л. Биодиагностика состояния окультуренной городской почвы, загрязненной тяжелыми металлами, методами биоиндикации и биотестирования. Почва и окружающая среда. 2018. № 1(4). С. 231–242. doi:10.31251/pos.v1i4.34
3. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Н.Е. Орловой, к.т.н., доц. Ю.М. Поляк.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ
(НА ПРИМЕРЕ СКВЕРА В г. АРХАНГЕЛЬСК)

Н.А. Киселёва, А.Л. Каликина

Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Kalikina-1998@mail.ru

In article we show agrochemical properties and heavy metals pollution of urban soils. One of the squares of Arkhangelsk city is considered as a study area. Samples were taken from the topsoil horizon randomly. Basing on analysis, we found that soil pH varies between slightly acid one and alkaline one. The average content of humus varies between 2.07 % and 3.45 %. Soil compaction wasn't detected. Research results showed that this soil is favorable for square landscaping.

В настоящее время существует проблема изменения агрохимических свойств городских почв и загрязнения их тяжелыми металлами, являющихся токсичными для окружающей среды и живых организмов [1]. Поэтому цель нашей работы – оценить агрохимические свойства почв и содержание тяжелых металлов в них в сквере г. Архангельск.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы сквера им. А.В. Грачева, находящегося в г. Архангельск. Его площадь составляет около 1.5 га, на нем расположены две детские игровые площадки, спортивный комплекс. В верхнем растительном ярусе присутствуют: береза бородавчатая, тополь дрожащий и ель обыкновенная, а в среднем (кустарниковом и травяном): роза собачья, сирень обыкновенная, клевер луговой, подорожник и др. Сквер располагается вблизи крупной автомобильной дороги, а также Архангельского целлюлозно-бумажного комбината. Почва представлена слабощелочным слабогумусированным урбаноземом с большим количеством строительного мусора.

Описание почвенного покрова проводили по общепринятой методике. В пяти случайно выбранных точках сквера отбирали образцы из поверхностного горизонта и изучали актуальную кислотность, плотность сложения, содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия. Валовые формы тяжелых металлов определяли в ЦКП НО Арктика (САФУ) с помощью рентгенофлуоресцентной спектроскопии (EDX-8000).

В результате исследования (табл.) было выявлено, что реакция почвенной среды колеблется от слабокислой до слабощелочной. Содержание гумуса низкое (от 2.07 % до 3.45 %). Это может быть связано со скудной растительностью в сквере и вымыванием с осадками, в ре-

зультате ярко выраженного промывного типа водного режима. Содержание подвижных форм фосфора и калия варьирует в пределах от очень низких до очень высоких значений. В основном почвы не уплотнены, что благоприятно сказывается на их физических свойствах. Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) наблюдается только в первом образце по цинку, при этом у всех образцов по всем металлам значения больше, чем фоновые.

Таблица. Показатели почвы.

Образцы	pH _{H2O}	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	ПС, г/см ³	Тяжелые металлы, мг/кг					
						Cr	Mn	Co	Zn	Sr	Pb
1	5.51	2.07	82	29.5	0.61	30	580	10	90	170	40
2	7.69	3.10	60	37.0	1.50	—	—	—	—	—	—
3	6.82	2.93	383	46.9	0.79	40	540	10	50	160	—
4	6.56	3.45	281	93.5	0.72	30	480	10	50	140	10
5	7.45	2.76	252	23.5	1.17	30	520	10	40	150	—

Таким образом, проведенные исследования почв сквера г. Архангельск показали, что агрохимические свойства соответствуют показателям, характерным для данной климатической зоны и в целом благоприятны для ландшафтного озеленения. Содержание тяжелых металлов в почве не превышает ПДК и является безопасным для человека.

Литература

1. Попова Л.Ф. Оценка загрязнения тяжелыми металлами типичных почв Архангельска // Химические науки. – 2014. – № 8. – С. 849–853.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.Г. Волковым.

УДК 631.4

ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКА КОММУНАРКА ГОРОДА МОСКВЫ)

А.В. Коваленко

Московский государственный университет,
aleshakovkova1188@gmail.com

This article is devoted to the gas-geochemical state of soils in residential areas of intensively built up areas of the city, dependencies of concentrations and intensities of emissions of greenhouse gases, such as carbon dioxide and methane, from soils and man-made surface formations, and from dependence on building age and position in topography.

Метан и углекислый газ – парниковые газы, при этом вклад метана в парниковый эффект в 25 раз выше, чем у углекислого газа. С парниковым эффектом связывают повышение глобальной температуры нашей планеты. Количество метана и углекислого газа в атмосфере неуклонно растет. По сравнению с доиндустриальной эпохой содержание метана удвоилось, углекислого газа – выросло на 40 % (IPCC, 2013). Еще одна опасность – это образование метана в газогенерирующих грунтах и возможность накопления до пожаровзрывоопасных концентраций. В связи с вышесказанным тема исследования, как никогда, актуальна, особенно из-за высоких темпов строительства в городах.

Коммунарка – один из интенсивно застраиваемых районов Новой Москвы. При строительстве создается много насыпных грунтов, содержащих строительный и бытовой мусор, который, разлагаясь, делает эти грунты источником метана и углекислого газа на долгое время. Застройка пойм рек, засыпание оврагов сопровождается погребением строительного мусора и природного органического материала, что может также стать причиной увеличения интенсивности образования парниковых газов. При благоустройстве селитебных зон создаются рекультивационные торфокомпостные горизонты. Трансформация органического вещества в них влияет на образование и выделение метана и углекислого газа. На территории поселка в июле 2018 года исследованы участки 1960-х гг. застройки, 2003, 2009 и 2014 годов.

Целью исследования была оценка эмиссии метана и углекислого газа из почв и ТПО селитебной зоны в зависимости от возраста застройки и положения в рельефе. Эмиссия газов с поверхности почвы определялась статическим камерным методом, концентрация – путем размещения пробоотборников в скважины, соответствующие глубинам горизонтов. Биологические параметры, такие как активность метанокисления и метаногенеза были определены кинетическим методом.

Выявлены закономерности образования, окисления и эмиссии CH_4 из почв и ТПО в зависимости от времени застройки жилыми кварталами и положения в рельефе. Минимальная концентрация метана наблюдалась в почвах микрорайонов 2003 и 1960-х годов постройки, в более молодых почвах значения концентраций больше, максимум оказался приурочен к перегнойно-глеевой техногенной почве поймы реки Малая Сосенка. Там же наблюдалась и эмиссия метана, на фоне других точек опробования, где эмиссия отсутствовала, или была минимальной. Прослеживается зависимость между эмиссией метана и показателями метанокисления и метаногенеза. Так, в урбисерогумусовой техногенной почве и реплантазме возле зданий 1960 и 2003 годов постройки соответственно, метаногенез заметно ниже, что объясняет и низкие показате-

тели метаноокисления. Обратная ситуация в реплантаземах у домов недавней постройки, там интенсивности метаногенеза и, соответственно, метаноокисления выше. При больших значениях метаноокисления интенсивность эмиссии метана крайне мала, а понижение метаноокисления в связи с низкими значениями окислительно-восстановительного потенциала (пойма реки Малая Сосенка) приводит к эмиссии.

Для CO_2 также выявлены следующие закономерности содержания и эмиссии в атмосферу в зависимости от времени застройки жилыми кварталами. Наибольшая концентрация углекислого газа наблюдалась в более молодых почвах, эмиссия с их поверхности так же была в 2 раза выше, чем с почв возле домов 2003 и 1960 постройки годов.

Таким образом, с течением времени интенсивность образования метана и углекислого газа в ТПО и почвах селитебной зоны уменьшается. Эмиссии метана в летний период, как правило, не происходит, за исключением переувлажненных почв с низкой окислительной активностью. Выделение углекислого газа сокращается по мере трансформации рекультивационных горизонтов в серогумусовые.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. С.А. Кулачковой.

УДК 504.53.06 (470.31)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УГЛЕРОДНЫХ ПУЛОВ
И ЭМИССИИ CO_2 ПРИ ЗАРАСТАНИИ ЗАЛЕЖИ
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Т.В. Комарова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,
taniakomarova999@gmail.com

The intensity of soil CO_2 emission was monitored year-round on comparable sites of different age deposits on Albic Luvisols in the conditions of the Central forest reserve. A significant decrease in soil CO_2 emission with increasing age of fallow areas was found.

В настоящее время в России не используется около 50 млн га земель исходно сельскохозяйственного назначения, причем основной массив залежей страны приходится на южно-таежную зону. Залежи являются основным территориальным резервом как для увеличения сельскохозяйственного производства, так и для экологического восстановления и расширения природного каркаса регионов. Изменение режимов землепользования, включая сведение и восстановление лесов, является важнейшим фактором, определяющим интенсивность почвенных пото-

ков CO_2 . Восстанавливаемые леса служат устойчивым стоком углекислого газа атмосферы.

Целью исследования являлось проведение комплексных экологических исследований эмиссии CO_2 на представительных объектах разновременной залежи с дерново-палево-подзолистыми почвами в условиях Центрально-Лесного заповедника.

Исследования проводились на 5 участках разновременных залежей: 1. залежи с травостоем; 2. залежи, заросшей березняком возрастом 10–15 лет с включением подроста осины и ели; 3. залежи, заросшей березняком возрастом 20–30 лет с включением подроста осины и ели; 4. березняке с включением осины и ели возрастом 50–60 лет; 5. ельнике кислично-щитовниковом неморальном возрастом старше 100 лет.

Сезонные измерения CO_2 проводились в период с января по декабрь 2017 года с помощью мобильного газоанализатора Li-820 методом напочвенных экспозиционных камер, с параллельным измерением температуры воздуха, температуры и влажности почвы (в 5-кратной повторности). Для оценки качества почв и их пулов углерода отобранные почвенные образцы анализировались в лаборатории.

Для залежи с травостоем характерен общий запас $\text{Corg} = 6.00 \text{ кг/м}^2$. С увеличением возраста залежи общий запас Corg постепенно увеличивается, и на залежи возрастом 20–30 лет достигает 7.47 кг/м^2 . Дальнейшее увеличение возраста залежи способствует снижению величины общего запаса Corg , значение которого в ельнике кислично-щитовниковом возрастом старше 100 лет составляет 6.24 кг/м^2 , что связано с увеличением растительного пула углерода: на залежи с травостоем величина биомассы составляет приблизительно 2.2 кг/м^2 , на залежи, заросшей березняком возрастом 20–30 лет – приблизительно 3.6 кг/м^2 , а в ельнике кислично-щитовниковом возрастом старше 100 лет – около 10.0 кг/м^2 .

Данные по сезонной динамике почвенных потоков CO_2 были использованы для расчета общей суммарной эмиссии CO_2 дерново-палево-подзолистыми почвами разновозрастных залежей за год исследований. Максимальная эмиссия CO_2 характерна для участка свежей залежи с травостоем ($1.28 \text{ кг C-CO}_2 \text{ м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$). По мере увеличения возраста залежи эмиссия CO_2 уменьшается, и минимальное значение было получено для почв конечной стадии зарастания залежи, экосистемы ельника кислично-щитовникового неморального возрастом старше 100 лет ($0.75 \text{ кг C-CO}_2 \text{ м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$). В среднем почвенная эмиссия привела к потере 12.0–21.3 % общего запаса углерода в профиле почвы. При этом максимальные потери были отмечены для участка залежи с травостоем.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ
В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ БУРОГО УГЛЯ
(НА ПРИМЕРЕ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА)

А.С. Костин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
alexanderk640@gmail.com

Technogenic fluxes of toxic sulfuric acid, Al and Fe sulfates as well as pyritized technogenic material, coming from spoil heaps, lead to morphological alterations in soil properties. Technogenically transformed Albic Retisols on foreslopes define by a high content of Al and Fe sulfates, exchangeable H^+ and Al^{3+} and organic carbon of coal origin. Specific morphologic features of buried soils include the intensification of eluvial process (bleaching of soil mass) along with accumulation of iron (nodules and patches of Fe oxides and hydroxides). Albic Retisol Gleyic soils with transformed water regime in mine subsidences are formed.

В процессе угледобычи извлекается большое количество вскрышных пород, складированных в виде отвалов конической формы (терриконов) на поверхности земли. Породные отвалы и образующиеся вследствие эрозии отвалов техногенные шлейфы и фильтрационные воды являются основными источниками загрязнения почв [2, 3]. Косвенным фактором трансформации почв при угледобыче являются просадки рельефа, возникающие при изменении уровня почвенно-грунтовых вод над шахтным пространством [1].

Были исследованы отвалы и почвы на прилегающей территории в зоне влияния шахт Черепетского месторождения угля. Вскрышные и вмещающие породы имеют высокое содержание серы (до 5 %) в форме сульфидов железа и литогенного углерода (до 15–20 %) [4]. При окислении сульфидов железа образуются формы соединений серы токсичные для биоты – серная кислота и сульфаты железа. Разложение алюмосиликатов в отвалах под воздействием серной кислоты способствует образованию токсичных сульфатов алюминия [2, 3, 5].

Техногенный материал отвалов и наносов отличается сильноокислой реакцией ($pH = 2.8–3.0$), высокой обменной кислотностью, обусловленной обменным Al^{3+} (до 10.3 ммоль (+)/100 г породы), а также высоким содержанием подвижных соединений Fe^{3+} (до 12.0 мг/100 г породы) и Fe^{2+} (до 28.8 мг/100 г породы). В составе водной вытяжки доминируют SO_4^{2-} (до 2.7 ммоль (-)/100 г породы) и Ca^{2+} (до 2.9 ммоль (+)/100 г

породы). В выделенных этанолом жидких фазах из вскрышных пород, выявлено значительное содержание сульфатов (до 260 ммоль (-)/ дм^3), высокие значения титруемой кислотности (до 100 ммоль (+)/ дм^3), связанной с Al^{3+} (до 97 ммоль (+)/ дм^3).

На фоновой территории распространены среднесуглинистые дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые и глееватые почвы в понижениях, преимущественно слабоподзолистые, на покровных и моренных суглинках. Растительный покров образован сосново-осиново-березовыми лесами со злаково-разнотравным травостоем [6]. Почвы слабокислые ($\text{pH} = 5.5\text{--}5.9$), с низким содержанием солей ($<0.1\%$) и суммы обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} (<10 ммоль (+)/100 г почвы).

При погребении почв техногенным наносом формируются дерново-подзолисто-глеевые и глееватые техногенно-трансформированные почвы. В погребенных средней и нижней части профиля (гор. BEL, гор. BTg и гор. BCg) под влиянием сернокислых растворов активизируется интенсивность элювиального процесса (оподзоливания). На границе с техногенным наносом формируется мощный (до 30 см) горизонт, проработанный кислыми растворами, светло-сизого цвета, обогащенный сульфатами Al. Отмечается интенсивное ожелезнение и кутанообразование в погребенной части почвенного профиля [7]. В поровом пространстве почв отмечается большое количество частиц угля. Погребенные средняя и нижняя части профиля почв приобретает сильнокислую реакцию ($\text{pH} = 3.4\text{--}4.5$), повышенное содержание Al^{3+} (до 83 ммоль (+)/ дм^3), Fe^{2+} (до 2.5 мг/ дм^3) и SO_4^{2-} (до 200 ммоль (-)/ дм^3) в почвенном растворе, что в десятки-сотни раз превышает фоновые значения. Под влиянием кислых растворов в результате ионного обмена происходит насыщение почв катионами H^+ (до 2.8 ммоль (+)/100 г почвы) и Al^{3+} (до 10.1 ммоль (+)/100 г почвы) [3]. В почвах просадок уменьшается содержание сульфатов Fe и Al, формируются вторично-оглеенные почвы [1].

Литература

1. Алешина И.Н., Снытко В.А., Шипек С. Горношахтные просадки как рельефообразующий фактор на территории Силезской возвышенности (Южная Польша) // География и природные ресурсы. 2008. № 3. С. 156–159.
2. Баньковская В.М., Максимович Н.Г. Геохимические изменения природной среды в районах размещения отвалов угледобывающей промышленности // География и природные ресурсы. 1989. № 2. С. 42–45.
3. Горбунова К.А., Максимович Н.Г., Андрейчук В.Н. Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области. – Пермь, 1990. – 44 с.

4. Кизильштейн, Л.Я. Генезис серы в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост.ун-та, 1975. – 198 с.

5. Никифорова Е.М., Солнцева Н.П. Техногенные потоки серы в гумидных ландшафтах районов угледобычи // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. М., 1986. – № 3.

6. Ратников А.И. Почвы верховьев Оки и Дона. Тула: Тульское книжное изд-во, 1963. 160 с.

7. Солнцева Н.П., Рубилина Н.Е. Морфология почв, трансформированных при угледобыче // Почвоведение, 1987, № 2. С. 104–108.

Работа рекомендована к.б.н., доц. П.П. Кречетовым.

УДК 631.461.74

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ХРОНОРЯДУ
ПОСТАГРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ В УСЛОВИЯХ ЦЛГПБЗ

С.Д. Кузнецова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, skukuznd@gmail.com

This research paper presents the characteristics of the cellulolytic activity of Albic Luvisols in the chronosequence of postagrogenic succession. The analysis of microbial biota is also done, the qualitative and quantitative characteristics of which are compared with the degree of cellulose decomposition.

Данная работа посвящена характеристике и обоснованию целлюлозолитической активности дерново-палево-подзолистых почв в хроноряду постагрогенной сукцессии в условиях Центрально-Лесного заповедника Тверской области. Исследования проводились на дерново-палево-подзолистых почвах, под травянистой растительностью – первая стадия сукцессии, свежая залежь возрастом до 5–7 лет; под берёзой и осиной – вторая стадия, 10–15 лет; под берёзой, осиной и елью – третья стадия, 20–25 лет; под берёзой – четвертая стадия, 90–100 лет; под ельником неморальным – пятая стадия, возраст старше 100–120 лет.

Актуальность данной работы заключается в том, что для моделирования и прогнозирования развития сукцессионных процессов на территории биосферного заповедника, как эталонного участка, необходимо изучить его настоящее состояние. Для оценки состояния почв могут быть использованы качественные, количественные и функциональные

показатели почвенной микробиоты в силу её высокой чувствительности к изменениям окружающей среды.

Для анализа целлюлозолитической активности почв была рассмотрена степень разложения целлюлозосодержащего материала, заложённого в опыте, а также проведен качественный и количественный анализ микробной биоты почв хроноряда постагрогенной сукцессии. Для анализов были использованы метод аппликации льняных полотён для оценки степени разложения и метод многократного разведения для получения данных о целлюлозоразлагающих микроорганизмах.

Таблица. Целлюлозолитическая активность почв.

Глубина, см	Стадии восстановительной сукцессии (средний % разложения)				
	1	2	3	4	5
0–5	74	42	19	28	16
5–10	71.6	27.3	15.3	12.3	9.4
10–15	51	13.3	6.7	9.3	7.2
15–20	36	8.3	5.3	6.7	5
20–25	25.3	5.3	2.7	0	4.3
Средний % разложения	51.5	19.2	9.8	11.3	8.4

На первой стадии сукцессии можно заметить максимальные значения микробиологической активности. Послойный анализ интенсивности разрушения целлюлозы показал, что вниз по профилю идёт её снижение.

Изучение данных по разрушению целлюлозы на второй стадии показало, что в слое 0–5 см зафиксирован средний процент разложения (42 %), однако вниз по профилю в слоях 15–20 см и 20–25 см интенсивность разложения значительно слабее.

Обзор показателей по интенсивности разрушения целлюлозы на третьей стадии показал, что в слоях от 0–5 см до 20–25 см наблюдается слабый процент разложения целлюлозы.

Послойный анализ интенсивности разрушения целлюлозы на четвёртой стадии показал, что в слоях от 0–5 см до 20–25 см слабый процент разложения целлюлозы. Однако, в четвертой стадии сукцессии в верхних горизонтах интенсивность разложения выше, чем в третьей стадии.

Учет полученных значений по интенсивности разрушения целлюлозы на пятой стадии показал, что в слоях от 0–5 см до 20–25 см слабый процент разложения целлюлозы. Здесь интенсивность разложения целлюлозы минимальна, как и предполагалось.

Зависимость разложения целлюлозы на различных стадиях сукцессий прямо пропорциональна содержанию целлюлозолитических микроорганизмов (КОЕ в 1 мл) в третьем разведении.

Так, на первой стадии сукцессии КОЕ = 152.4. На второй, третьей, четвертой и пятой – 90, 75, 84.6, 59.4, соответственно.

Качественный состав целлюлозолитических микроорганизмов, определенный в лабораторных условиях представляет собой следующую группу: *Clostridium omelianskii*, *Aspergillus niger*, *Spirochaeta cytophaga*, *Fusarium*, *Dematium*, *Chaetomium*.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Е.Б. Таллером.

УДК 631.412

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЫСОКО ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ НА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЁМАХ БАШМАКОВСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Майорова, М.В. Тихонова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва,
mayorova.anne@yandex.ru

The growing desire to improve the economic efficiency and profitability of agricultural production, along with the maximum cost reduction, cannot but affect the soils.

Возрастающее стремление к повышению экономической эффективности и рентабельности сельскохозяйственного производства наряду с максимальным сокращением затрат не может не отражаться на почвах.

Кафедра экологии Тимирязевской академии в 2017 году получила разрешение на комплексные агроэкологические исследования почв и качество ведения системы земледелия в передовых хозяйствах Пензенской области. Модельным объектом для проведения агроэкологической оценки высокоокультуренных сельскохозяйственных земель стало ЗАО «Башмаковский хлеб», входящее в группу компаний «Gerion», обладающее без малого 20000 га посевных площадей.

В севообороте хозяйства преобладают высокодоходные, особо требовательные к качеству почвы культуры, такие как подсолнечник, кукуруза на зерно и сахарная свёкла, а также ячмень яровой, озимая и яровая пшеница, являющиеся типичными для Чернозёмной зоны РФ. С 2018 г. активно вводится в севообороты соя и лён, ранее не возделывавшиеся в хозяйстве, но обладающие хорошим устойчивым спросом и доходностью.

Первые же рекогносцировочные обследования показали несоответствие системы ведения севооборотов и учета предшественников/пред-предшественников при планировании размещения культур. Так же повсеместно, несмотря на отсутствие проблем с влажностью почвы, выявлено использование чистого пара перед озимыми. Экологически целесообразнее мы считаем применять занятые пары или вовсе замещать их бобовыми культурами.

Комплексные физико-химические обследования почв проведены в июне-августе 2018 г. Почвенные образцы отбирались маршрутной съемкой (1 образец / 100 га, но не менее 1 образца с поля) с глубины 0–20 и 20–40 см. На наиболее представительных участках различных фаций были заложены почвенные разрезы. В выявленных проблемных зонах эрозионных процессов и засоления было произведено бурение с получением ненарушенных образцов на глубину до 2.5 м. Параллельно с пробоотбором производилось определение плотности почвы на пахотном и подпахотном горизонтах.

Агрохимические анализы почвы проводились на базе лаборатории ЛАМП и лаборатории кафедры Почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Почвы хозяйства представлены чернозёмами выщелоченными глинистого мехсостава. Содержание гумуса колеблется от 5.3 до 8.3 %. Преобладают почвы с повышенным содержанием гумуса (57 % от общей площади хозяйства).

Сравнение полученных данных с показателями комплексного агрохимического обследования хозяйства трёхлетней давности указывает на значительное снижение содержания азота от среднего (150–200 мг/кг) в 2015 г., до низкого (120–150 мг/кг) в 2018 г.

Повсеместно на полях хозяйства выявлена плужная подошва с переуплотнённым слоем, залегающем на глубине 15–25 см. При повсеместной плотности пахотного горизонта 1–1.2 г/см³, данный показатель у плужной подошвы колеблется в пределах 1.4–1.6 г/см³, ниже которого вновь снижается до 1.2–1.3 г/см³. Наиболее ярко переуплотнённый слой проявляется (до 1.8 г/см³) на слабосмытых склоновых участках при условии яркого проявления карбонатного горизонта на той же глубине.

Плужная подошва значительно нарушает физические свойства почвы, а также угнетает рост и развитие сельскохозяйственных культур и напрямую связана с некорректно подобранной системой обработки почвы и безответственностью к её будущему состоянию.

Работа рекомендована ст. преп. каф. экологии А.В. Бузылёвым.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ
ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛОЖЕНИЯ В ПОЧВЕ
КАК ИНДИКАТОР ПОСЛЕПОЖАРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ СОСНЯКАХ (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ)

Е.А. Малышева

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,
elena.strelka@mail.ru

We studied changes in the cellulose-decomposition activity of soils after fires and compared them with hydrothermal parameters. The activity of cellulose-decomposition in freshly burned soils reflects the activation of soil biological processes in the first years after the fire. It is shown that biological processes are most active in litters and in the mineral layer of soil 0–5 cm. As a result of research, we were able to find out that by the activity of biological processes, we can diagnose the processes of post-fire transformation of forest ecosystems in the conditions of southern taiga.

Лесные пожары являются важным экзогенным фактором развития лесных экосистем. В настоящее время разными авторами фиксируется повышение активности пожаров и горимости лесов Сибири. Такие характеристики биологической активности почв, как микробная биомасса, целлюлозоразлагающая и ферментативная активность могут быть индикаторами послепожарного восстановления лесных экосистем. Благодаря изменившимся свойствам почвы создаются условия для появления и развития естественного возобновления.

Лесные экосистемы таежной зоны Средней Сибири отличаются высокой пожароопасностью и все современные южно-таежные сосняки в разное время подвергались воздействию пирогенного фактора. В связи с этим очень важно понимание послепожарных восстановительных процессов в лесных экосистемах.

Цель работы: выявить особенности динамики биологической активности почв как показателя послепожарных изменений в южно-таежных сосняках. В качестве критерия биологических процессов выбрана актуальная целлюлозоразлагающая активность почв. Оценку активности целлюлозоразложения проводили аппликационным методом. Исследования проводились летом 2018 года на горях после пожаров 2017 и 2010 гг. В качестве контроля использовался сосняк разнотравный, не затронутый пожаром. Почва среднеподзолистая суглинистая.

Показано, что биологические процессы наиболее активны в подстилках и в минеральном слое почвы 0–5 см. Активность целлюлозоразложения в почвах свежей гари отражает активизацию почвенных биологических процессов в первые годы после пожара – для почв однолетней гари отмечена максимальная активность целлюлозоразложения – 80 % потери целлюлозы за период наблюдений (июль–сентябрь). Для 10-ти летней гари активность целлюлозоразложения соответствует таковой контрольного сосняка и составляет 54 % потери целлюлозы за период наблюдений (июль–сентябрь). Анализ сезонной динамики биологической активности почв выявил максимальную активность целлюлозоразложения на гарях в августе, что возможно связано с наиболее благоприятными гидротермическими и трофическими почвенными условиями в этот период. Получены зависимости активности целлюлозоразложения от температуры почвы в исследованных местообитаниях. Показано, что по активности биологических процессов можно диагностировать процессы послепожарного восстановления лесных экосистем в условиях южной тайги.

Исследование выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ-ККФН № 18-44-243007.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.Н. Безкоровайной.

УДК 631

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНУТРИПОЛЬНОГО ВАРЬИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.О. Марголина

«Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», annamargo@mail.ru

Increased spatial soil cover variability is a common issue in the Central-Chernozem region of Russia. In the paper presents the results of detailed research of variation's features of the basic diagnostic parameters of soil for two field agroecosystems with chernozem in Samara region. Both research areas are characterized by coherence of increased spatial diversity of soil's AEI and wheat yield. It confirm the importance of my research.

Введение. Повышенная пространственная неоднородность структуры почвенного покрова – распространенное явление. Особенно данная проблема характерна для Центрального региона России. Для разработки и

оптимизации технологий эффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо в первую очередь учитывать особенности почвенного покрова конкретных рабочих участков и требования культур.

Объекты и методы. Агроэкологические исследования проводили на двух опытных участках полевых агроэкосистем с малогумусными черноземами Самарского НИИСХ в условиях двух технологий возделывания твердых сортов яровой пшеницы: интенсивной и традиционной. Первый этап исследования заключался в проведении детальной топографической съемки и отборе почвенных образцов. На следующем этапе, на базе Лаборатории Агроэкологического мониторинга РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева были проведены исследования, включая определение актуальной и обменной кислотности, органического вещества, содержания обменного фосфора и калия, аммонийного и нитратного азота, серы, с дальнейшим построением картограмм, которые дают возможность визуально анализировать и сравнивать различные агроэкологические параметры почв, а также выявить лимитирующие факторы.

Результаты и обсуждения. В результате проведения детальных агроэкологических исследований была выявлена значительная пространственная неоднородность как микрорельефа территории обоих участков, так и основных агрохимических показателей (табл.). Самые большие различия и разброс значений наблюдается у подвижного калия от 300 до 1300 мг/кг (интенсивная технология), от 240 до 650 мг/кг (традиционная технология) и аммиачного азота – от 2.4 до 6.3 мг/кг (интенсивная), от 1.5 до 11.1 мг/кг (традиционная). Значения актуальной кислотности для участка с интенсивной технологией варьируют от 6.45 до 8.38, тогда как на участке с традиционной технологией от 5.2 до 8.4. Значения обменной кислотности, подвижного фосфора и органического вещества для обеих технологий одинаковы и изменяются от 5.6 до 7.4, от 35 до 117 мг/кг и от 3.7 до 5.8 % соответственно.

Таблица. Основные агрохимические показатели участков.

Показатель	%	Содержание подвижных форм, мг/кг почвы						
	Corg	pH _{aq}	pH _{KCl}	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	S	P ₂ O ₅	K ₂ O
Традиционная технология								
Среднее	4.53	7.10	6.44	4.78	10.57	4.08	66.61	454
СКО	0.45	0.66	0.55	1.99	5.00	2.00	16.06	104.37
Интенсивная технология								
Среднее	4.73	7.29	6.41	3.62	11.96	4.32	68.31	497
СКО	0.36	0.63	0.60	0.77	4.16	2.79	19.38	176.67

Примечание. СКО – Стандартное квадратичное отклонение.

Несмотря на различия максимальных и минимальных показателей, средние значения по обоим участкам сопоставимы между собой. Данными показателями определяется неоднородность урожайности яровой твердой пшеницы, полученной на данных участках.

Выводы. Для обоих участков характерно соотношение повышенной пространственной изменчивости агроэкологических показателей почв и урожайности яровой твердой пшеницы. Этот факт свидетельствует о необходимости изучения такого явления, как внутрипольное варьирование качества почвенного покрова.

Автор выражает благодарность руководству Самарскому НИИСХ, Лаборатории агроэкологического мониторинга РГАУ-МСХА им. Тимирязева.

Работа рекомендована к.б.н. Д.В. Моревым.

УДК 502.63: 504.062

ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРАСНОКНИЖНЫХ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Матюгин, А.К. Шерстнёв

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,

Ростов-на-Дону, Россия, vlad.matyugin@mail.ru

This work is devoted to the study of the soils of specially protected natural territories of the Rostov region unaffected by anthropogenic influence. The gross chemical composition of soil, humus content, particle size distribution were studied. Based on these data, the soils were classified, their description was prepared for inclusion in the Red Book of the soils of the Rostov region.

Охрана окружающей среды, как одно из приоритетных направлений государственной политики в РФ, имеет под собой законодательную базу со значительной исторической основой, постоянно обновляются информационные ресурсы по охраняемым представителям флоры и фауны. Однако та сфера, которая является средой обитания для растительных и животных сообществ, также находится под угрозой, поэтому особо пристальное внимание необходимо уделить охране и восстановлению почвенного покрова земли.

Следует принимать во внимание, что любые природоохранные мероприятия должны начинаться с изучения объекта, его свойств, эволюции, происходящих с ним процессов. К сожалению, изучать почвы в их естественном состоянии с каждым годом становится все труднее, так

как в большинстве своем почвы задействованы человеком во всех сферах его жизнедеятельности. Оазисы некультурных почв сохраняются на особо охраняемых природных территориях, на долю которых приходится менее 2 % площади Ростовской области.

Задача этого исследования – изучить почвы таких территорий, их свойства, условия почвообразования, составить их описание для внесения в Красную книгу почв Ростовской области. Для дополнительного сравнения используются данные о почвах парков и лесопарков Ростова-на-Дону и городов агломерации.

Исследование валового состава почв проводилось в 2016–2018 гг. на особо охраняемых природных территориях Ростовской области. Почвы данных территорий представлены черноземами обыкновенными, южными, на разных подстилающих породах; каштановыми почвами, несколькими представителями примитивных почв.

Определение валового химического состава почв проводилось на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан МАКС-GV». Было определено валовое количество следующих элементов и соединений: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, Ca, Al, Si, P, K, Mg (для макроэлементов был применен перерасчет на оксиды). Основываясь на данных о содержании элементов в почве, были вычислены коэффициент выноса-накопления по А.А. Роде, коэффициент миграции по Ф.Я. Гаврилюку и определен тип выветривания по С.В. Зонну, что позволило дать достаточно полную характеристику исследуемых почв.

Результаты исследования, а также характерные особенности ландшафтов и локации мест заложения почвенных разрезов позволяют сделать выводы о том, что почвообразовательные процессы на территориях, не затронутых активной человеческой деятельностью, протекают в соответствии с естественными закономерностями, валовой состав таких почв подтверждает характеристику соответствующего типа почв, генетическое строение полного профиля позволяет судить о полно- и неполноразвитости, об наличии и степени эрозионных процессов. Сравнение же некультурных почв с почвами парков и лесопарков в черте агломерации свидетельствует, что валовой химический состав глубинных горизонтов подобных типов почв проявляет сходство в пределах ошибки измерения, однако верхние горизонты имеют значительные отличия, особенно в содержании таких металлов, как Cr, Ni, Zn, Pb, что связано с различным уровнем аэронагрузки, удаленностью от источников потенциального загрязнения, качеством и количеством органического вещества, характером растительности.

Исследование выполнено в рамках научного проекта РФФИ № 16-04-00592_а.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ И ТРАНСФОРМАЦИИ
ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОПРОВОДА
«ЗАПОЛЯРНОЕ – НОВЫЙ УРЕНГОЙ»

И.В. Мельник

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
mivtod@mail.ru

The article is devoted to assessing the effectiveness of engineering measures for protection the Zapolyarnoye-Novy Urengoy gas pipeline area from dangerous natural processes in terms of preserving and maintaining natural soil cover, soil water mode and ecosystems state of Western Siberia.

Key words: gas pipeline, soil, soil cover, engineering measures, Western Siberia, dangerous processes, soil water mode, environmental state.

Оценка эффективности инженерных мероприятий по защите магистральных газопроводов от опасных природных процессов является важным аспектом не только для успешных строительства и эксплуатации газопроводов, но и для сохранения природного почвенного покрова, а также поддержания стабильного состояния экосистем: в связи с неправильной дренажной системой, а также методикой прокладывания газопроводных труб кристаллическая вода почвенной части и материнской породы начинает подтаивать, происходит подтопление территории. Растительный покров не способен предотвратить нагревание большого количества воды, находящейся в жидкой фазе в почвенном профиле, что постепенно приводит к заболачиванию территории, образованию торфяников, которые не только являются источником парниковых газов, но и приводят к таким природным катаклизмам, как пожары.

Исследуемая территория находится в зоне сплошной мерзлоты, достигающей 100 м. Растительность представлена мохово-лишайниковой тундрой, притундровым редколесьем; рельеф – песчаными грядами; почвообразующие породы – преимущественно ледниково-озерные отложения (слоистые глины); характерные опасные природные геологические процессы – термоэрозия, термокарст, мерзлотное пучение, солифлюкция.

Существует несколько предпосылок для проведения исследовательских работ: отсутствие проектировки водопропускных сооружений при строительстве магистрального газопровода «Заполярье – Новый Уренгой» в 2000–2006 гг.; катастрофическое заболачивание территории, застой поверхностных вод вдоль насыпи газопровода, усиление деградации мерзлоты (термоэрозия и термокарст); восстановление стока по-

верхностных вод и ликвидация подтопления в результате ремонтных работ в 2006 г.

К используемым методам исследования относятся: создание ГИС и ГИС-анализ, дешифрирование космо- и аэроснимков.

Результаты исследования показали: инженерные ремонтные работы данного участка газопровода, проводившиеся в 2006 г., были выполнены качественно. Происходит постепенное восстановление растительного покрова и зарастание территорий, подвергшихся механическому воздействию в период строительства газопровода; степень заболачиваемости территории в зоне залегания газопровода уменьшилась на 2.5 %, что приводит к предположению о замедлении подтаивания мерзлоты, а также уменьшении степени деградации почвенного покрова и возможности его дальнейшей нормализации.

Работа рекомендована с.н.с. МГУ им. М.В. Ломоносова А.А. Семиколенных.

УДК 504.054:550.46:504.3.054:631.416.9

АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ И ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА МОСКВЫ

К.С. Набелкина, И.С. Капустина

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет,
geo.aksenia@gmail.com

Samples of road dust and roadside soil were taken on roads of various traffic intensity in the South-Eastern district of Moscow. Principal physical and chemical properties and the geochemical specialization were determined. The road dust has a higher pH (average 7.3–7.6) and conductivity (average 186–387 $\mu\text{S}/\text{cm}$), but lower content of organic carbon (average 2.1–4.0 %) than soil. Sb, W, Zn, Pb, Mo intensively accumulate both in soil and dust. The sources of heavy metals are emissions of vehicles and destruction of road infrastructure.

Почвы вблизи дорожного полотна накапливают значительное количество тяжёлых металлов, а при отсутствии растительности могут выступать и вторичным источником загрязнения в результате дефляции. В процессе эксплуатации автотранспорта происходит износ транспортных средств и абразия дорожного полотна, сопровождающиеся образованием взвешенных частиц. В совокупности данные факторы формируют особый компонент ландшафта – дорожную пыль. Данная работа по-

священа оценке уровней содержания тяжёлых металлов и металлоидов (ТММ), аккумулирующихся в придорожных почвах и пыли на территории Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) г. Москвы. Округ имеет развитую дорожную сеть и испытывает продолжительное и интенсивное антропогенное воздействие автомобильных и промышленных выбросов.

Пробы дорожной пыли отобраны летом 2017 г. в 3–5 кратной повторности на дорогах с разной интенсивностью движения и шириной проезжей части; почвы отбирались методом конверта в непосредственной близости к дороге. В качестве фона для почв выбран участок на территории Национального природного парка «Мещера» во Владимирской области, примерно в 150 км к востоку Москвы. Для дорожной пыли за неимением природного аналога использовались данные анализа проб пыли, отобранной с пешеходных дорожек в парках и лесопарках Москвы (Битцевский, Измайловский парки, лесопарк Лосиный остров). Валовое содержание ТММ в пробах почв и пыли анализировалось масс-спектральным и атомно-эмиссионными методами с индуктивно-связанной плазмой во ВНИИ минерального сырья на масс-спектрометрах Elan-6100 и Optima-4300 (Perkin Elmer, USA).

Физико-химические свойства дорожной пыли и почв имеют небольшие различия: так, дорожная пыль более щелочная, имеет выше удельную электропроводность, содержание органического углерода в два раза ниже по сравнению с пробами почвы. Содержание частиц размером <10 мкм и в почве, и в пыли примерно одинаковое.

Интенсивнее всего и в почвах, и в пыли накапливаются Sb, W, Zn, Pb, Mo. Наиболее интенсивное загрязнение ТММ характерно для почв, прилегающих к средним дорогам – $\text{Cd}_{9,4}\text{Ag}_{9,2}\text{Sb}_{6,5}\text{Bi}_{6,1}\text{W}_{5,9}\text{Zn}_{5,7}\text{Cu}_{3,6}\text{Ni}_{3,3}\text{Cr}_{3,2}\text{Pb}_{2,9}\text{As}_{2,7}\text{Sn}_{2,3}\text{Be}_{2,2}\text{Cr}_{2,2}$ (нижние индексы – коэффициенты концентрации относительно фона K_c), где показатель суммарного загрязнения $Z_c = 53.7$. Загрязнение дорожной пыли ТММ выше на крупных дорогах, на МКАДе и ТТК: $\text{Zn}_{9,1}\text{W}_{6,5}\text{Sb}_{4,7}\text{Sn}_{3,1}\text{Cr}_{2,8}\text{Cu}_{2,6}\text{Mo}_{2,3}\text{Fe}_{2,2}\text{Co}_{2,0}$, показатель $Z_c = 30$. Наименее загрязнены почвы и пыль дворовых территорий. Почвы больше, чем в дорожной пыли накапливают Cd, Sb, W вне зависимости от крупности дороги. Пыль на МКАДе наиболее обогащена W и Zn, а на крупных дорогах – Pb. K_c для дорожной пыли у большинства элементов находятся в интервале 1.5–3.0, для почв диапазон K_c значений значительно шире, что объясняется большим временем накопления поллютантов. Близкий состав накапливающихся ТММ указывает на поступление из общих источников, среди которых доминирует автотранспорт.

Работа рекомендована д.г.н., проф. Н.Е. Кошелевой.

ВЛИЯНИЕ ШЛАМОХРАНИЛИЩА НА СОСТАВ СОЛЕЙ
И ОБМЕННЫХ ОСНОВАНИЙ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ
ТАЕЖНО-ЛЕСНОЙ ЗОНЫ

И.В. Пахоруков

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, Ivan-psu@yandex.ru

Fluvisols Gleyic were transformed into Fluvisols Gleyic Salic under the influence of technogenic saline waters (K-Na-Cl) for four decades in the taiga zone. Ions Ca^{2+} and SO_4^{2-} are widely represented in aqueous extracts from soils, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was formed.

Вторичное засоление почв в Прикамье связано с добычей и переработкой солей. Шламохранилище БПКРУ-3 расположено к югу от г. Березники и относится к Балахонцевскому участку, разработка которого началась в 1973 г.

Минерализация воды в шламохранилище составляет 99 г/л, химизм засоления калиево-натриевый хлоридный. В долине реки Ленвы почвенно-грунтовые воды, залегающие на глубине около 70 см, имели минерализацию около 40 г/л и калиево-натриевый хлоридный состав. При их участии произошло засоление аллювиальных почв. Нами изучены: солончак вторичный сульфатно-хлоридный калиево-натриевый по аллювиальной гумусовой глеевой суглинистой почве, солончак вторичный сульфатно-хлоридный натриево-магниевый-кальциевый по аллювиальной гумусовой глеевой суглинистой почве, солончак вторичный сульфатно-хлоридный натриево-кальциевый по аллювиальной перегнойно-глеевой суглинистой почве и аллювиальная перегнойно-глеевая солончакковая супесчаная почва.

Содержание водорастворимых солей в слое 0–20 см во вторичных солончаках сульфатно-хлоридном калиево-натриевом и сульфатно-хлоридном натриево-кальциевом достигало 1.55 и 31.9 % соответственно. Реакция почвенной среды варьировала от слабокислой ($\text{pH}_{\text{вод}} = 5.9$) до слабощелочной ($\text{pH}_{\text{вод}} = 7.2$). Содержание гипса составляло от 1–2 до 20 %, а карбонатность – от 1 до 1.9 %. Солончаки насыщены основаниями, в составе обменных оснований преобладали K^+ (50–51 %) и Na^+ (27–30 %), либо Ca^{2+} (35–45 %) и Na^+ (24–28 %). По доле Na^+ в поглощающем комплексе почвы являются среденатриевыми.

Солончак вторичный сульфатно-хлоридный натриево-магниевый-кальциевый при содержании солей 1.05 % (слой 0–20 см) отличался рез-

ко кислой реакцией среды ($\text{pH}_{\text{вод}} = 2.8\text{--}3.4$; $\text{pH}_{\text{сол}} = 2.6\text{--}3.2$). Количество гипса достигало 2–3 %. В составе обменных оснований представлены Ca^{2+} (37–49 %), Mg^{2+} (15–16 %) и Na^+ (12–14 %), при пониженной доле K^+ (2–7 %). По содержанию обменного Na^+ солончак относится к виду малонатриевых почв. Степень ненасыщенности основаниями в среднем достигала 25 %, при этом, доля обменного алюминия – около 18 % от емкости поглощения.

Содержание водорастворимых солей в аллювиальной перегнойно-глеевой солончаковой супесчаной почве составило 0.83 % (слой 0–20 см), химизм засоления – кальциево-натриевый хлоридный. Реакция почвенной среды изменялась по горизонтам от слабокислой ($\text{pH}_{\text{вод}} = 5.9$) до нейтральной ($\text{pH}_{\text{вод}} = 6.9$). Количество гипса в профиле варьировало от 1.4 до 3 %, содержание карбонатов не превышало 1 %. В составе обменных оснований в равной степени представлены Ca^{2+} , Na^+ и K^+ , почва является среденатриевой.

Таким образом, за четыре десятилетия в пойме реки под влиянием хлоридных калиево-натриевых солей аллювиальные гумусовые глеевые и перегнойно-глеевые почвы трансформировались в солончаковые почвы и вторичные солончаки. В составе почвенных солей в значительной степени представлены Ca^{2+} и SO_4^{2-} , появился гипс. Эта трансформация солей, по-видимому, происходит при участии обменных процессов; кальций может быть вытеснен из почвенно-поглощающего комплекса с образованием гипса и карбонатов. По доле обменного Na^+ почвы являются средние и малонатриевыми, одновременно высокую долю от емкости поглощения занимает K^+ . Встречаются также кислые солончаки.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.З. Еремченко.

УДК 631.4

КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Ю. Полякова

ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
г. Ростов-на-Дону, Россия, yulya-polyakova-96@mail.ru

The article compares the quality indicators of grain varieties of winter wheat. Established a significant variation of the research parameters. The best grain quality found in «Chef» variety, which indicates a high adaptability to the soil and climatic conditions of the Rostov region.

Увеличение производства зерна и повышение его качества имеют большое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны. Особая роль отводится озимой пшенице как высокопродуктивной и ценной продовольственной культуре. Современные сорта озимой пшеницы обладают достаточно высокими потенциальными возможностями по урожайности. Но генетический потенциал высокопродуктивных сортов используется в производственных условиях на 30–50 %. Поэтому проблема сочетания высокого урожая с высоким качеством зерна остается одной из самых важных на сегодня.

Основным фактором, влияющим на качество зерна пшеницы, являются наследственные особенности сорта. Поэтому при выращивании данной культуры очень важно подбирать сорта с учетом районирования. Правильный выбор сорта определяет устойчивость озимой пшеницы в экстремальных погодных условиях и позволяет получить 20–25 % прироста урожая.

Целью исследований является изучение качества зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в южной зоне Ростовской области.

Исследования проведены в условиях полевого опыта на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Предшественник: пар. Объекты исследований – сорта озимой пшеницы.

Содержание белка, сырой клейковины, ИДК (индекс деформации клейковины), общую стекловидность определяли с использованием соответствующих ГОСТов (ГОСТ 10846-91 Зерно, ГОСТ 13586.1-68 Зерно, ГОСТ 10987-76 Зерно).

Содержание белка является одним из основных показателей качества зерна и муки. В условиях 2017 г. оно варьировало от 12.2 % до 15.8 % при среднем значении – 14.2 %. Между изучаемыми сортами была отмечена значительная разница по содержанию белка. Минимальное содержание белка выявлено у сорта Ермак, максимальное – у сорта Шеф. Из 15 исследуемых сортов 4 сорта (Дон 107, Видея, Кавалерка, Собербаш) имели содержание белка более 14.0 % и 3 сорта (Октава 15, Алиевич, Шеф) – более 15.0 %.

Содержание клейковины тесно коррелирует с белковостью зерна. По результатам исследований все изучаемые сорта можно отнести к ценным пшеницам по содержанию сырой клейковины (25.0–36.5 %) 2-ой группы качества.

Наибольшее значение ИДК выявлено у сорта Гром – 86 е.п., против 35 е.п. у стандартного сорта Дон 107.

Из всех анализируемых сортов самая высокая общая стекловидность зерна выявлена у сорта Шеф (72 %), а минимальный уровень этого показателя – у сорта Ермак (50 %).

Таким образом, наилучшее качество зерна было отмечено у сорта Шеф, что свидетельствует о его высокой адаптивности к почвенно-климатическим условиям Ростовской области. В соответствии с требованиями ГОСТ 52554 зерно сортов Шеф, Кавалерка, Алиевич можно отнести к 1 классу; сортов Гром, Видея, Герда, Донмира, Собербаш – 2 классу, а зерно всех остальных изучаемых сортов к 3 классу.

Работа рекомендована, д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПАСТБИЩНОЙ НАГРУЗКИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

А. Потапова, А.В. Бухонов, В.Н. Пинской

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, anastassia4272@gmail.ru

The study of changes in the soil cover of the dry steppe depending on the intensity of pasture was studied. It is established that intensive grazing of sheep leads to significant changes in the structure of the soil cover. Digression of vegetation causes the dominance of erosion and cortical solonets (about 30 %) in the soil areas with intensive grazing. Areas with minimal grazing occupier busy chestnut soils.

Деградация почвенного покрова в результате перевыпаса является одной из наиболее актуальных проблем современного природопользования. В данной работе будут представлены результаты исследований по изучению изменений свойств почвенного покрова сухостепной зоны в зависимости от интенсивности пастбищной нагрузки.

Объект исследования расположен в пределах сухостепной зоны Русской равнины. В геоморфологическом отношении район исследования приурочен к западному склону Ергенинской возвышенности (правый берег р. Джурак-Сал). Климат территории умеренно-континентальный со среднегодовым количеством осадков 350 мм. Почвенный покров представлен каштановыми почвами в комплексе с солонцами. В растительном покрове преобладают полынно-злаковые ассоциации.

Для изучения разнообразия почвенного покрова, и его изменения в зависимости от степени антропогенного воздействия, были изучены три ключевые площадки размером 20 на 20 метров каждая, расположенные на разном удалении от овцеводческого хозяйства и снижению степени пастбищной нагрузки.

В результате выполненных исследований было показано, что в зависимости от интенсивности пастбищной нагрузки, меняется и структура почвенного покрова пастбищ. Так, на территории с максимальной пастбищной нагрузкой (удаленность 200 м от овцеводческого хозяйства) в структуре почвенного покрова преобладают солонцы (60 %). При этом эродированные и корковые солонцы, приуроченные к вытянутым эрозионным понижениям, занимают около трети площади (35 %). На площадке, расположенной в 600 м от фермы, где пастбищная нагрузка выражена слабее, доля солонцов в почвенном покрове также преобладает (61 %), но при этом корковые солонцы занимают лишь 3 % от общей площади. На площадке с минимальной пастбищной нагрузкой (удаление 1300 м от хозяйства) в почвенном покрове доминируют каштановые почвы (97 %), отмечено небольшое пятно среднего солонца.

УДК: 633.1; 631.879.42

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА «ПОСПЕТА»
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В КФХ «ГОНЕЖУК» КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

П.А. Примак, А.С. Дурова
ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С.М. Кирова
ppollna@mail.ru

Нерациональное применение удобрений отрицательно сказывается на общей экологии сельскохозяйственных угодий, снижая плодородие почв и их ценность. В настоящий момент принят закон об органическом сельском хозяйстве, однако применение минеральных удобрений при выращивании органической продукции строго ограничено [1]. Один из путей решения проблемы – использование технологии вермикультивирования при производстве удобрений. Данная технология решает проблему утилизации и рециклинга органических отходов, а производимые удобрения повышают устойчивость растений, стимулируют их рост [2], а так же улучшают показатели почвенного плодородия.

В поставленном эксперименте объектом исследования служил препарат «Поспета», представляющий собой вытяжку из вермикомпоста, производимую по запатентованной технологии. Данный препарат был внедрен в производственный цикл КФХ «Гонежук» Краснодарского края. Расчет дозы внесения был произведен по данным агрохимического анализа почвы, выращиваемая культура – озимая пшеница. Норма внесения 80 л/га. В задачу эксперимента входило изучение влияния препарата «Поспета» на показатели качества зерна озимой пшеницы, согласно принятым нормативам (ГОСТ 10967-90 для органолептических показателей ГОСТ Р 54478, ГОСТ 54390-11, ГОСТ 54895-12, ГОСТ 54478, ГОСТ 10987-76 для показателей качества зерна).

За 2 дня до сбора были отобраны две средние пробы с каждой площадки (более 5 га каждая) и проведены лабораторные исследования качества зерна пшеницы (табл.).

Таблица. Влияние препарата «Поспета»
на показатели качества зерна озимой пшеницы.

Показатель	Контроль	С внесением препарата «Поспета»	НД на метод испытаний
Запах и цвет	Свойственный здоровому зерну	Свойственный здоровому зерну	ГОСТ 10967-90 ГОСТ 10967-90
Количество клейковины, %	14.9±1.3	19.1±1.3	ГОСТ Р 54478
Масса 1000 семян, г	41.8	40.4	ГОСТ 10842-89
Массовая доля белка на сухое вещество, %	10.1	11.4	ГОСТ Р 54390-11
Натура, г/л	785	796	ГОСТ Р 54395-12
Стекловидность, %	29	41	ГОСТ 10987-76

По органолептическим показателям различий между вариантами опыта не выявлено. Качественные показатели изменились: применение изучаемого препарата позволило повысить класс качества семян с 4-ого до 3-ого.

Общее влияние биоудобрения «Поспета» было положительным, поэтому для улучшения качества озимой пшеницы в условиях Краснодарского края целесообразно его использование. В связи с полученными

данными есть необходимость в дальнейшем изучении данного препарата на других видах сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Союз органического земледелия [электронный источник].
Ссылка: <https://soz.bio/>

2. Трещенко Н.Н., Бубина А.Б., «Микробиологические механизмы формирования системной неспецифической устойчивости у растений под воздействием вермикомпоста» Защита растений № 1., с. 46–52, 2010.

Работа рекомендована к.с.-х.н., зав. каф. почвоведения и лесных культур Ю.И. Даниловым.

СРАВНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ И УРБОСТРАТОЗЕМОВ г. РОСТОВ-НА-ДОНУ И ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

А.С. Романова, Г.М. Таштанова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, annrom@sfedu.ru

In urban areas, many soil indicators are changing. Microbiological indicators play a special role. The objects of the research are soil layers from urban and the Botanical garden areas. The research results showed that a large amount of lead contained in the Botanical garden soils showed a negative influence of heavy metals on the microbiological fiber decomposition intensity. In urbostratozem contaminated with lead cellulosolytic activity is higher.

Актуальность. В условиях города изменяются многие почвенные показатели, в том числе и биологические. Среди биологических показателей особое место в мониторинге почв занимают микробиологические, поскольку микрофлора чутко реагирует на любые воздействия изменением численности и качественным составом. Такой фактор, как эффективность разложения целлюлозы, показывает не только способность почвы к переработке органического вещества и характеризует интенсивность круговорота питательных веществ [1], но и позволяет оценить влияние отдельных компонентов почвы на указанные процессы [2].

Объектами исследования послужили 12 горизонтов из 2 полно-профильных почвенных разрезов, представленных урбостратоземом на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном среднегумусированном и урбостратоземе (реплантоземе) соответственно. Для изучения почв Ботанического сада ЮФУ были отобраны горизонты А1 4 полно-

профильных разрезов, представленных черноземами миграционно-сегрегационными среднегумусированными карбонатными.

Для определения интенсивности разложения целлюлозы использовался аппликационный метод. Активности целлюлозоразлагающих бактерий, *Azotobacter* [3] были соотнесены с концентрацией подвижной кислоторастворимой формы свинца, установленной методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Почва Ботанического сада загрязнялась разными дозами свинца в лабораторных условиях искусственно. Урбопочвы содержали свинец как следствие урботехногенного воздействия.

По результатам исследования обнаружилось, что в почвах Ботанического сада высокое содержание свинца выявило отрицательное действие тяжелых металлов на интенсивность микробиологического разрушения целлюлозы. Причем уже при низком уровне загрязнения степень разложения целлюлозы снижается примерно до 0. В урбопочвах, загрязненных свинцом, целлюлозолитическая активность оказалась выше: наблюдается графическая положительная корреляция между содержанием свинца и степенью разложения целлюлозы. Зависимость активности целлюлозолитических бактерий от степени загрязнения почвы свинцом требует дальнейших исследований, так как возможно, что и в активизации бактерий, разрушающих целлюлозу, и в подавлении их активности могли сыграть роль какие-то другие стимуляторы или токсиканты. Активность *Azotobacter* не зависела от концентрации свинца и составляла 100 % во всех вариантах опыта.

Литература

1. Swift M.J. Decomposition in terrestrial ecosystems / M.J. Swift, O.W. Heal, J.M. Anderson. – Oxford: Blackwell Scientific. – 1979. – 420 p.
2. Berg B., Karenlampi L., Veum A.K. Comparisons of decomposition rates measured by means of cellulose // Fennoscandian tundra ecosystems. Part 1. Plants and microorganisms, edited by F.E. Wielgolaski. – Berlin: Springer. – 1975. – P. 261–267.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону, 2012. 261 с.

Исследование выполнено в рамках инициативного научного проекта базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр 6.6222.2017/БЧ) с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ СЕРВИСОВ
АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ НОВОЙ МОСКВЫ

О.Н. Ромзайкина

Российский университет дружбы народов, г. Москва, olrom92@mail.ru

Our study aimed to assess anthropogenic impacts on urban soils' functions and ecosystem services in New Moscow, Russia. The soil survey was covered 5 land use types: new (after 2012) and old (1960–1980) residential areas, new and old recreational zones and background territory. We considered land use dynamics, sealing, soil types map and the key soil physical and chemical features: texture, bulk density, a content of nutrients and organic carbon, pH_{H_2O} , and heavy metals' contents. The results were processed using geostatistical methods in the R studio and QGIS 2.18 software.

Актуальность и постановка проблемы. Интенсивный рост населения и повышение уровня жизни приводят к активному развитию и быстрому расширению городов. Свойства, компоненты и функции городских экосистем значительно отличаются от их природных аналогов. Компоненты городской экосистемы постоянно испытывают антропогенное воздействие, в свою очередь, именно от их качества зависит экологическое состояние городской среды и здоровье жителей. Городские почвы являются одним из таких ключевых компонентов. Они обеспечивают важные экосистемные сервисы, такие как очистку поверхностных и подземных вод, нейтрализацию загрязняющих веществ и поддерживают рост и развитие растительности. Городские почвы часто оказываются под воздействием биологического и химического загрязнения, запечатывания, смешивания и перемещения материнской породы и искусственных материалов при строительстве. Прямое антропогенное воздействие на городские почвы может привести к серьезным последствиям для запасов углерода. Поэтому устойчивость и нейтрализация загрязнения являются ключевыми функциями городской почвы.

Целью данного исследования является оценка зависимости свойств городских почв и выполняемых ими экосистемных сервисов от интенсивности антропогенного воздействия на примере территории Новой Москвы.

Объекты и методы исследования. В ходе исследования были проанализированы 265 почвенных образцов, отобранных по горизонтам на глубину 50 см на территории 9 населенных пунктов и естественных ландшафтов Новой Москвы (Троицкий и Новомосковский административный округ) в 2018 году. Чтобы оценить временную динамику воз-

действия урбанизации на свойства почвы и сравнить ее с естественными аналогами, были выделены 5 категорий землепользования для отбора: новые (после 2012 года) и старые (1960–1980 гг.) селитебные зоны, новые и старые рекреационные зоны и фоновые ландшафты.

Для оценки реализации почвенных функций были рассмотрены пространственная динамика землепользования, запечатанность, распределение типов почв по территории округа, а также основные физические и химические свойства почвы: гранулометрический состав, плотность, содержание питательных веществ и органического углерода, кислотность и содержание тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Hg, Mn).

Результаты были обработаны с использованием геостатистических методов программы R Studio и программного обеспечения QGIS 2.18 для анализа распределения загрязняющих веществ и их нейтрализации, запасов почвенного углерода и поддержания плодородия с целью обеспечения планирования функционального зонирования Троицкого и Новомосковского административного округа. На завершающей стадии исследования была проведена оценка зависимости запасов почвенного углерода от загрязнения.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ № 18-35-20052 мол_a_вед.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем Аграрно-технологического института РУДН В.И. Васеневым.

УДК 631.4

КОЛОНИЗАЦИЯ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ АЛЬПИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ ГРИБАМИ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ

Р.В. Сабирова

Факультет почвоведения, Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, sabirova.rida29@mail.ru

Arbuscular mycorrhizal (AM) fungi make a considerable contribution to the plant nutrition. It's especially important for nutrient poor-quality alpine ecosystems. Numerous studies show the specificity of 16:1ω5 fatty acid marker for AM fungi. The concentration of 16:1ω5 was measured by gas chromatography-mass spectrometry method (PLFA analysis). Hence, it was noticed that alpine plant roots could be colonized actively by AM fungi in nutrient poor conditions. Conversely, the decline in the level of the mycorrhization in far richer habitats and nutrient conditions (fertilizers application) can be observed.

Горные альпийские почвы характеризуются низким содержанием питательных элементов, и поэтому растения высокогорных местообитаний нуждаются в дополнительных способах получения питательных веществ. Известно, что арбускулярная микориза (АМ) вносит большой вклад в питание растений, увеличивает их сопротивляемость болезням и неблагоприятным факторам среды [1]. Однако данных о микоризе в корнях растений высокогорных местообитаний недостаточно. Многие жирные кислоты (ЖК) из состава фосфолипидов являются маркерами микроорганизмов. Многочисленные исследования показали, что ЖК 16:1 ω 5 специфична для грибов, образующих АМ [3]. Эта кислота встречается также у некоторых родов бактерий [2], что может затруднить интерпретацию результатов анализа ЖК в почвах. Однако ЖК 16:1 ω 5 позволяет достаточно точно оценить биомассу АМ грибов в корнях растений, где не может быть большого количества бактерий. Поэтому мы оценили и сравнили содержание маркера 16:1 ω 5 в корнях растений альпийских экосистем при разной доступности элементов минерального питания.

Анализировали корни растений альпийской лишайниковой пустоши (АЛП), пестроовсяницевого луга (ПЛ), гераниево-копеечникакового луга (ГКЛ) и альпийского ковра (АК). В течение 18 лет в почву ежегодно вносили азот мочевины (9 мг/м² в год), фосфор суперфосфата (2.5 мг/м² в год), сумму азота и фосфора и 1 раз в 3 года вносили гашеную известь Ca(OH)₂. Для исследования были отобраны корни следующих видов растений: *Trifolium polyphyllum*, *Campanula tridentate*, *Festuca ovina*, *Carex umbrosa*, *Carex atrata*, *Anemone speciose*, *Ranunculus oreophilus*, *Nardus stricta*, *Leontodon hispidus*, *Taraxacum confusum*, *Matricaria caucasica*, *Phleum alpinum*, *Geranium gymnocaulon*, *Vaccinium vitis-idaea*. Корни индивидуальных видов растений отмывали из почвенных монолитов и анализировали методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии после кислотного метанолиза (обработка образца 1 М HCl в метаноле), переводящего жирные кислоты из состава липидов в их метиловые эфиры, и последующей экстракции гексаном [4]. Разделение ЖК проводилось в кварцевой капиллярной колонке (HP-5 ms), анализ – в динамическом режиме на масс-спектрометре Shimadzu QP-2000.

В корнях растений АЛП концентрация маркера оказалась наибольшей (в среднем 975 мкг/г). Это закономерно, т.к. почва АЛП характеризуется наиболее низкими концентрациями лабильных форм азота и фосфора, и растения активно используют микоризный симбиоз для своего минерального питания. В корнях растений других сообществ средние значения концентрации маркера были на порядок меньшими и

колебались от 50 до 123 мкг/г. При сравнении отдельных видов растений было обнаружено наибольшее содержание маркера в корнях *Anemone speciosa* и *Campanula tridentate* (3291 и 2623 мкг/г соответственно). В корнях *Carex umbrosa* в сообществе АЛП также был обнаружен маркер 16:1 ω 5, хотя представители семейства *Cyperaceae* обычно микоризу не образуют. В этом случае концентрация 16:1 ω 5 составила 108 мкг/г, что сравнимо с концентрацией маркера в корнях микоризообразующих видов в других сообществах. В корнях *Carex atrata* в сообществах ПЛ и ГКЛ содержание 16:1 ω 5 составило всего 20 и 8 мкг/г соответственно, что свидетельствует о низком уровне микоризации корней осоки при повышении доступности элементов минерального питания в наиболее богатых сообществах. Внесение удобрений привело к снижению концентрации 16:1 ω 5 в корнях всех видов растений (кроме *Trifolium polyphyllum* и *Festuca ovina*) на всех вариантах, особенно при одновременном внесении азота и фосфора. Таким образом, при низкой доступности элементов минерального питания корни альпийских растений активно колонизируются АМ грибами, а при улучшении условий минерального питания микоризация уменьшается.

Литература

1. Brundrett M. Mycorrhizas in Natural Ecosystems // Adv. Ecol. Res. 21. 1991. P. 171–313.
2. Frostegård Å., Tunlid A., Bååth E. Use and misuse of PLFA measurements in soils // Soil Biology & Biochemistry xxx. 2010. P. 1–5.
3. Olsson P.A. Signature fatty acids provide tools for de-termination of the distribution and interactions of mycorrhizal fungi in soil // FEMS Microbiology Ecology. 29. 1999 P. 303–310.
4. Verkhovtseva N.V. et al. Comparative investigation of vermicompost microbial communities / G.A. Osipov, T.N. Bolyseva et al. // Microbiology of Composting. 2002. P. 99–108.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 16-14-10208).

Работа рекомендована д.б.н., проф. М.И. Макаровым.

ОПИСАНИЕ РАЗВИТИЯ БИОМАССЫ КАРТОФЕЛЯ
НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

И.А. Серёгин

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, iv.seryogin2018@yandex.ru

The paper presents the results of measuring the parameters of plant biomass growth and development during potato growing season. The influence of agricultural technologies with traditional (plowing) and minimal processing, as well as potato varieties on their biomass parameters and yield was studied. The analysis of main nutrients distribution in the arable horizon has been done with assessment of the relationship between them and the potato biomass parameters.

Агроэкологическое моделирование продукционного процесса предусматривает установление количественных закономерностей влияния основных регулирующих факторов на рост и развитие биомассы выращиваемых культур.

В условиях Центрального региона России к наиболее прибыльным культурам относится картофель. Агроэкологические особенности исследовались нами на агроэкологическом стационаре в опыте Центра Точного Земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

В качестве регулирующих факторов рассматривались сорт картофеля («Голубизна» и «Ресурс») и система обработки (отвальная и минимальная). Для четырех фенологических фаз развития картофеля (прорастания ботвы, нарастания ботвы, бутонизации, цветения) на 24 фиксированных площадках измерялись высота растений, число стеблей на 1 м^2 и площадь проективного покрытия. Урожайность картофеля учитывалась поделочно. Через 3 дня после посадки картофеля были отобраны в тех же 24 точках почвенные образцы с пахотного горизонта. В образцах были определены подвижный фосфор и калий (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО в соответствии с ГОСТ 54650-2011) и нитратный азот (ГОСТ 26488-85 по методу ЦИНАО).

Исследования показали, что развитие биомассы картофеля во времени в среднем происходило линейно. Увеличение проективного покрытия зависело от количества дней после посадки с высокими коэффициентами детерминации (R^2 от 0.995 до 0.999). Содержание основных элементов питания в пахотном горизонте исследуемых почв колебалось от 6 до 34 мг/кг для нитратного азота, от 50 до 140 мг/кг для подвижного фосфора и от 50 до 220 мг/кг для подвижного калия. Выявлены умеренные зависимости высоты растений картофеля от содержания по-

движного калия ($R = 0.47$) и проективного покрытия от содержания нитратного азота ($R = 0.46$).

Высота, проективное покрытие и густота растений оказались выше на отвальной обработке по сравнению с минимальной. По высоте растений разница варьирует, в среднем, от 1.4 см до 4.9 см, максимальное различие проективного покрытия составило 11.5 %. Урожайность сорта «Ресурс» оказалась в среднем на 14.1 т/га выше урожайности сорта «Голубизна» (соответственно, 35.8–30.7 т/га и 20.5–17.6 т/га). В вариантах с применением отвальной агротехнологии урожайность картофеля оказалась в среднем на 3.9 т/га выше, чем в вариантах с минимальной обработкой.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васенёвым и к.с.-х.н., доц. Ю.Л. Мешалкиной.

УДК 631.41

АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОВСЯНИЦЕ КРАСНОЙ В ПОЛЕВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ПУСТОШЕЙ

М.А. Синичкина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
sinimaya98@gmail.com

The effect of potassium humates and biochar on the stabilization of heavy metals in the soil and their uptake by plants was investigated in a short-term field experiments on remediation of industrial barrens near the mining-metallurgical complex «Severonickel». The application of potassium humates (1 %) reduces the content of heavy metals in the roots and shoots of *Festuca rubra*. The application of biochar (0.5 and 1 %) improves plant nutrition, but does not significantly affect the concentrations of Ni and Cu. The use of biochar requires further research.

Проблема загрязнения окружающей среды весьма актуальна для Кольский полуострова, где расположены ГМК «Североникель» и «Печенганикель», которые являются крупнейшими в Северной Европе источниками выбросов серы и тяжелых металлов. Воздействие выбросов привело к нарушению растительного покрова и формированию техногенных пустошей. Для ремедиации загрязненных территорий может быть перспективно применение органических веществ, которые способствуют улучшению почвенного плодородия и иммобилизации тяжелых металлов. Цель исследования – сравнительный анализ влияния гуматов калия и древесного угля (биоугля, biochar) на поглощение металлов Овсяницей красной (*Festuca rubra* L.).

Полевой эксперимент проводили на техногенных пустошах вблизи комбината «Североникель». Почвенный покров исследуемой территории представлен иллювиально-железистым химически загрязнённым подзолом на моренных отложениях в 5 км от комбината и хемоземом, загрязнённом Cu и Ni по подзолу иллювиально-железистому, на моренных отложениях в 3 км от комбината. На опытные участки были внесены: биоуголь (0.5 % и 1 % от массы почвы) и гуматы калия (0.5 % от массы почвы), также заложен контрольный участок. Эксперимент проводили в течение 3 месяцев. Содержание элементов питания и загрязняющих металлов в побегах и корнях овсяницы определяли после сжигания растений в концентрированной азотной кислоте с добавлением пероксида водорода при температуре 150 °С методом масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой (ICP MS).

Согласно полученным результатам применение гуматов калия способствует снижению концентраций в растениях основных поллютантов – меди и никеля (рис.), особенно их поступлению в побеги. Действие гуматов калия обусловлено процессами сорбции и образования комплексных соединений с тяжелыми металлами. Внесение биоугля, согласно полученным данным, не приводит к существенным изменениям концентраций металлов-загрязнителей в растениях. Отсутствие положительного эффекта от применения биоугля может быть связано с качеством используемого материала, в первую очередь со степенью его дисперсности, а также непродолжительным периодом воздействия. Использование биоугля как сорбента тяжелых металлов при восстановлении загрязнённых территорий требует дальнейшего исследования.

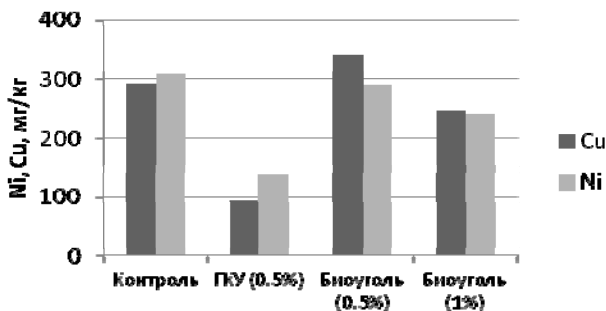


Рисунок. Содержание меди и никеля в побегах овсяницы красной на участке в 5 км от комбината.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-04-01028.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.Н. Копчик.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ
ПРИ ПАСТБИЩНОЙ НАГРУЗКЕ В РИЦИНСКОМ РЕЛИКТОВОМ
НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (РЕСПУБЛИКА АБХАЗИЯ)

Е.А. Скобликова

Иркутский государственный университет, elizskoblik98@mail.ru

This work is devoted to determination of influence driving cattle to pasture in soil properties. For this two pilot sites were lid by the staff earlier on which potting cattle out to grass had been stopped during three years. Soil samples within these sites and beyond them were taken for fur they research. It was revealed that soil pH was acidic and ranges from 4.75 to 5.80. Restoration of natural kinds of plants, increasing of total carbon and decreasing soil density were noted. All this indicates a rapid restoration of soil in the conditions of humid subtropical climate.

Рицинский реликтовый национальный парк (РРНП) появился в 1996 году на замену бывшему Ричинскому заповеднику. Сегодня РРНП занимает территорию в 39 тыс. га и главной целью парка является сохранение и рациональное использование природных богатств региона. Однако, еще задолго до появления статуса особо охраняемой природной территории, все доступные луга активно использовались под пастбища. В настоящее время, в связи с высокими пастбищными нагрузками на участках традиционного природопользования РРНП отмечается деградация и обеднение растительного покрова, происходит уплотнение поверхности почв, что влияет на свойства верхних горизонтов почв.

Для определения влияния выпаса на свойства почв сотрудники РРНП заложили 2 экспериментальные площадки, которые были огорожены, на них было прекращено пастбищное воздействие в течение 3 лет. Стоит отметить, что на огороженных участках за время проведения эксперимента произошло значительное изменение растительного покрова, появились виды, которые при активной пастбищной нагрузке исчезли из структуры фитоценозов на некоторые свойства почв. Летом 2018 года с этих площадок и за их пределами были взяты образцы почв для дальнейших исследований. В почвенных образцах определялись плотность, влажность, структура почв, pH водной суспензии и содержание общего углерода.

Целью данной работы является оценка влияния выпаса домашних животных на некоторые свойства почв.

На изученных участках почвы представлены литоземами грубогумусовыми на делювиальных отложениях. Верхний горизонт представляет собой темно-бурый или буро-черный горизонт, сильно пронизанный корнями и содержащий большое количество измельченного органического материала, перемешанного с минеральной частью. Нижние горизонты сильнощебнистые, хорошо прокрашены гумусовым веществом, с прослойками погребенных грубогумусовых горизонтов.

Прекращение нагрузки в течение 3-х лет не оказало значительно-го влияния на структуру почв их влажность.

рН почв кислая и колеблется от 4.75 до 5.80, отмечается уменьшение значений рН при прекращении пастбищной нагрузки. Это может быть связано с прекращением поступления в почву жидких экскрементов домашних животных, которая, например, у крупного рогатого скота имеет рН близкую в 7.7. Отмечается увеличение содержания общего углерода с 12.1 % до 12.9 % на 1 площадке и с 13.8 % до 14.6 % на 2 экспериментальной площадке.

Заметные изменения наблюдаются в плотности почв – на одной из экспериментальных площадок плотность почвы уменьшилась больше, чем на 1 г/см³. На второй площадке изменения на 0.3 г/см³.

Таким образом, эксперимент показал, что даже за 3 года после прекращения пастбищных нагрузок могут измениться почвенные свойства, например, такие как рН, плотность почв и их гумусированность. Все это может свидетельствовать о достаточно высокой скорости восстановления почвенного плодородия на этих почвах в условиях влажного субтропического климата.

Работа рекомендована ст. преп. каф. почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ С.Л. Куклиной.

УДК 631.417.7; 631.423.4

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЮЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА УРЕАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

А.А. Слобода, Э.В. Швакова

Северный Арктический федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, sloboda.iepn@yandex.ru

Under a laboratory experiment some data have been obtained on the accumulation of oil and oil products by the soil and the decrease of its urease activity. Consequences of contamination of an soil with oil and oil products

depend on the pollutant nature, content, and distribution in the soil and on the duration of contamination and temperature conditions.

Одной из наиболее тяжелых экологических проблем, является загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Поступая в почву, они нарушают ее химические и физические свойства, ухудшают биологические свойства – уменьшаются интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов и т.д. В результате почва становится неспособной выполнять экологические функции.

Поскольку в настоящее время расширение площадей добычи углеводородного сырья осуществляется в основном за счет наиболее экологически «неустойчивых» северных территорий России, оценка воздействия данных поллютантов на природную среду этих районов очень актуальна.

Главная цель настоящей работы – исследовать влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на уязвимую активность почв при различных температурных режимах.

В качестве объекта исследования использован смешанный образец почвы, отобранный из разреза с глубины 1–20 см, на прибрежной части о. Гукера (архипелаг Земля Франца-Иосифа). Исследуемую почву в воздушно-сухом состоянии увлажняли дистиллированной водой до 60 % от полной влагоемкости. Для оценки влияния нефтяного загрязнения на уязвимую активность почвы в лабораторных условиях были заложены опытные варианты: 1. внесение 1 % нефти от массы почвы; 2. внесение 1 % дизельного топлива от массы почвы; 3. незагрязненная почва (контроль). Нефть и дизельное топливо вносили вместе с водой при увлажнении почвы и тщательно перемешивали. Каждый опытный вариант инкубировали при различных температурных условиях – $+20 \pm 2$ °C, $+6$ °C и при -18 °C. В течение опыта влажность поддерживали в пределах 50–60 % от полной влагоемкости. Определение уязвимой активности проводилось по методу И.Н. Ромейко и С.М. Малинской (в мг N-NH_4^+ на 100 г почвы за 3 часа) каждую неделю на протяжении трех месяцев.

Полученные результаты показывают, что на протяжении трех месяцев уязвимая активность почвы в контроле при комнатной температуре находилась в пределе 25–26 мг N-NH_4^+ , в то же время при температуре $+6$ °C она уже через 1 неделю резко упала и уже не поднималась выше отметки 2.5 мг N-NH_4^+ , а при температуре -18 °C находилась в пределе 7–11 мг N-NH_4^+ .

Загрязнение нефтью и дизельным топливом, также показывает сильное угнетающее действие на уреазную активность почвы, при чем оно более выражено в обоих случаях при температуре +6 °C (1–5 мг N-NH₄⁺), чем при температуре –18 °C (5–11 мг N-NH₄⁺) или при комнатной температуре (7–9 мг N-NH₄⁺). При этом дизельное топливо оказывает более чем в 2 раза более сильное ингибирующее действие на уреазную активность почвы.

Можно предположить, что попадая в почву, нефть и дизельное топливо обволакивают частицы почвы, тем самым уменьшают воздухопроницаемость и создают анаэробные условия, затрудняющие активность уреазы.

Работа рекомендована к.п.н., доц. Э.В. Шваковой.

УДК 123.456:789"1234

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ПИТАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Н.Е. Соловьева

Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева, nurguyana.s@mail.ru

In field experiments conducted at the field experimental station of the RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in 2016–2017, it was found that when developing an optimal regime nutrition of brewing barley plants, it is necessary to ensure the level of their phosphorus-potassium nutrition in terms of the potential yield of the variety, and the nitrogen dose at a level that is sufficient to realize the potential grain productivity of plants, but with moderate accumulation of proteins in the grain, not exceeding regulatory requirements.

Важнейшим фактором получения достаточного количества сырья для пивоваренного производства является внедрение отечественных сортов ячменя, способных давать устойчивые урожаи зерна с высокими показателями качества в условиях экстремального земледелия большинства сельскохозяйственных регионов нашей страны. В связи с этим разрабатываются технологии выращивания пивоваренного ячменя, которые включают оптимизацию режима питания растений с целью формирования высоких урожаев зерна и улучшения его технологических свойств.

Целью наших исследований являлось выяснение влияния режима питания растений на формирование урожая, состав азотистых веществ и качество зерна пивоваренного ячменя при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

В полевых опытах, проведенных на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2016–2017 гг., установлено, что при повышении уровня азотного питания возрастают зерновая продуктивность растений (на 18–44 %), масса зерен, общее содержание в зерне белков и концентрация гордеинов, активность α -амилаз и каталазы, но понижается натура зерна, содержание в зерне водорастворимых белков, глобулинов, неэкстрагируемых белков и активность β -амилаз, отмечается тенденция снижения показателя экстрактивности зерна. Основные показатели, снижающие пивоваренные свойства зерна ячменя при увеличении доз вносимого азота, – повышение белковистости зерна (более 12 %), а также уменьшение содержания в зерне водорастворимых белков и показателя экстрактивности зерна. В наибольшей степени эти показатели ухудшаются от внесения повышенных доз азота 120–150 кг/га.

Таким образом, в ходе этих исследований выяснено, что при разработке оптимального режима питания растений пивоваренного ячменя необходимо обеспечивать уровень их фосфорно-калийного питания в расчёте на потенциальную урожайность сорта, а дозы азота на таком уровне, который достаточен для реализации потенциальной зерновой продуктивности растений, но с умеренным накоплением в зерне белков, не превышающем нормативные требования.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.Н. Новиковым.

УДК 631.474

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРБАНИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ НОВОЙ МОСКВЫ

Е.А. Тарасова

Российский университет дружбы народов, г. Москва,
mail_box_ekaterina@mail.ru

In this article we analyse the problem of urbanization in cities on the example of New Moscow. To predict the consequences of urbanization on the territory of New Moscow by 2035, maps of 1981, 2016 and 2035 were examined and the main land use changes were identified. On the basis of data on the land use change in the pair of 1981–2016 and on the chemical and physical analyses the forecasts of the most favourable changes to 2035 were made.

Зачастую, в развивающихся странах численность населения в крупных городах превосходит возможности размещения жителей, мегаполисы не справляются с большим притоком людей. Развитие городов происходит за счет прироста близлежащих к ним территорий. В последние десятилетия, увеличение населения в городах оказалось настолько быстрым, что экологическая обстановка многих городов мира уже не может удовлетворить биологические и социальные потребности человека. Крупный город изменяет почти все компоненты природной среды – атмосферу, растительность, почву, рельеф, гидрографическую сеть, подземные воды, грунты и даже климат. Процесс урбанизации сопровождается преобразованием ландшафта, запечатыванием территорий, массовым производством отходов, поступающих в атмосферу, водные и наземные ресурсы. В связи с образованием новых поселений на месте естественных ландшафтов, свойства и функции почв претерпевают изменения. Городские почвы отличаются от фоновых по биологическим и физико-химическим свойствам, а также по выполняемым экологическим функциям. Прогнозирование последствий урбанизации является важным исследованием для привлечения внимания при решении экологических проблем, возникающих в мегаполисах, которые могут негативно сказываться на устойчивости экосистем. Поэтому анализ этих процессов поможет привнести сбалансированный характер урбанизации, обеспечивающий равновесие между социальными и экологическими потребностями человека.

Новая Москва – уникальный пример быстрой урбанизации на значительной территории, основные направления которой установлены законодательно. Это дает редкую возможность достаточно точно спрогнозировать изменения качества почв в результате урбанизации. Работа по созданию инфраструктуры в Новой Москве уже идёт не первый год, но на полное освоение территории уйдет большое количество времени. В связи с изменением вида землепользования на территории Новой Москвы, появляется необходимость проведения анализа для дальнейшего рационального использования данных земель.

Для того чтобы проанализировать экологические последствия урбанизации, были составлены пары точек для каждого земельного участка, исходя из данных землепользования 1981, 2016 и 2035 годов. В программе QGIS были изучены все данные карт за эти периоды, путем наложения друг на друга. Были выделены точки исследования, на основании которых составлялись пары 1980–2016 и 2016–2035, имеющие одинаковые исходные данные и одинаковые данные об использовании территории. Таким образом, для закладки были выбраны такие точки пе-

перехода землепользования, как жилая застройка, садовое товарищество, селитебная зона; для леса – жилая застройка, селитебная зона и лес; для луга был найден только один переход – жилая застройка; для пашни – жилая застройка, садовое товарищество, селитебная зона; для производственной зоны был также найден только один переход – в селитебную зону. Отбор производился производился на глубину до 150 см. Отобранные образцы исследовались на плотность, солевой pH, содержание в почве P_2O_5 , K_2O , NH_4^+ , NO_3^- , $C_{орг}$.

С учетом полученных данных были спрогнозированы наиболее благоприятные переходы землепользования. Для залежи лучшим вариантом является переход в садовое товарищество или в жилую застройку. Для леса – переход в рекреацию. Луговые территории имеют низкие значения фосфора и азота, поэтому для оптимизации этой территории необходимо внесение удобрений. Производственные территории имеют самые низкие значения микроэлементов, поэтому они наиболее затрудненные для окультуривания.

Работа рекомендована к.б.н., PhD, доц. департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем В.И. Васеневым.

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА BIO-ДОН НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ

Г.М. Таштанова, А.С. Романова, К.А. Болоха, М.Н. Дубинина
Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии имени Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия,
ksenia.chernorizova@yandex.ru

The article aims to consider the impact of the humic preparation Bio-Don on the structural state of the soil. As a result of the analysis, it was found that the water resistance of the fractions gradually decreases. The main reasons for this are the mechanical destruction of aggregates and soil compaction in the wet state.

Структура пахотного горизонта определяет важные свойства почв: устойчивость к действию отрицательных факторов окружающей среды, потенциальное и эффективное плодородие. Поэтому, изучение структурообразования представляет большую ценность для выработки рекомендаций по охране окружающей среды и восстановлению плодородия почв

Цель данной работы состояла в определении воздействия гуминового препарата ВЮ-Дон на структурообразование чернозема обыкновенного карбонатного.

Исследуемый биопрепарат ВЮ-Дон – гуминовое удобрение, которое получают путём щелочной экстракции из вермикомпоста. Он обладает слабощелочной реакцией и содержит 2–4 г/л гуминовых веществ [2]. В процессе работы мы использовали метод сухого и мокрого просеивания по Н.И. Савиннову. По таблице С.И. Долгова и П.У. Бахтина «Оценка структурного состояния почвы» было оценено структурное состояние почвы всех вариантов модельного опыта [1].

Для выявления влияния препарата закладывался опыт, который включал в себя 3 варианта в трехкратной повторности с тремя сроками отбора. Схема эксперимента представляла собой: 1. структурную почву с увлажнением; 2. обесструктуренную с увлажнением; 3. обесструктуренную с увлажнением и внесением гуминового препарата ВЮ-Дон. Отбор образцов производился через 2, 4 и 6 недель после закладки опыта.

В ходе исследования было установлено, что первыми стадиями структурообразования является образование агрономически не ценной (>10 мм) структуры почвы, что объясняется минеральной составляющей черноземов. Однако, в варианте обесструктуренная почва (<0.25 мм) + ВЮ-Дон, наблюдалось равномерное распределение новообразованных агрегатов по всем фракциям. Водопрочность фракций постепенно уменьшается, основными причинами этого являются механическое разрушение агрегатов и уплотнение почвы во влажном состоянии, а также, возможно, из-за прекращения поступления свежего органического вещества и, как следствие, снижение биологической активности.

Литература

1. Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Высшая школа, 1965. 324 с.
2. Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горовцов А.В., Лыхман В.А., Шимко А.Е., Бондарева А.М., Захарова И.А. Влияние гуминового удобрения ВЮ-Дон на качество зерна мягкой озимой пшеницы ДонЭко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 171–173.

Рекомендовала д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

ОЦЕНКА АГРОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Р. Тимофеева

ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева,
г. Санкт-Петербург, tima204@yandex.ru

Почва определяет сельскохозяйственную ценность территории и является основой для агроресурсного потенциала.

Агроресурсный потенциал почв (АПП) – это показатель потенциальной способности почв обеспечивать тот или иной уровень продуктивности сельскохозяйственных растений. АПП зависит от свойств и режимов почвы, определяющих ее плодородие.

Для расчета агроресурсного потенциала почв Ленинградской области использовалась цифровая почвенная карта Ленинградской области масштаба 1:200 000, а также требования к почве сельскохозяйственных культур. На карте было выделено 48 преобладающих подтипов почв, в том числе 32 естественные почвы и 16 агропочв. В работе не учитывались подтипы с незначительной площадью. Из почвенных ресурсов исключались все непочвенные образования, территории с разрушенным почвенным покровом и находящиеся под автомагистралями.

В работе оценивался удельный агроресурсный потенциал (РуАПП) и общий агроресурсный потенциал (РАПП) [НИР № 0671-2014-0002].

Расчет РуАПП (потенциал, рассчитанный на единицу площади) проводился в 2 этапа по закрытой шкале от 0 до 100 баллов. Первый этап – группировка почв по пригодности в земледелии. Критерии данного порядка показывают, существует ли у почвы ограничения для ведения сельского хозяйства. По набору оценочных параметров, таких как рН, мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, тип гумуса, ЕКО, обеспеченность элементами питания, степень дренированности, выделили 5 групп с ранжированием в 25 баллов. При этом балльная оценка 100-76 – приводится относительно агропочв, остальные группы характерны для естественных почв.

Второй этап – в пределах каждой группы вводятся поправки на базовый балл РуАПП группы почв (по степени пригодности).

Оценка РАПП характеризует ёмкость ресурсного потенциала почвы, рассчитывается как доля площади занимаемой почвенной разностью от всей площади почвенного покрова региона.

Таким образом, рассчитав удельный и общий агроресурсный потенциал почв Ленинградской области можно сделать следующие выводы:

1. Высокий удельный потенциал естественных почв свойственен почвам, которые потенциально пригодны для земледелия – хорошо дренируемые почвы, обеспеченные гумусом и элементами питания, имеющие слабокислую или нейтральную реакцию среды с оптимальными значениями ЕКО. К таким почвам относятся – карболитозем темногумусовый типичный, дерново-подзолистая остаточно карбонатная, бурозем темный (оподзоленный).

2. Согласно группировке агроресурсного потенциала по пригодности к земледелию агропочвы отнесены к группе – полностью пригодным почвам. Максимальное значение (100 баллов) удельного потенциала имеют: агрозем текстурно-дифференцированный типичный, агротемногумусовая глинисто-иллювирированная, агротемногумусовая метаморфизированная.

3. Значительную площадь занимает торфяно-олиготрофная почва. Однако удельный и общий агроресурсный потенциал для данной почвы равен нулю, в связи с полной непригодностью для использования в сельском хозяйстве.

4. Высокие значения удельного агроресурсного потенциала естественных почв не соответствуют высоким значениям общего агроресурсного потенциала. Этот вывод показывает, что потенциально пригодные естественные почвы для земледелия уже вовлечены в сельское хозяйство.

5. Несмотря на высокий удельный потенциал, самые низкие баллы ресурсного потенциала имеют почвы, площадь которых минимальна

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.Ф. Апариным.

УДК 631.10

ВАЛОВОЙ СОСТАВ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

К.С. Титаренко, Г.А. Плахов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, titarenko@sfedu.ru

The article describes the elemental composition of Cambisol of the Maikop District of the Republic of Adygea. The regularities of the distribution of the total forms of the main chemical elements along the profile of Cambisol are revealed.

В настоящее время валовой химический состав бурых лесных почв мало изучен, но тем не менее он является важной генетической характеристикой почв. На нем основываются плодородие почв и их генезис.

В работе дана характеристика элементного состава бурой лесной почвы Майкопского района республики Адыгея. Выявлены закономерности распределения валовых форм основных химических элементов по профилю бурой лесной почвы. Валовой химический состав определялся на спектрометре рентгеновском кристалл-дифракционном вакуумном «Спектроскан МАКС-GV» (табл.).

Таблица. Валовой химический состав бурой лесной почвы.

Элемент	Значение				
	Ad	A	AB	Bt	BC
TiO ₂ (%)	1.12	1.19	1.16	1.05	1.02
V (ppm)	122.19	131.81	131.09	133.07	133.92
Cr (ppm)	123.06	96.55	102.81	130.34	132.54
MnO (ppm)	1348.21	972.34	1189.65	1667.48	1722.28
Fe ₂ O ₃ (%)	4.65	4.60	5.31	8.28	8.53
Co (ppm)	23.94	20.82	18.01	36.14	37.05
Ni (ppm)	36.93	41.25	46.72	78.33	86.49
Cu (ppm)	44.12	50.57	47.83	74.72	78.02
Zn (ppm)	74.26	83.46	85.20	113.08	120.06
Sr (ppm)	115.63	122.99	112.90	107.47	111.29
CaO (%)	0.61	0.56	0.57	0.67	0.69
Al ₂ O ₃ (%)	11.36	12.22	13.43	17.72	17.93
SiO ₂ (%)	71.85	73.00	70.69	61.45	61.10
P ₂ O ₅ (%)	0.16	0.13	0.11	0.12	0.14
K ₂ O (%)	1.78	1.79	1.88	2.18	2.18
MgO (%)	0.82	0.81	0.92	1.24	1.30

Исходя из полученных результатов видно, что накопление таких элементов, как Ca, Mg, K, Al, V, Zn, Co, Mn, Fe, Cr, Ni, Cu, приходится на горизонт BC. В горизонте A накапливается Si и Sr, а P в горизонте Ad. Валовой состав бурых лесных почв характеризуется некоторым увеличением содержания полуторных оксидов вниз по профилю и обогащением SiO₂ верхних горизонтов. Также данная почва характеризуется сиааллитной корой выветривания в верхних горизонтах и преобладанием аллитной ферраллитной в нижней части профиля. Также были вычислены коэффициенты выноса-накопления, который дает информацию

о процессах миграции всех компонентов валового состава. Сравнение велось с материнской породой, при этом условно принималось, что в материнской породе процессы выноса-накопления отсутствуют. В верхних горизонтах происходит интенсивный вынос, а в материнской породе отсутствие выноса-накопления. Исходя из результатов видно, что в горизонте Ad наблюдается аккумуляция кальция и магния, а в нижних вынос данных элементов. В горизонтах Ad, A, AB вынос интенсивный, так как $K = 0.5-0.75$. В горизонтах Bt и BC $K = 0.90-1.10$, что свидетельствуют о том, что вынос отсутствует.

Работа рекомендована асс. А.К. Шерстневым.

УДК 631.465

КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ п. СОЛОВЕЦКИЙ

К.В. Титова, А.А. Слобода

Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, ksyu_sev@mail.ru

This paper presents the results of the determination of catalase activity in 19 soil samples taken in the Solovetsky settlement area (Arkhangelsk region, Russian Federation). The average value of catalase activity amounted to 10 mg of H_2O_2 per 3 g in the range between 1 and 22 mg of H_2O_2 per 3 g. A significant relationship between this indicator, and the organic carbon content, as well as soil salinity was found. The lead content and the particle size distribution of soils had less impact on catalase activity. At the same time, lead concentrations were several times higher than the MCL (32 mg/kg).

Процессы превращения вещества и энергии, связанные с переработкой остатков органических веществ в почве, осуществляются в основном ферментными системами микроорганизмов. Закреплённые на почвенных частицах (иммобилизованные) ферменты обладают довольно высокой устойчивостью, благодаря чему, сравнительно долгое время остаётся неизменным почвенный метаболизм, важнейшими реакциями которого являются гидролиз крупных молекулы на составные части и окислительно-восстановительные реакции преобразования последних. Одним из окислительно-восстановительных ферментов в почве является каталаза. Её роль заключается в разрушении пероксида водорода, образующегося в процессе дыхания микроорганизмов и в процессе преобразования растительных остатков. Изменение уровня ферментативной активности в почве может служить показателем меняющихся условий почвообразования.

В данной работе исследована активность каталазы для образцов почв, отобранных в 2016 г. на территории п. Соловецкий. В настоящее время Соловецкий архипелаг включен в состав особо охраняемой территории со все увеличивающейся на него рекреационной нагрузкой. При этом остается недостаточным мониторинг и научное изучение природно-биологической среды Соловков.

Были заложены пять почвенных разрезов (19 образцов) на участках по периметру в пределах 50 м санитарно-защитной зоны вокруг небольшой АЗС п. Соловецкий и равноудаленно от нее. В почвенных профилях были выделены следующие горизонты: органогенный – подстилочно-торфяной, олиготрофно-торфянистый или перегнойный; гумусовый – грубогумусовый; элювиальный – подзолистый; срединный – альфегумусовый. Это обуславливало различие в их в гранулометрическом составе – содержание физической глины изменялось по профилю от 93 до 7 %. Значение рН водной вытяжки было также вариативно, но все исследованные образцы характеризовались по этому показателю как слабокислые (рН колеблется от 4.3 до 6.09), с некоторым увеличением к нижним горизонтам. Эти колебания можно связать с изменением содержания углерода органических соединений (ОВ) (от 49 до 0.6 %, среднее 17 %) (определено на базе ФИЦКИА УрО РАН Ивахновой Р.Б.).

Для определения активности каталазы использовалась методика Штефаника и Думитру, основанная на способности пероксида водорода реагировать в присутствии разбавленной серной кислоты с солями титана (IV) с образованием комплексного соединения, имеющего желтую окраску.

В анализируемых образцах для верхних органогенных горизонтов отмечено значительное превышение ПДК_{рв} в 1.3–7.0 раз (использование до 2002 года этилированного бензина). Загрязнения остальными металлами и нефтепродуктами не выявлено.

Среднее значение активности каталазы в образцах составляло 10 мг H_2O_2 на 3 г за 1 ч. Наиболее фермент был активен в верхних горизонтах 16 мг H_2O_2 на 3 г за 1 ч, представляющих собой разной степени разложившийся мох, в некоторых случаях с остатками другой растительности. В песчаных почвах нижних горизонтов каталаза проявляла наименьшую активность – в среднем 4 мг H_2O_2 на 3 г за 1 ч. Была выявлена зависимость с высокой силой связи между активностью каталазы и содержанием углерода органических веществ, что согласуется с ее ролью утилизатора пероксида водорода, образующегося, в том числе и в результате преобразований органических веществ почвы. С этим же, возможно, связано наличие прямой связи между активностями каталазы

и уреазы, которая принимает участие в разложении мочевины (одного из продуктов первоначальной трансформации ОВ). Гранулометрический состав почв оказывает меньшее влияние на активность изучаемого фермента. Снижение pH может приводить к снижению активности фермента. Обнаружена взаимосвязь между действием каталазы и удельной электропроводностью, последняя характеризует содержание водорастворимых минеральных компонентов. Для исследованных нами почв их засоленность может приводить к увеличению активности фермента. Отмечена взаимосвязь активности каталазы с содержанием свинца. Не обнаружено явно выраженной зависимости с содержанием железа.

Таким образом, в ходе проведенных исследований 5 почвенных профилей п. Соловецкий, отобранных вокруг АЗС данного поселка, было определено среднее значение активности каталазы в образцах которое было равно 10 и изменялось от 1 до 22 мг H_2O_2 на 3 г за 1 ч. По результатам корреляционного анализа отмечена значимая связь между этим показателем и содержанием углерода органических веществ и засолением почв. Меньшее, но выраженное, влияние на активность оказало также содержание свинца и гранулометрический состав почв.

Работа рекомендована к.п.н., доц. Э.В. Шваковой.

УДК 631.4

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЫ МЫСА БУРХАН, ОСТРОВ ОЛЬХОН

Е.А. Трошина, О.Г. Лопатовская

Иркутский государственный университет, pantaevalena@mail.ru

The purpose of this study is the processes of anthropogenic load at Cape Burkhan of Olkhon Island. Tasks are as follows: study of the formation of erosion processes, identification of ways to reduce the anthropogenic load on the territory, as well as the restoration of soil and vegetation cover.

Остров Ольхон – один из наиболее важных природных объектов на территории Прибайкалья. Вследствие многочисленного посещения этого места туристами, появилась проблема деградации почвенного покрова, в виде эрозионных образований, сведения растительности. Эрозионные формы представлены многочисленными оврагами, песчаными дюнами, плоскостным смывом. Уменьшение растительного покрова привело к процессу разрушения гумусового горизонта и обозначению на поверхности легкоэродируемых внутрипочвенных горизонтов. Уси-

ленная деградация почвенного покрова на мысе Бурхан, о. Ольхон, обозначили цель исследования, которая является актуальной и на данный момент – изучение образования эрозионных процессов, выявление путей уменьшения антропогенной нагрузки на территорию, а также восстановление почвенно-растительного покрова [1].

Данной проблемой занялась экспедиция в июле 2017 года под руководством профессора Х.-Р. Борка (г. Киль, Германия), при участии С. Хамнуевой, А. Митта, Я. Вендта и доцентом кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Иркутского государственного университета О.Г. Лопатовской. В процессе экспедиции было заложено 5 почвенных разрезов: 2 профиля на южном склоне, один на водоразделе и 2 на северном склоне. Образцы отбирались с поверхности почвы до дна оврага.

В августе 2018 года была проведена повторная экспедиция при участии С. Хамнуевой, О.Г. Лопатовской и др. В качестве дополнительных объектов исследования были заложены еще 4 почвенных разреза и выполнены анализы (табл.). В разрезе на вершине водораздела (КВ-N-P6) плотность сложения оказалась самой высокой – 2.00 г/см^3 в верхнем горизонте и 2.24 г/см^3 в нижнем. В разрезе с западной стороны мыса (КВ-W-P8) плотность верхнего горизонта (0–5 см) составила $1,83 \text{ г/см}^3$ и в разрезе КВ-W-P7 (0–4 см) – 1.48 г/см^3 . Содержание гумуса во всех разрезах снижается сверху вниз и значения его незначительны. Реакция среды в разрезах КВ-S-P3, КВ-N-P6, КВ-W-P7 изменяется от слабокислой до слабощелочной, а в разрезе КВ-W-P8 увеличивается вниз по профилю до сильнощелочной.

В результате полученных данных можно сказать, что почвы на вершине водораздела имеют максимальную антропогенную нагрузку, но содержание гумуса для данных почв вполне характерно [2]. Разрез КВ-W-P8 также подвергается нагрузке, но плодородный слой сохранился. Таким образом, существует возможность сохранить почвенный покров на мысе Бурхан и восстановить растительный покров, что снизит дальнейшее образование эрозионных форм.

Литература

1. Атлас. Иркутская область. Экологические условия развития. – М. – Иркутск, 2004. – 90 с.
2. Лопатовская О.Г. Засолжденные почвы Приольхонья и острова Ольхон / О.Г. Лопатовская. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2018. – 205 с.

Таблица. Аналитические характеристики изучаемых почв.

Разрез	Горизонт	Глубина, см	pHводн.	Гумус, %
KB-S-P3	AУ	0–6	5.52	3.74
	BM1	6–16	6.10	0.41
	BM2	16–68	6.76	Не опред.
	BM3	68–93	5.50	Не опред.
	BMK1	93–110	6.61	2.93
	BMK2	110–125	6.90	3.09
	CAT1	125–140	7.54	0.91
	CAT2	140–147	7.82	1.33
KB-N-P6	AJ	0–3	5.91	2.99
	BCA	3–27	7.57	3.17
KB-W-P7	AJ	0–4	5.52	Не опред.
	AJ2	4–14	5.78	3.94
	BM	14–21	6.77	3.41
	BMK	21–33	6.90	3.23
	Cca	33–45	7.89	1.69
KB-W-P8	AJ	0–10	7.75	3.65
	BMK1	10–16	7.99	1.99
	BMK2	16–25	8.09	1.46
	BCA1	25–35	8.17	0.79
	BCA2	35–43	8.13	0.79
	CAT1	43–48	8.13	0.56
	CAT2	48–58	8.51	0.87
	CAT3	58–68	8.40	0.37
	CAT4	68–79	8.65	0.27
	CAT5	79–93	8.60	0.33

Работа выполнена под руководством доцента кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, к.б.н., О.Г. Лопатовской.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

А.А. Уталиев

Астраханский государственный университет, ars.utsliiev94@gmail.com

The paper dwells upon the study of the ecological state of agricultural lands located in the industrial enterprise zone of influence located in the Astrakhan region Volga-Akhtuba floodplain. The data on the content of copper, lead, zinc and nickel in the soil cover is given. For the soils of the studied landscape, a direct correlation has been established between the studied metals and the organic matter content, the muddy fraction.

Земли сельскохозяйственного назначения являются одним из мощнейших рычагов агропромышленного комплекса Астраханского края. Интенсивное развитие агропромышленного комплекса в большой степени зависит от рационального и эффективного использования земельных ресурсов, а также от экологически чистой продукции. Среди тяжелых металлов (ТМ) приоритетными загрязнителями считаются Pb, Cu, Ni, Zn главным образом потому, что техногенное накопление их в окружающей среде идет высокими темпами.

Цель работы – изучение экологического состояния почв земель сельскохозяйственного назначения, находящихся в зоне влияния газоперерабатывающего промышленного завода.

В качестве объекта исследования были выбраны почвы антропогенного измененного сельскохозяйственного ландшафта Харабалинского района Астраханской области, расположенного в радиусе 19 км от газоперерабатывающего завода. Контрольный участок (фон) располагался на расстоянии 50 км от завода. Пробы почв отбирали методом «конверта». Отбор почвенных образцов производили на глубину пахотного слоя (в среднем 0–20 см). Определение гранулометрического состава проводили пипет-методом, содержание органического углерода – по Тюрину, определение pH водной вытяжки проводили на pH-метре DELTA 320. Содержание валовых форм тяжелых металлов (цинк, медь, никель, свинец) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Исследуемые почвы по гранулометрическому составу относятся к суглинку тяжелому, мелкопесчаному, иловатому. С глубиной изменя-

ется на суглинок средний, мелкопесчаный, иловатый. Почвенные образцы относятся к слабощелочным и щелочным (рН водной вытяжки варьирует в диапазоне от 7.7 до 8.7). Содержание гумуса варьировало от 0.4 % до 2.02 % в 20-ти см слое почвы, что соответствует слабо гумусированным почвам.

Медь в слое 0–5 см варьирует в пределах 10.6–22.7 мг/кг, в слое 5–20 см происходит уменьшение средневзвешенного содержания меди до 13.9 мг/кг. Размах варьирования в слое 5–20 см составляет от 5.6 до 21.9 мг/кг, что значительно меньше по отношению к слою 0–5 см. Средневзвешенное содержание свинца в слое 0–5 см на территории исследуемого участка составило 8.1 мг/кг, а в слое 5–20 см – 7.3 мг/кг. Слой 0–5 см характеризуется незначительным варьированием содержания валовой формы данного элемента в пределах 6.7–9.2 мг/кг, в слое 5–20 см аналогичная картина изменения в распространении валовой формы свинца от 5.6 мг/кг до 9.0 мг/кг. Валовое содержание цинка в верхнем обследуемом горизонте преобладает в восточной части участка, варьируя в пределах 28.9–51.0 мг/кг. Размах варьирования в слое 5–20 см составляет от 20.0 до 50.0 мг/кг. Средневзвешенное содержание никеля составило 36.2 мг/кг, изменяясь в пределах 30.0–41.4 мг/кг, а в слое 5–20 см средневзвешенный показатель составил 32.4 мг/кг, изменяясь в пределах 22.4–40.8 мг/кг.

На концентрацию ТМ в почве большое влияние оказывают такие факторы, как содержание органического вещества, гранулометрический состав почв. Для почв исследуемого ландшафта установлена прямая достоверная ($p < 0.05$) корреляция в 20-ти см слое между содержанием гумуса и никелем ($R = 0.70$), свинцом ($R = 0.83$), медью ($R = 0.64$), цинком ($R = 0.75$). Так же установлена положительная корреляция между всеми исследуемыми металлами и содержанием илистой фракции ($R_{Ni} = 0.86$, $R_{Pb} = 0.87$, $R_{Cu} = 0.84$, $R_{Zn} = 0.85$).

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.В. Яковлевой.

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АНТРОПОГЕННЫЕ
ПОЧВЫ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНЫХ УЧАСТКОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СТАЦИОНАРА РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.С. Чернявский

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, vovcheronner@yandex.ru

The aim of the work was to study the influence of weather factors on the properties and processes occurring in anthropogenically transformed soils. During the study, the analysis of the phases of plant development was also carried out from the point of view of the physicochemical properties of anthropogenic soils.

Основным показателем состояния антропогенных почв может являться их плодородие.

Поэтому изучение адаптации почв к условиям изменения окружающей среды может в последствии привести к изменению плодородия почв. Во многом нынешнее изменение климата приводит к переменам в свойствах и процессах антропогенно трансформированных почв. Это актуально и на территории России, о чем говорит второй оценочный доклад «Изменение климата на территории РФ», в связи с которым необходимо более комплексное изучение влияния конкретных погодных явлений на почвы.

Наиболее важными факторами являются температура почвы и температура окружающей среды. Эти факторы необходимо рассматривать, как в совокупности, так и отдельно.

Целью работы было исследование влияния погодных факторов на свойства и процессы, происходящие в антропогенно трансформированных почвах. В ходе изучения, также проводился анализ фаз развития растений с точки зрения физико-химических свойств антропогенных почв.

Основной оценкой роста и развития культур обладает оценка по стадиям развития растения. Сопоставление проводилось по фактической ситуации онтогенеза и по международной классификации фаз развития пшеницы (по Задоксу). В результате, стало понятно, что рост и развитие растений все время запаздывает, в связи с тяжелой стрессовой погодной ситуацией в начале периода вегетации. При анализе связи между метеорологическими данными и данными по вегетации растений стало очевидно отставание в развитии растений от нормы, в некоторых случаях оно составляло почти полмесяца, наиболее сильное отставание от графика развития по Задоксу было замечено в майский период.

В условиях наблюдения одним из факторов изучения были выбраны суточный ход температуры почвы, различия между температурами в полдень и температурой в полночь, так как разница между этими показателями наибольшая. Также показательна температура на поверхности почвы, так как она является крайне важной для дальнейшего развития будущего растения. По данным погодных условий понятно, что почти все дни в мае характеризовались сильным или средним стрессом для почв и растений, чем и вызвано отставание от графика развития растений. Например, 21 мая средняя температура почвы составила 15 °С, максимальная температура составила 29 °С к середине дня, а минимальная температура 3 °С в глубокой ночи, температурная разница составила 26 °С. Остальные же месяцы не столько показательны, так как не характеризуются столь сильным стрессом. В июне 10 дней были выражены слабым стрессом. В июле 6 дней были выражены слабым стрессом. В августе 4 дня были выражены слабым стрессом.

В итоге исследований были получены выводы: исследование абиотических факторов показали значительное влияние на свойства антропогенных почв в условиях экологического стационара в период весна–лето 2018 года, особенно в весенний период соответственно с данными многих исследований отчасти было подтверждено мнение о относительном повышении температурного режима, установлена тесная связь метеоусловий с особенностями онтогенеза пшеницы в засушливые периоды.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.М. Джанчаровым.

УДК 631.4

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ ТИШИНСКОГО ГОРНО-РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ
В ПОСТРЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЙ ПЕРИОД**

А.Т. Шамшитов

Северо-Казахстанский государственный университет имени
М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан, armanshamshit94@mail.ru

Добыча полезных ископаемых открытым способом в Казахстане ведется давно, при этом возникают огромные по площади нарушения земельных угодий, образуются карьерно-отвалыные комплексы различного типа, на которых полностью уничтожаются растительный и почвенный покровы. Отвалы и карьеры представляют собой источник загрязнения почвы, атмосферы и водоемов, отрицательные формы рельефа придают

неприглядный вид окрестностям населенных пунктов и искажают природный ландшафт. Объектом исследования являются техногенно-нарушенные земли Тишинского месторождений Восточно-Казахстанской области. Цель работы – оценить эффективность рекультивационных работ и степень восстановления почвенно-растительного покрова на рекультивированных землях месторождений на востоке Казахстана.

Морфологические описания показали, что по истечении 37 лет рекультивации насыпные почвогрунты месторождения приобрели определенное сложение и проявились первичные признаки почвообразования. Процессы почвообразования прослеживаются по сложению, окраске и дифференциации карликовых горизонтов. По профилю молодых почв происходит скопление илистых и пылеватых фракций и происходит уплотнение второго нижележащего горизонта, формируя иллювиальный горизонт вследствие трансформации почвогрунтов, процесса лессиважа и начала процесса почвообразования. Почвогрунты, использованные для рекультивации отвалов, подверглись деградации и трансформации. Так, отмечается резкая деградация насыпного слоя черноземной почвы на отвале первые 5–6 лет пострекультивации, далее скорость деградации важных почвенных параметров снижается. За пострекультивационный период промышленных отвалов идут начальные процессы почвообразования и формирование сжатых, укороченных генетических горизонтов. В молодых почвах рекультивированных отвалов Тишинского месторождения отмечается накопление питательных элементов в процессе почвообразования. Содержание фосфора закономерно низкое, как в зональных почвах, так и в молодых почвах техногенно-нарушенных ландшафтов, можно считать, что они не обеспечены фосфорным питанием. Исследования показали, что формирование профиля молодых почв в техногенных экосистемах, а, следовательно, и их основных водно-физических и физико-химических свойств происходит под одновременным воздействием факторов биогенного характера. Конечным результатом взаимодействия субстрата, микробо-зоо-фитоценозов является трансформация субстрата рекультивированных объектов и формирование профиля молодых почв и восстановление почвенно-экологических функций.

Многолетние исследования и мониторинг позволил определить и оценить трансформацию пострекультивационных и естественно зарастающих объектов. Почвенно-экологическое состояние их характеризуется в оценке процессов трансформации и восстановлении целого ряда почвенно-экологических функций, присущих всем развитым почвам. Так, положительным эффектом ранее рекультивированных объектов рудных ме-

сторождений Тишинки является процесс почвообразования с восстановлением аккумулятивных, миграционных, химических, физических и биологических функций. Фитомелиоративные культуры осваивают близлежащие нарушенные территории, что позволило дать прогноз дальнейшего использования их в народном хозяйстве. На пострекультивационных отвалах рудных месторождений Тишинки особое распространение имеют сосна и береза. Эти промышленные отвалы при дополнительных лесопосадочных мероприятиях могут образовать на месте нарушенных земель лесные массивы, что необходимо населению горнорудных районов в оздоровительном плане и охраны окружающей среды.

Работа рекомендована д.с.-х.н. Г.Б. Бейсеевой.

УДК 631.4

**ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ИЗ АНТРОПОГЕННО-
ИЗМЕНЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ПОЧВ ОЗЕЛЕНЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ ТЕПЛОСТАНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
ГОРОДА МОСКВЫ**

Е.И. Шишкина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
elizaveta_shi@mail.ru

The article is revealed the spatial and temporal patterns of carbon dioxide emissions from the soils of urban green areas. CO₂ emissions were determined by the chamber method. The objects of study were the anthropogenically modified soils of the Botanical Garden of Moscow State University on the Vorobiev Hills and the «Lipoviy Park» in the settlement of Kommunarka, as well as the natural soils of natural-historical Park «Bitcevsy Forest».

Исследование эмиссии углекислого газа из почв весьма актуально и привлекает внимание многих ученых во всем мире. Ими отмечается широкое варьирование выделения CO₂ из почв рекреационной зоны городов: под травянистой растительностью от 300 до 1600 мг CO₂, под древесной – от 500 до 800 мг CO₂ (Семенюк и др., 2013; Лебедь-Шарлевич, 2017; Decina et al., 2016).

Цель работы – выявление пространственно-временных закономерностей эмиссии углекислого газа из антропогенно-измененных и природных почв озеленённых территорий на Теплостанской возвышенности г. Москвы.

Объекты исследования представлены почвами трех типов озеленённых территорий, расположенных в рекреационной зоне города, на Теплостанской возвышенности в автоморфных условиях. Влияние типов почв на эмиссию CO_2 устанавливалось на участках под одинаковой лесной растительностью с доминированием липы сердцевидной. Различия в типах почв были следующие. В Ботаническом саду МГУ на Воробьевых горах – это антропогенно-преобразованные в верхних 20 см почвы, в природно-историческом парке «Битцевский лес» – природные почвы, в «Липовом парке» в поселке Коммунарка (Новая Москва) – природные с подсыпанным рекультивационным горизонтом. Влияние типа растительности на эмиссию CO_2 выявлялось в Ботаническом саду, где еще исследовались участки под лесной растительностью с доминированием клёна красного и под газонной растительностью, и в Битцевском лесу – дополнительно под луговой растительностью. Влияние рекреационной нагрузки на эмиссию CO_2 исследовалось под одинаковой лесной растительностью в Битцевском лесу, где было заложено три участка по мере удаления от жилых домов: на окраинах леса (300 и 500 м от домов) и в глубине леса (750 м).

Эмиссия углекислого газа определялась статическим камерным методом, в 5 повторностях для каждого из 7 ключевых участков в июне, июле, октябре и ноябре.

Максимальная эмиссия CO_2 наблюдалась в июле, и, в зависимости от типа почв, была выявлена следующая закономерность. На участке «Ботанический сад» эмиссия из менее кислых антропогенно-преобразованных почв была наименьшей и составляла 500–600 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час, увеличивалась в Битцевском лесу из природных почв (900 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час) и была наибольшей из природных почв с подсыпанным рекультивационным горизонтом в «Липовом парке» (1000 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час).

В зависимости от типа растительности получили следующие закономерности эмиссии CO_2 . В Ботаническом саду в начале лета (июнь) средние значения эмиссии под древесной растительностью по сравнению с газонной были ниже (300–400 и 600 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час, соответственно). К середине лета (июль) такая закономерность сохранялась. Осенью значения эмиссии снизились до 200–300 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час (октябрь), а затем до 100–200 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час (ноябрь) на всех участках. В Битцевском лесопарке эмиссия на участке разнотравно-злакового луга выше, чем на участках, расположенных под лесной растительностью (значения аналогичны Ботаническому саду). Закономерность одинакова для начала и середины лета, причем к июлю происходило увеличение эмиссии за счёт активного роста травянистой растительности.

Влияние рекреационной нагрузки проявилось следующим образом. В Битцевском лесу эмиссия CO_2 летом постепенно увеличивалась при увеличении рекреационной нагрузки: от 900 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час на участке в глубине леса до 1000 и 1300 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час на окраинах леса. Осенью значения снизились до 100–150 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час в глубине леса и до 150 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2$ в час на окраине.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. С.А. Кулачковой.

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА НА СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ

А.А. Яковлев, А.С. Сергеева

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, artem95692@gmail.com

In this article the role of soil conditions on natural forest regeneration on post-agrogene lands reveals. Characteristic soil conditions is given and the pedigree structure of the formed forest stands is specified

В настоящее время большое количество сельскохозяйственных земель на территории Ленинградской области вышли из активного сельскохозяйственного использования. На этих площадях начался процесс естественного возобновления леса. Изучение влияния почвенных условий на возобновление леса проводили на старопашотных землях ФГБНУ «Ленинградский» НИИСХ «Белогорка». Объект настоящего исследования располагается на ордовикском плато. Территория плато отличается высокой освоенностью – распаханно около 30 % территории. Район исследования сложен красными бескарбонатными девонскими песчаниками. Сверху песчаников располагается красный, богатый железом, валунный суглинок. Почвы сильно- и среднеподзолистые, легкосуглинистые слабо насыщенные основаниями. Для исследования было выбрано два участка с различным (по породному составу) возобновлением и живым напочвенным покровом, на каждом из которых было заложено две и три пробные площади соответственно. В рамках данного исследования значение содержания гумуса в почве рассматривали как показатель потенциального плодородия почв.

На основании полученных данных на первом участке преобладают хорошо окультуренные дерново-скрытоподзолистые иллювиально-железистые песчаные почвы на песках. По содержанию гумуса данные

почвы бедные (1.3 %), реакция среды среднекислая (pH 4.82). На данном участке среди хвойного подроста наиболее часто встречается сосна (2368 экз./га), ель встречается значительно реже (810.8 экз./га), а среди лиственного преобладает осина (192 экз./га). На первом участке наблюдается интенсивное возобновление хвойных пород средней густоты составом 7C2E1Oс, что объясняется невысоким плодородием почвы, так как при более высоком плодородии почвы быстрорастущие мелколиственные породы вытесняют медленно растущие хвойные породы.

На втором участке преобладают хорошо окультуренные, скрыто-подзолистые, суглинистые, иллювиально-железистые почвы на валунном суглинке. По содержанию гумуса данные почвы средне обеспечены (3.6 %), реакция среды сильнокислая (pH 3.64). На данном участке среди подроста хвойных пород будет преобладать ель (4800 экз./га), сосна же встречается реже (2650 экз./га). Среди лиственных пород преобладает береза (4750 экз./га), так как на данном участке почва является более плодородной, чем на первом. Формируется насаждение составом 4E2C4Б. Помимо березового подроста, который образовал сомкнутый полог, возобновлению хвойных пород препятствует густой подлесок из рябины (10650 экз./га), ивы (1100 экз./га) и ольхи серой (400 экз./га). На втором участке для успешного возобновления хвойных пород необходимо провести уход, направленный на снижение доли участия лиственных пород и на разреживание подлеска.

Из приведенных выше сведений видно, что почвенное плодородие является важным фактором, который влияет на естественное возобновление леса. Для успешного возобновления сосны подходят участки с невысоким плодородием. Для возобновления ели больше подойдут более плодородные участки, но следует учесть, что лиственные породы растут быстрее ели и будут занимать большую площадь, поэтому для более быстрого и успешного возобновления ели следует своевременно проводить мероприятия по содействию естественному возобновлению.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Д.А. Даниловым.

Школьная секция

Почва – сердце экосистемы

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН,
РОСТ И РАЗВИТИЕ РАССАДЫ ЗЕМЛЯНИКИ

Е.Е. Александрова, М.А. Михайлова, М.И. Дмитриев

«Академическая гимназия 56», ГБОУ школа № 362, ГБУ ДО ДД(Ю)Т
Московского района Санкт-Петербург
eco_ddut@mail.ru

Одно из распространенных и любимых ягодных растений – земляника садовая, или ананасная (*Fragaria ananassa* L.), относящаяся к подсемейству *Rosoideae* семейства розоцветных (*Rosaceae*) (Франке и др., 1979).

Трудно перечислить все болезни, которые лечатся земляникой (Ильина, 2008). Культурные сорта земляники и клубники не дают такого эффекта, как лесная ягода, но польза есть и от них, поэтому люди часто разводят их у себя на участке. В настоящее время существует более 2000 сортов этого замечательного растения и большое количество разнообразных регуляторов роста. Очень важным и актуальным является ускорение развития земляники, что приводит к более раннему цветению и созреванию урожая, повышению ее устойчивости к неблагоприятным погодным условиям. Эти свойства могут быть достигнуты с помощью различных приемов, одним из которых является применение *регуляторов роста*.

Целью нашего исследования было выяснить, какие регуляторы роста наиболее эффективны при прорастивании семян, росте и развитии рассады земляники. Поэтому в задачи исследования входило выбрать сорта земляники и регуляторы роста, учитывая результаты предыдущих исследований и подобрать наиболее эффективную концентрацию регуляторов для земляники. Исследования проводились в течение трех лет, с 2016 по 2018 гг. Рассада выращивалась в школе на подоконниках в кабинете биологии и на приусадебном участке (Ленинградская область).

Для проведения третьего этапа (2018 г.) эксперимента были взяты мелкоплодные ремонтантные сорта земляники, участвовавшие во втором этапе (2017 г.): «Золотой десерт», «Али-Баба», «Александрия», «Рюген», «Руяна» и новый сорт «Желтое чудо».

На первом этапе исследований (2016 г.) из множества высокоактивных питательных растворов, смесей и биостимуляторов были выбраны: «Рибав-Экстра», «Сапропель», «Бигус», «Цитовит», «Циркон». Лучшие результаты были получены при использовании гуминового регулятора роста растений «Бигус». Поэтому на втором этапе исследований был взят «Бигус» и несколько новых стимуляторов: «НВ-101», «Энерген», «Экопин». Для проведения третьего этапа исследований

оставили: НВ-101 (как наиболее эффективное средство при проращивании семян на 2017 г.), «Энерген», «Экопин» (как наиболее эффективное средство роста и развития рассады).

Третий этап исследований проводили в два приема. В первом опыте изменили сроки посадки, почвогрунт и освещенность. Почву для выращивания рассады во втором опыте взяли с кротовых куч (как 2016 и 2017 гг.) и посадку произвели в те же сроки, но изменили концентрации рабочих растворов.

Результаты:

1. «Экопин» в рекомендуемых разведениях (10 капель на 250 мл) сдерживал проращивание семян.

2. Лучше всего проросли семена, обработанные «Экопин» в разведении 5 капель на 250 мл.

3. Мы рекомендуем для обработки семян земляники брать следующие концентрации рабочих растворов: «Экопин» 5 капель на 250 мл; «Энерген» 1 капсулу на 1.5 л.; «НВ-101» 2 капли на 0.5 л.

Работа рекомендована к.п.н., зав. эколого-биологическим отделом, педагогом дополнительного образования С.С. Рябовой и учителем биологии высшей категории Е.Н. Чальцевой.

УДК 631 415

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С.И. Афанасьев, И.Л.-А. Ибрагимова

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
лицей № 389

«Центр экологического образования» Кировского района Санкт-
Петербурга, zsm7960@rambler.ru

Одной из важнейших агрохимических проблем современности является повышение кислотности почвы. Оно происходит в настоящее время по разнообразным причинам, в основном под действием природных и антропогенных факторов. Антропогенными факторами являются внесение большого количества минеральных удобрений, кислотные дожди, техногенное воздушное загрязнение. Кислотность почвы является важным агрохимическим параметром, характеризующим пригодность почвы для выращивания различных культур. Мы решили провести анализ почвы на кислотность в центре экологического образования, где мы обучаемся. На территории центра растут самые разнообразные представители растений. Недалеко расположена ТЭЦ-15 и проходит автомаги-

страль, которые являются источниками загрязнений окружающей среды и, конечно, влияют на почву и растительный мир. Объект исследования: почва, взятая на территории трёх отделов: Декоративного, Дендрологического, Плодово-ягодного. Предмет исследования: определение кислотности почвы. Цель работы: оценить кислотность почвы в местах отбора проб. Задачи: изучить литературу по вышеназванной проблеме; изучить методики определения кислотности почвы; определить pH почвенной вытяжки; обработать результаты, оценить кислотность почвы, разработать рекомендации по улучшению кислотности почвы в местах её отбора. Гипотеза: почвы в местах отбора проб кислые. Методы исследования: качественный и количественный химический анализ.

Ход анализа. 17.10.2018 г. в трёх местах центра экологического образования взята почва для анализа методом квадрата. 24.10.2018 г. из отобранных образцов почвы, высушенных в сушильном шкафу, приготовлена солевая вытяжка. Определён pH почвенной вытяжки тремя способами (табл.).

Таблица. Результаты определения pH почвенной вытяжки разными способами.

№ пробы	Отдел	pH Алямовского	pH универсальный индикатор	pH Test Тетра	pH _{ср.}	Кислотность
1	Декоративный	5.6	5.5	5.45	5.51	слабокислая
2	Дендрологический	5.9	6.0	6.15	6.01	слабокислая
3	Плодово-ягодный	5.8	5.0	5.53	5.44	слабокислая

Выводы. Исследуемые нами почвы являются слабокислыми. Большинство растений хорошо растет и развивается при pH = 5.5–6.5. Однако в кислой среде усиливается растворение малорастворимых солей, при этом возрастает объем доступных форм железа, марганца, кобальта, меди, алюминия. Они накапливаются в земле, что приводит к отравлению растений их высокими концентрациями. При большой концентрации в культурах они препятствуют поступлению других, более полезных элементов, а также способствуют уменьшению содержания доступных форм азота, фосфора, кальция, молибдена. Следовательно, исследованные нами почвы желательно периодически известковать.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования высшей категории З.С. Михайловой.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ
ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА
БИОТЕСТИРОВАНИЯ

К.В. Бовин

МАОУ «Магнитогорский лицей № 1», г. Магнитогорск,
bovin-kirill@mail.ru

In this paper, a study on the effect of technogenic soil pollution on seedlings of watercress is carried out. The impact of soil contamination on seedlings was assessed by counting the number of germinated seeds and measuring the length of seedlings and leaves in each study area.

Большая часть промышленных выбросов и выхлопных газов попадают в воздух, а оттуда вместе с дождем и снегом попадают на землю. Человек, как любое живое существо, взаимодействует с окружающей средой, а окружающая среда, в свою очередь, сильно влияет на человека, поэтому очень важно следить за состоянием воздуха, воды и почвы.

За состоянием окружающей среды можно следить при помощи различных методов. Наиболее доступным и простым в применении является метод биотестирования, это метод, при котором исследователь выбирает тест-объект и помещает его в определенные условия, а затем, по его реакции судит о состоянии окружающей среды. Например, проращивание семян во взятых образцах почвы с последующей оценкой влияния степени загрязненности этой почвы на проростки.

Цель: оценить влияние техногенного загрязнения почвы в четырех районах города Магнитогорска и двух загородных фоновых участках при помощи метода биотестирования.

Задачи:

1. Оценить влияние различной степени загрязненности почвы с различных районов города Магнитогорска и фоновых участков на проростки кресс-салата.
2. Оценить возможность использования кресс-салата в качестве тест-объекта.
3. Сделать заключение о степени техногенного загрязнения почвы города Магнитогорска по влиянию различной степени загрязнения на проростки используемого тест-объекта.

Источниками загрязнения окружающей среды города Магнитогорска являются промышленные предприятия и автотранспорт, число

которого растёт с каждым годом. Несмотря на то, что город выделяет огромные суммы на озеленение, высаживаются молодые деревья и кустарники, этого недостаточно.

Для исследования были выбраны пять районов. Район Вокзала сильно загрязнен в связи с тем, что здесь находится автовокзал, очень близко расположена железнодорожная ветка и оживленная автомобильная дорога; район перекрестка пр. Ленина – ул. Гагарина является одним из наиболее загрязненных, т.к. там очень большая нагрузка на окружающую среду из-за большого потока машин; район ул. Калмыкова выбран потому, что он один из наиболее чистых в городе, т.к. рядом расположены сады с большим количеством древесных насаждений, вдоль дороги посажены деревья; район «Удачное» выбран потому, что находится далеко от города (50 км), там очень много лиственных и хвойных деревьев, вдоль дорог растут лесозащитные полосы, вред от деятельности человека там гораздо меньше, чем в городе; район санатория «Ассы» находится в заповеднике, там полностью запрещена хозяйственная деятельность человека, а значит, отсутствует техногенная нагрузка на окружающую среду.

Исследование показало, что кресс-салат сильно реагирует на загрязнённость почвы, а значит, его можно использовать в качестве биоиндикатора. Всхожесть семян показала, что почва в городских районах менее пригодна для развития проростков данного растения.

Работа рекомендована учителем биологии высшей категории Л.В. Казармшиковой, а также аспирантом кафедры Экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Н.В. Усковой.

УДК 621 445

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО СОЛЕВОМУ СОСТАВУ ПОЧВЕННОЙ ВЫТЯЖКИ

В.Д. Бойко, А.С. Ножкина

Государственное Бюджетное Общеобразовательное учреждение
лицей № 389,

«Центр экологического образования» Кировского района
Санкт-Петербурга, zsm7960@rambler.ru

Одной из острых агроэкологических проблем в настоящее время является засоленность почв. Засоление – это свойство, которое лимитирует плодородие почв и определяет их экологическое состояние. Засоление – это динамичный процесс, требующий постоянного контроля и учета. Под засолением почвы подразумевается переизбыток химических

соединений в структуре грунта. Засоленными считаются горизонты почвы с содержанием солей более 0.25 %. Из солей, приводящих к засолению почв и неблагоприятно воздействующих на растения, чаще всего встречаются карбонаты, гидрокарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, натрия и калия. Вредное влияние этих солей на качество и величину урожая начинает сказываться при их содержании около 0.1 % от веса сухой почвы. Общее содержание солей 0.5–1 %, как правило, полностью подавляет рост культурных растений. Объект нашего исследования: почва. Предмет исследования: содержание хлоридов, сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов в почвенной вытяжке. Цель работы: оценить экологическое состояние исследуемой почвы на территории центра экологического образования по солевому составу почвенной вытяжки. Определив цель, мы изучили литературу по выше названной проблеме; изучили методики исследования засоленности почвы. Для проведения анализа мы отобрали пробы почвы на территории трёх отделов центра экологического образования: плодово-ягодного, овощного и полевого отделов. Выдвинули гипотезу: исследуемые почвы являются незасоленными. Исследование проводили с помощью тест-комплектов «Хлориды», «Сульфаты», «Карбонаты». Для проведения исследования приготовили водные почвенные вытяжки, определили концентрации хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов в почвенной вытяжке, рассчитали массовую долю в сухой почве, определили тип засоления и степень засоленности. Результаты представлены в таблице.

Таблица. Содержание соли и соответствующий тип засоленности почвы.

Показатель	Хлориды	Сульфаты	Гидрокарбонаты
Концентрация в вытяжке, мг/л	10	20	60
Массовая доля в сухой почве, %	0.005	0.010	0.030
Тип засоления	смешанное		
Степень засоленности почвы	незасоленная		

Выводы. По результатам экспериментальных данных массовая доля хлоридов составляет 0.005 %, массовая доля сульфатов составляет 0.010 %, массовая доля гидрокарбонатов составляет 0.03 %, что соответствует смешанному типу засоления, степень засоленности почвы – незасоленная.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования высшей категории З.С. Михайловой.

Волгоградская область расположена на юго-востоке Русской равнины, вдали от океанов и морей. Поэтому климат области континентальный, с холодной, малоснежной зимой и продолжительным, жарким, сухим летом. Весна короткая, осень теплая и ясная. Равнинный рельеф способствует проникновению в наш регион различных воздушных масс: зимой вторгается холодный, сухой, континентальный воздух Сибирского антициклона, усиливая суровость зимы; летом наблюдается приток воздушных масс с Атлантического океана.

Проблема охраны почв возникла в связи с тем, что почва как компонент экосистем, находящийся в динамическом равновесии со всеми другими составляющими биосферы, в результате вмешательства человека (прямого или опосредованного), теряет свое основное природное свойство – плодородие. В общем виде это называется деградацией почв почвенного покрова. Деградация имеет экологически нерациональный характер там, где деятельность человека разрывает природные связи внутри компонентов биосферы, меняет устойчивое на протяжении тысячелетий и даже миллионов лет экологическое равновесие между факторами почвообразования.

Сохранение почвенного покрова территории возможно только при его целостном восприятии.

Большая часть территории Волгоградской области представлена сельскохозяйственными угодьями. Одновременно значительные площади заняты селитебными и промышленными зонами, активно развивается нефтегазодобывающая отрасль, что является дополнительным фактором риска.

Для сбережения почвенного покрова региона его необходимо рассматривать как единое целое. Волгоградская область расположена в пределах двух почвенных зон – черноземной и каштановой. Черноземная зона приурочена к северо-западу Волгоградской области (20.9 %) и представлена двумя подзонами: черноземов обыкновенных и южных. Зона каштановых почв в пределах Волгоградской области занимает площадь 4986.2 тыс. га (44.2 %). На долю солонцов черноземных и каштановых приходится 14.3 %, Специфика почвенного покрова области – его неоднородность, которая усиливается с северо-запада на юго-восток. В зональных почвах от черноземов обыкновенных до светло-

каштановых почв снижаются мощность гумусового горизонта и содержание гумуса, уменьшается емкость катионного обмена, происходит обеднение почв питательными элементами, возрастает доля поглощенных катионов натрия и магния.

Для исследования использовали метод И.В. Тюрина. Этот метод основан на окислении органического вещества почвы хромовой кислотой до образования углекислоты. Количество кислорода, израсходованное на окисление органического углерода, определяют по разности между количеством хромовой кислоты, взятой для окисления, и количеством ее, оставшимся неизрасходованным после окисления. В ходе исследования установили содержания гумуса для черноземных (4.28 %), каштановых (1.8 %) почв и солонцов (1 %). Вывод: почвенный покров Волгоградской области чрезвычайно неоднороден и насчитывает более 3000 разновидностей. Почвы с высоким содержанием гумуса имеют агрономически ценную структуру, большую емкость поглощения, большую буферность по отношению к кислотно-основным факторам воздействия. Почва – природное образование, в котором все ее компоненты формируют уникальность каждой таксономической единицы.

Охрана почв – глобальная проблема сегодняшнего дня, прямо связанная с обеспечением продуктами питания все возрастающего населения планеты.

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДА И ОБЛАСТИ

А.Н. Воробьева, В.И. Светлова

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГИМНАЗИЯ № 15 СОВЕТСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДА»,
udodowa.zoya@yandex.ru

В последние годы наблюдаются процессы деградации почв, снижение её плодородия, усиление процессов загрязнения. Наиболее крупные промышленные города, к которым относится и Волгоград (в особенности Красноармейский район), образуя обширные зоны загрязнений, постепенно превращаются в сплошные техногенные территории, представляющие серьезную опасность для здоровья, проживающего на них населения.

Объект исследования: почвы Советского района, почвы Красноармейского района, почвы Средне-Ахтубинского района

Гипотеза исследования: Волгоград делится на 8 районов. На каждый район приходится неодинаковая антропогенная нагрузка. Поэтому мы считаем, что почвы каждого района Волгограда и области имеют различную степень загрязнённости.

Цель работы: Доказать, что степень загрязненности почвы будет зависеть от степени антропогенного воздействия,

Задачи: 1. изучить научную и методическую литературу по теме и провести ее анализ; 2. исследовать каждую территорию по методическим рекомендациям (приложение); 3. сделать выводы об экологическом состоянии 4-х территорий на основе практических исследований

Актуальность работы заключается в том, что многие учащиеся нашей школы страдают аллергией. Считается, что одной из причин ее развития является ухудшение экологического состояния окружающей среды, в том числе состояние и степень загрязненности почв.

Изучив научную и методическую литературу по теме и определили, механический состав, который играет важную роль в жизни растений. Он позволил судить о плодородии почвы.

На практике для отбора почвенных образцов часто используют метод «конверта», т.е. в каждой из пяти точек, мы взяли образец почвы с помощью лопатки (его называют индивидуальным), а затем смешали эти 5 индивидуальных образцов, и полученный средний образец использовали для проведения исследования. Мы также определяли кислотности почв. Мониторинг кислотности (или «рН») необходим для правильной обработки почвы.

По результатам проделанной работы можно сделать *вывод*, что в случае антропогенного воздействия в почве происходят изменения, которые можно контролировать и следить за их динамикой. В нашей работе упор делался на механический состав почвы. Проведение лабораторных исследований по определению этого показателя является наиболее доступным и не требует глубоких знаний по химии. Результат же позволяет провести первичную оценку степени деградации почвы.

Данные, полученные в результате проведенных исследований, являются первой ступенью в нашей дальнейшей работе. Поиск участков для изучения позволил выявить территории с повышенной антропогенной нагрузкой. Эти земли нуждаются в срочном восстановлении их экологического состояния.

Примером тому в нашей работе являются: территория бывшего Мачтозавода и несанкционированная свалка в лесу.

Работа рекомендована учителем географии З.Ю. Удодовой.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ
ПРОДУКТОВ РАСПАДА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

И.А. Герасимов

Государственное Бюджетное Общеобразовательное учреждение
лицей № 389

«Центр экологического образования» Кировского района
Санкт-Петербурга, zsm7960@rambler.ru

Одной из главных экологических проблем современности является загрязнение окружающей среды продуктами распада полимерных изделий. К таким изделиям относятся изделия из резины. Особенно остро стоит вопрос о загрязнении почвы изношенными шинами, которые огнеопасны и не подвергается биологическому разложению, а множество резиновых покрышек представляет собой достаточно удобное место для проживания целых колоний грызунов и насекомых, многие из которых являются источником инфекционных заболеваний. В отличие от воды и атмосферного воздуха, почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Почва четко отражает уровень загрязняющих веществ и их распределение.

Объект исследования: почва.

Цель работы: оценить загрязнённость почвы продуктами распада автомобильных покрышек.

Задачи: изучить литературу по проблеме; ознакомиться с методикой обнаружения веществ, образующихся из шинных резин при их разложении.

Гипотеза: исследуемые почвы могут содержать опасные для организма человека и окружающей среды продукты распада автомобильных покрышек.

Для исследования была взята почва на территории ГБОУ лицея № 389 «Центра экологического образования» методом квадрата в трёх точках:

Проба № 1. Полевой отдел

Проба № 2. Плодоваяодный отдел

Проба № 3. Дендрологический отдел

Приготовлены почвенные вытяжки. В качестве критерия состояния почвы определялось химическое потребление кислорода (ХПК) методом Кубеля, по методике, описанной в ГОСТ 2761-84. Результаты представлены в таблице.

Таблица. ХПК в почвенных вытяжках.

Номер пробы	Значение перманганатной окисляемости, мг О/л
Проба № 1. Полевой отдел	4.72
Проба № 2. Плодоваягодный отдел	8.24
Проба № 3 Дендрологический отдел	3.76

Вывод. Исходя из того, что среднее значение перманганатной окисляемости по литературным данным находится в пределах 0.5–10 мг О/л, полученные значения в нашем исследовании являются безопасными. Перманганатная окисляемость в пробе № 2 имеет высокое значение. Это может быть вызвано последствием хранения и несанкционированной утилизацией (сжиганием) автомобильных покрышек в данном месте территории. Также были проведены опыты по качественному обнаружению компонентов асбеста в резине садовой тележки. В результате была выявлена положительная проба на наличие силикатов. Это, возможно, является компонентом асбестового корда в этом изделии. Судя по высокой набухаемости в хлорсодержащем растворителе (100 % и более увеличение объёма), а также по положительному тесту по методу Бельштейна, можно утверждать, что данные образцы резины содержат хлорпроизводные органические соединения.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования высшей категории З.С. Михайловой.

УДК 631.4

ВКЛАД ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ПО ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ЗОНАМ

Е.С. Гребнева

Педагоги: И.А. Самофалова, М.Н. Муллаханова

Лицей № 2, г. Пермь, Россия, samofalovairaida@mail.ru

The contribution of industry of the Perm region to soil pollution by natural-economic zones is determined. It was established that the soil cover of the Suburban natural-economic zone is the most polluted, and the least polluted – in the Northern natural-economic zone.

Keywords: natural economic zones, industry, soil cover, pollution, heavy metals, waste.

В связи с большой протяженностью Пермского края (с севера на юг 655 км, а с запада на восток 417.5 км), территория условно разделена на пять природно-экономических зон (ПЭЗ): Северная, Горная, Западная, Южная, Пригородная. Цель исследования: выявить основные источники загрязнения почв по природно-экономическим зонам.

Доля производства в Пермском крае: большую часть занимает нефтепереработка, химическая промышленность, добыча нефти и машиностроение. Степень освоенности края промышленным производством различная. По статистическим отчетам производственной деятельности разных районов и городов, была составлена база данных по источникам загрязнения. Установлено, что в Северной и Западной ПЭЗ преобладает доля лесоперерабатывающей промышленности, автотранспорт и электроэнергетика. В Горной ПЭЗ повышается доля химической промышленности, транспорт, металлургия и предприятия пищевой промышленности. В южной ПЭЗ резко повышена доля транспорта и нефтегазовой, пищевой промышленности и электроэнергетика. В Пригородной зоне возрастает доля машиностроения, металлургической промышленности, транспорт, электроэнергетика. Определена доля предприятий в загрязнении почвенного покрова ПЭЗ.

Главным источником тяжелых металлов в почве является химическое производство и автотранспорт. Значительное загрязнение почвы свинцом, цинком и кадмием в первую очередь наблюдается вблизи автомобильных дорог. Основным источником образования промышленных отходов является деятельность предприятий, которые ведут разработку месторождений полезных ископаемых: ОАО «Уралкалий», ОАО «Сильвинит», ЗАО «Уралалмаз», ОАО «Березниковский содовый завод», ОАО «Ависма», ОАО «Чусовской металлургический завод». Предприятия жилищно-коммунального хозяйства осуществляют сбор, вывоз, утилизацию и размещение в окружающей среде бытовых и промышленных отходов. Максимальное количество бытовых отходов приходится на долю г. Пермь, Соликамск, Лысьва, Березники, Кунгур, Чайковский, Чусовой, Краснокамск и Пермского района. На территории края ежегодно сбрасывается около 2.5 млрд. м³ вод, в т.ч. загрязненных сточных вод около 382 млн м³.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются предприятия Соликамско-Березниковского промрайона, Кизеловского угольного бассейна, предприятия городов Перми, Чусового, Лысьвы, Краснокамска. Все большее влияние на состояние водоемов оказывают аварийные ситуации, связанные с порывами нефтепродуктопроводов. К потенциальным источникам загрязнения водоемов относятся

свалки твердых бытовых и промышленных отходов, животноводческие комплексы, площадки промышленных предприятий, собственно территории населенных пунктов, оказывающих в какой-либо степени влияние на качество воды открытых водоемов.

В загрязненной Пригородной ПЭЗ наиболее развиты различные виды заболеваний, связанные с почвой, такие как брюшной тиф (кишечные заболевания), чума, холера, туберкулез (пылевые инфекции), сибирская язва, сальмонеллез (зоонозные инфекции), гепатит А (вирусные инфекции), аскаридоз, биогельминты (гельминтозы), газовая гангрена, столбняк, ботулизм (вызванные спорообразующими микроорганизмами).

Итак, основными источниками загрязнения в Пермском крае являются предприятия химической промышленности, нефтегазовой отрасли, транспорт, машиностроение, металлургия, электроэнергетика. Анализ источников загрязнения показал, что территория имеет различную степень загрязнения почв в зависимости от промышленно-антропогенной нагрузки: на севере края загрязнение является минимальным.

ВЛИЯНИЕ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ НА ПОЧВЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЛУЖСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Г. Деткова, М.Д. Рубан, П.С. Киреев

Педагоги: О.Б. Кожина, М.А. Надпорожская

ГБОУ СОШ 412, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ», marinta@mail.ru

В 2016–2017 гг. мы проводили биотестирование образцов почв зеленых зон города и подзола соснового леса. Обнаружили токсический эффект образцов из подзолистого горизонта с древесными угольками: в них корни проростков ячменя замедляли рост по сравнению с контролем (фильтровальная бумага или кварцевый песок) и образцами из гумусовых горизонтов урбаноземов, а также иллювиально-железистых горизонтов подзола (Деткова и др., 2017). Задача следующего этапа работы – изучить влияние лесных пожаров на почвы сосновых лесов. Лесные пожары бывают двух типов. При верховых пожарах огонь охватывает кроны деревьев. Выгорает весь лес. Верховые пожары случаются редко. При низовых пожарах огонь поражает нижний ярус растений и лесную подстилку. Низовые пожары часто случаются в сухих сосновых лесах вблизи населенных пунктов и дорог. В июне 2018 г мы провели полевое исследование сосновых лесов около поселка Толмачево в Лужском районе Ленинградской области. Почвы здесь представлены подзолами иллювиально-железистыми (на вершинах камов) и торфяно-

подзолами иллювиально-гумусовыми (в межкамовых понижениях). Повышенные элементы рельефа более пожароопасны из-за дефицита влаги: дождевые и талые воды стекают в заболоченные межкамовые понижения. Мы наблюдали следы недавнего беглого низового пожара на верхних частях камов вблизи наших ключевых участков. Межкамовые понижения огонь не затронул. Высокие сосны на гарях остались невредимы. Подрост ели и дуба погиб. Пятнами выгорела лесная подстилка, валеж наполовину обуглился. От мелких частей растений, опада и лесной подстилки осталась зола, древесные угольки образовались только вокруг валежа. Зола развеивается ветром, больше подвержена растворяющему действию воды. Древесные угольки попадают в поверхностные горизонты лесной почвы, сохраняются там десятилетиями. Выявленная нами токсичность постпирогенных подзолистых горизонтов требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Деткова М., Короткова Е., Рубан М., Воробьев А., Кельгорн Д., Кожина О.Б., Надпорожская М.А. Применение метода биотестирования для изучения почв сосновых лесов // Материалы XI Молодежной экологической школы-конференции с международным участием В усадьбе «Сергиевка» 2017 г. СПб.: Изд-во ВВМ. 2017. С. 189–191.

УДК 631.10

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА СЛАГАЮЩИХ ПОРОД БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ТУТАЕВА

В.Е. Жохов

ЦДО «Созвездие», ya.vladik6@ya.ru

В естественном состоянии грунты находятся в разной степени влажности. Увеличение или уменьшение влажности грунтов изменяет связность частиц грунта. По мере увеличения влажности глинистые грунты проходят три состояния: твердое, пластичное и текучее.

Геологическая структура грунтов береговых склонов многослойна. Она представлена тремя горизонтами: первый состоит из почвенно-растительного покрова, глубина которого 30 см, далее идет покровный суглинок на глубину от 5 до 15 м, ниже залегает московская морена (водно-ледниковое отложение) на глубине от 20 до 30 м, далее идут подморенные глины, которые располагаются на уровне реки Волги.

Цель: изучение состава слагающих пород береговых склонов в левобережной части города Тутаева

Задачи: исследовать причины обрушения береговых склонов; выполнить исследования структуры почвенных горизонтов; изучить возможные меры для предупреждения оползневых процессов на береговых склонах.

Нами изучены 5 различных участков оползней, расположенных на левобережном склоне Волги: у дома Классена, Кустодиевском бульваре (Волжская Набережная), и в районе Крестовоздвиженского собора.

На основе наблюдений за динамикой оползневых процессов и скорости смещения почвенной породы в данном случае можно отметить, что они относятся к категории медленных, ползучих смещений рыхлых отложений. Практическая работа на оползневых склонах выполнялась 30 апреля 2018 года. Исследования проводились на трех склонах, условно обозначенных 1, 2, 4, на которых прослеживаются активные оползневые процессы. На данных склонах наблюдаем 5 оползней. В ходе проведения практической работы выполнили замеры оползней, произвели отбор проб грунта (общее количество – 10), для определения состава и увлажненности. По результатам исследования динамики оползневых процессов можно отметить, что оползень № 1 затухающий, квадратичной формы, за исследуемый период можно видеть рост оползня вдоль склона бровки коренного берега (3 м), для оползня № 2 наблюдается рост вдоль склона (9.5 м), а также происходит отрыв почвенно-растительного горизонта, движение в высоту сдерживают вязы. По нашей оценке, этот оползень является затухающим. Оползень № 3: рост наблюдается вдоль склона (68 м), наблюдаем поваленные деревья, образование новых обрушений, обвально-осыпных. В подошвенной части склона образовались трещины длиной 4 и 5.5 м, глубина которых составляет 0.32 м. Оползень № 4: по полученным данным можно отметить, что наблюдается динамика оползнего процесса: увеличилась высота и ширина на 7 метров. В ходе исследования было отмечено значительное увлажнение грунта стенки срыва, ранее не выявленное. Исходя из того, что мы наблюдаем выход грунтовых вод на береговых склонах, были отобраны 5 проб в 2-х повторностях для определения состава и влажности грунтов. Целенаправленно отбирались образцы слагающих пород.

В процессе работы рассматривалась динамика движения склонов после потери ими устойчивости, которая зависит от состава слагающих пород.

Были выполнены исследования структуры почвенных горизонтов. Согласно классификации, грунты, слагающие склоны, относятся к глинистым, основу составляют суглинки, которые относятся к рыхлым

(мягким) породам. Был рассмотрен комплекс мероприятий по борьбе с оползнями, который подразделяется на пассивные и активные меры. Работа по данному направлению будет продолжена. Планируется составить прогноз устойчивости склонов, на основе сравнительно-геологических методов исследования, а также выяснить зависимость сопротивления грунтов от нормальной нагрузки, выполнить моделирование предельного напряженного состояния пород.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования Т.С. Трындиной.

ФИТОИНДИКАЦИЯ ПОЧВЫ

Е.А. Зубова, 8 кл.

Руководитель: А.В. Авдеева, педагог доп. образования

ГБОУ СОШ № 77 с углубленным изучением химии

ГБУ ДО ДДТ Петроградского района, biotopddt@yandex.ru

Я два года изучала травянистые растения деревни Верхняя Бронна, и мне попала информация о том, что разнообразие растений большей частью зависит от почвы, на которой они произрастают. Таким образом, с их помощью можно узнать о некоторых почвенных характеристиках, это и называют фитоиндикацией почвы. Мне стало интересно, что же расскажут мне растения деревни Верхняя Бронна.

Цель работы: провести фитоиндикацию почвы некоторых биотопов деревни Верхняя Бронна Ломоносовского района.

Задачи: 1. Изучить литературу по теме работы. 2. Определить видовую принадлежность растений в районе деревни Верхняя Бронна. 3. Взять пробы почвы из различных биотопов деревни Верхняя Бронна. 4. Провести визуальную оценку и химический анализ почвы. 5. Провести фитоиндикацию и сравнить результаты с визуальной оценкой и химическим анализом почв. 6. Провести гербаризацию отдельных видов растений.

Гипотеза исследования: по видовому составу можно определить некоторые почвенные характеристики.

В процессе работы я ознакомилась с данными о почвенных условиях, которые предпочитают некоторые виды растений Северо-Запада Европейской части России, с характеристикой почв Ломоносовского района, с принципами метода фитоиндикации.

Летом 2017 года я провела определение растений в районе д. Верхняя Бронна, в 8 биотопах и определение проективного покрытия травянистого яруса по шкале обилия Друде. Результаты представила

в таблицах. Некоторые растения собрала для гербария. Высушила под прессом, оформила гербарий.

В октябре 2017 года я взяла 8 образцов почвы из тех районов, где определяла растения. Места отбора почвенных образцов: 1. Склон холма. 2. Вершина холма. 3. Пустырь. 4. У дороги к лесу: у непересыхающей лужи. 5. Болото в лесу. 6. В глубине леса под соснами. 7. В глубине леса под елями. 8. У дороги в лесу.

Провела визуальную оценку почвы, результаты также представила в таблице. Я оценивала такие характеристики почвы, как влажность, механический состав, структуру, сложение и включения. По механическому составу большинство почв – супесь, 5 образец – суглинок. Влажность: в 4 образце – сырая, в 5 образце – мокрая. В остальных образцах – свежая.

Химический анализ почвы проводился с использованием тест-комплектов «Крисмас+». В почвенной вытяжке я определила кислотность почвы, содержание хлоридов. Результаты химического анализа: Почва в образцах 1–4 нейтральная; в 5–8 образцах – слабокислая. Содержание хлоридов небольшое, почвы не засоленные.

По результатам моих исследований и литературных данных я составила таблицу сравнения результатов фитондикации и анализа почвы.

Заключение. В процессе исследований я определила растения из 8 биотопов, провела определение проективного покрытия травянистого яруса, фитоиндикацию, а также визуальную оценку и химический анализ почвы. Сравнив результаты, я подтвердила гипотезу, что по видовому составу растений можно определить некоторые почвенные характеристики.

УДК 631.438.2

ПОЧВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕТИПИЧНОГО МЕСТООБИТАНИЯ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА

В.Д. Иванова

ЧОУ ЧШ ЦОДИВ, Санкт-Петербург, verochka_2006@mail.ru

The characteristics of the atypical spruce undergrowth habitat on the gravelly remains of cement are discussed.

Нетипичное местообитание елового подроста сформировалось в результате того, что стопка шиферных листов в количестве 50 шт., размерами 180×110 см и высотой 50 см, предназначенных для кровли дома, была сложена на краю садового участка около 20–25 лет назад. Сверху шифера было уложено несколько мешков цемента массой 50 кг из которых сформировалась щебнистая структура размерами 90×90 см и

высотой 40 см. Указанные строительные материалы не были использованы. Бумажная упаковка цемента сохраняется только местами в нижней части, прилегающей к шиферу.

На старом щебнистом цементе растет подрост ели в количестве 4 шт. возрастом 12–13 лет, оценка которого проведена по мутовкам. Высота подроста 0.55–0.80 м. На растительных остатках, накопившихся на шифере от опада расположенной рядом березы, находится подрост ели в количестве 7 шт., возрастом 12–14 лет и высотой до 70 см.

В результате работы был проведен анализ почвенных условий нетипичного местообитания елового подроста и проанализированы связи с известными характеристиками ели, как древесной породы.

Участок расположен в СНТ «Мечта», массив садоводческих товариществ Чаща (Гатчинский р-н, Ленинградская обл.). Источником семян служат находящиеся рядом взрослые ели, возраст которых составляет 30–40 лет.

Измельченные щебнистые части старого цемента, подстилка из растительных остатков и обрастания мха взвешивалась и настаивалась на дистиллированной воде pH 6 в соотношении 1:2.5. После настаивания в течение суток, водная вытяжка центрифугировалась для осаждения взвесей, мешающих определению цвета индикатора. Предварительная оценка pH проводилась по универсальному индикатору РКС и эталонной цветовой шкале сравнения.

Содержимое цементных мешков имеет щебнистую структуру (pH 12), на поверхности которой сформировался слой подстилки 2–3 см (pH 7.5). Местами цементная щебенка покрыта тонким слоем зеленых мхов (pH 7.0). Данное местообитание подрост ели по своему происхождению можно сравнить с нарушенной землей (свалки, картеры, рудные хвостохранилища) на которой происходит естественная рекультивация.

Наблюдаемые условия роста елового подрост противоречат кислотно-основным характеристикам ели как древесной породы, сильно подкисляющей подзолистую почву корневыми выделениями.

С другой стороны, возможно, что кислые выделения корней позволяют растворять и использовать основные субстраты (цементную крошку, известковый щебень), поскольку ель требовательна к элементам питания и нуждается в богатых почвах.

Рассматриваемый подрост ели, безусловно, находится в угнетенном состоянии, о чем свидетельствует его малый рост. Но при этом подрост полностью покрыт хвоей интенсивной окраски и не содержит признаков усыхания.

При обсуждении свойств ели, являющихся причиной роста на щебнистых остатках цемента, следует учесть тот факт, что распространенные в садоводствах, для создания живых изгородей, посадки молодых елей по обочинам дорог из известкового щебня, хорошо развиваются.

Таким образом, при дальнейшем изучении наблюдаемой противоречивости возможно выявление дополнительных характеристик ели как древесной породы, связанных с особенностями корневого питания, условиями роста корневых систем и почвенными условиями. Полученные данные могут быть использованы для выращивания сеянцев ели в питомниках, при лесовосстановительных мероприятиях и для составления минеральной подкормки для нужд лесного хозяйства.

Обследование корневых систем подроста решили отложить в ожидании весеннего развития молодых микоризных окончаний и для сохранения нетипичного местообитания.

Работа рекомендована к.б.н., доц. СПБГУГА Д.М. Ивановым.

УДК 631.1.445.12(47)

РОЛЬ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ В БИОСФЕРЕ

Е.А. Инишева

СОШ № 49, Томск, i.dasha80@mail.ru

Представление о болотах у многих людей не очень хорошее. Злые силы представлены чертями и ведьмами, водяными и русалками, посещающими болота, а также всевозможными кикиморами, которые заманивают людей в топи болотные. Об ужасах, связанных с болотами, написано немало, поэтому люди думают, что болота – это страшные места, где погибают случайные путники. Но это не так!

Болот на Земле очень много! И они интересны. Возьмем, например, растительность болот... Что же это за болотные растения, которые создают болото? Давно доказано, что для жизни растений необходимы свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. Но если воды в почве много, то не остается места для воздуха. Как же быть болотным растениям? А летние засухи как пережить? Поэтому эти растения приспособились к таким условиям и отличаются от других растений. На болотах царствуют мхи! Мхи отличаются простотой организацией. Устойчивы к длительным периодам засухи, могут в засушливый период даже терять признаки жизни и оживать при появлении влаги. В темноте некоторые виды мхов светятся, что породило немало легенд о том, что это – гномы, по ночам охраняют скрытые сокровища, которые никто не мог найти при дневном освещении.

Когда воды на болоте становится больше, то растения превращаются в торф. Так образуется болото. А какие красивые растения растут на болотах: ежеголовка, аир, водные лютики, дербенник, герань болотная и многие другие. Все вместе – растения и другие организмы (микрофлора, грибы, водоросли, фауна и т.д.) образуют болотную семью. И животные, и микроорганизмы в болотах тоже свои, особые. И вся эта болотная семья создает торфяную почву.

Болота на Земле очень важны. Они привлекают своеобразием растительности, ягод и грибов, животного мира, особенно птичьего царства, залежами торфа, железной руды, которые находят применение во многих отраслях хозяйства. Ученые выявили, что болота, например, влияют на климат, так как много поглощают углекислого газа из атмосферы. В холодные и жаркие периоды болота противостоят перегревам и переохлаждениям воздуха, а также засухам, смягчая микроклимат не только над площадью болота, но и на прилегающих территориях. Торфяные болота способны поглощать много загрязняющих веществ из атмосферы, такие как мышьяк, селен, свинец, кадмий, ртуть и другие.

На болотных почвах произрастают культурные растения. Но сначала болота осушают, потом убирают деревья и делают культурные поля. И экологическая роль болот превращается в доброе дело для людей. Болота издавна являются местами отдыха людей – сбора ягод, грибов, лекарственных растений, охоты, а также объектами туризма, экологического образования и науки. И болота для экологического туризма интересны не менее чем океаны, горы, леса, реки и другие объекты природы. Вот, что сказал о болотах академик К. Сытник: «Болота так много могут дать человеку уже теперь, что наша задача – постараться сохранить все многообразие этих интереснейших природных систем, совмещающих в себе черты озер и суши. Но суша эта особая: она представлена торфом. Вода в болотах тоже особая...» (Цитируется по Л.И. Инишевой, Б.С. Маслову, 2013 г.).

Недаром профессор В.В. Докучаев (1900) писал: «Сегодняшние непроходимые болота и топи, с которыми так упорно воевал Великий Пётр, которые до сих пор уносят из его любимой столицы тысячи напрасных и преждевременных жертв, завтра могут превратиться в прекраснейшие луга, сады и огороды и доставлять человеку столь ценное топливо... – умейте только ими овладеть, для чего имеется, однако одно единственное средство – предварительно изучить, познать их» (выделено В.В. Докучаевым).

Литература

1. Инишева Л.И. Маслов Б.С. «Загадочный мир болот». Томск: изд-во ТГПУ, 2013. 208 с.

Одной из важнейших агроэкологических проблем в современном мире является интенсивное загрязнение верхних слоев почвы тяжелыми металлами. Среди тяжёлых металлов в почве часто встречаются металлы высокой биологической токсичности, такие как ртуть, кадмий, свинец, хром, цинк, никель, а также другие менее токсичные металлы, но также загрязняющие почву. Опасность поступления в окружающую среду тяжёлых металлов определяется тем, что в отличие от органических загрязнителей, они не разрушаются, а переходят из одной формы в другую, в частности, включаются в состав солей, оксидов, металлоорганических соединений. Тяжёлые металлы оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека по трём путям воздействия: ингаляционное, оральное и через кожу. Занимаясь химико-экологическими исследованиями в лаборатории химии окружающей среды в центре экологического образования лицея № 389, мы заинтересовались состоянием почвы на территории центра и решили исследовать содержание тяжёлых металлов в ней.

Объект нашего исследования: почва.

Предмет исследования: содержание в почве тяжёлых металлов.

Цель работы: оценить загрязнённость почвы тяжёлыми металлами. Определив цель, мы поставили задачи: ознакомиться с литературой по обозначенной проблеме; изучить методики обнаружения тяжёлых металлов в почве. Провести анализ почвы.

Выдвинули гипотезу: исследуемые почвы могут содержать тяжёлые металлы. Для исследования были взяты пробы почвы в различных отделах центра экологического образования. Приготовлены водные вытяжки для обнаружения тяжёлых металлов. Учитывая возможности лаборатории произведён анализ почвенной вытяжки с помощью тест-комплектов и тест-систем «Крисмас+» на содержание меди, железа, никеля и свинца. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица. Содержание тяжёлых металлов в почве
по результатам анализа.

Результаты	Содержание тяжёлых металлов в почве (мг/кг)			
	Cu ²⁺	Fe	Ni ²⁺	Pb ²⁺
Тест-комплект	–	355	1.0	1.5
Тест-система	0.25	350	1.5	–
ПДК (мг/кг)	3.0	–	4.0	32.0

Выводы. Проведенные исследования показали, что в пробах почвы содержатся тяжелые металлы в незначительном количестве, не превышающем ПДК. Исключение составляет железо, так как для него не определена предельно допустимая концентрация. Достоверность наших исследований вызывает у нас сомнения ввиду сложившихся погодных условий и отсутствием более точного оборудования. Но тем не менее мы собираемся продолжить наши исследования в этой области.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования высшей категории З.С. Михайловой.

УДК 574.21

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ

А.А. Луняк, В.П. Мыльникова, О.К. Онищенко

«Академическая гимназия 56», ГБОУ школа № 372, ГБУ ДО ДД(Ю)Т
Московского района Санкт-Петербург
eco_ddut@mail.ru

Редька масличная (*Raphanus sativus oleiferus metzg.*) – ценная сельскохозяйственная культура, в последнее время приобретающая все более широкое распространение в силу ее масличных, сидеральных и кормовых качеств. В настоящее время в целях повышения продуктивности сельскохозяйственных растений большое внимание уделяется использованию биопрепаратов, изготовленных на основе ассоциативных азотфиксирующих штаммов бактерий.

Цель работы – исследование влияния штаммов бактериальных препаратов на рост и продуктивность редьки масличной.

Для исследований был выбран сорт редьки масличной Радуга. Редька масличная сорта Радуга характеризуется, как холодостойкая культура, растет и цветет до конца октября, что позволяет высевать её после уборки основной культуры до второй декады сентября.

Для определения влияния бактериальных штаммов на всхожесть семян редьки масличной был проведен лабораторный опыт. Суть лабораторных опытов с бактериальными препаратами заключалась в том, что семена обрабатывали ими и помещали в чашки Петри на влажную фильтрованную бумагу для проращивания. Было выявлено, что бактериальные препараты оказывали стимулирующее влияние на всхожесть и энергию прорастания семян по отношению к контрольному варианту.

Установление наиболее эффективного взаимодействия определенного штамма ризобактерий и образца редьки масличной проводилось в полевых опытах. Анализ влияния инокуляции ризосферными ростостимулирующими бактериями на рост и продуктивность редьки масличной проводилась по следующим основным характеристикам: высота растений, количество соцветий, количество ветвлений побегов, количество листьев, площадь листьев, сырая масса надземных органов растений, накопление сухого вещества растениями.

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Инокуляция семян редьки масличной штаммами ассоциативных ризобактерий особенно флавобактерином и мизорином, повышает всхожесть семян и стимулирует рост проростков.

2. Обработка семян ассоциативными ризобактериями усиливает ростовые процессы надземных органов, увеличивая количество листьев, количество ветвлений побегов, а также количество соцветий, что позволяет предположить повышение их семенной продуктивности и медоносности.

3. У инокулированных растений увеличивается площадь листьев, что позволяет растению увеличивать массу надземных органов в некоторых вариантах до 30 %, повысить накопление сухого вещества растений до 25 %.

4. По сумме изученных показателей, из всех исследуемых нами штаммов ассоциативных ризобактерий, наибольшее действие на растения оказывают препараты флавобактерин и мизорин.

Руководители:

1. Г.В. Мартыненко, учитель биологии, педагог дополнительного образования.

2. Е.Н. Чальцева, учитель биологии высшей категории.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ
«БЕРЕЗОВАЯ РОЩА»

К.В. Микеладзе

ЦДО «Созвездие», город Тутаев, tryndina-tatyana@mail.ru

Тутаев – древний красивый и живописный город на Верхней Волге с богатой, интересной историей. С севера к левобережной части города вплотную примыкает опытно-производственное хозяйство «Тутаево». По существу, это уже начало города. На территории хозяйства находится прекрасная березовая роща, посаженная жителями поселка в память о Победе в Великой Отечественной Войне, в 1945 году. Из бесед со старожилами поселка узнали, что посадка берез проводилась по инициативе и под руководством директора опытного хозяйства Владимира Александровича Терещенко. Березки располагались так, что если встать в центр рощи, то можно увидеть, что деревья образуют пятиконечную звезду, подтверждением тому служит аэросъемка, сделанная в 1990 году. Такое расположение совсем неслучайно: роща была заложена в честь Победы. В 2007 году территория рощи была отдана в аренду СХПК «Золотое руно», который специализируется на разведении крупного рогатого скота. Жители поселка писали письма в администрацию города, общественные организации с просьбой вывести землю рощи из аренды, чтобы сохранить природный памятник для потомков.

Цель: изучение состава почв памятника природы «Березовая роща»

Задачи: 1. выполнить отбор проб почв на территории рощи; 2. определить морфологические свойства почвы; 3. провести химический анализ почвы.

При отборе проб грунта для определения физико-механических свойств, учитывались требования ГОСТ 12071-60. Отбор проб грунта из шурфов производили послойно. Высота каждого шурфа составила 1 м, также были построены геолого-литологические колонки, изображающие специальными условными знаками в масштабе, 1:100, последовательность напластований горных пород (грунтов). Общее количество проб составило 7 (шурф – 4, индивидуальные – 3), общим весом 2.7 кг. Для удобства точки отбора пронумеровали: № 1, 2 – шурф, № 3–5 – индивидуальные. Шурф № 1 соответствует точкам отбора (1, 2) в месте, где производился выпас; шурф № 2 соответствует точкам отбора (3, 4) в месте, где почвы естественные, ненарушенные. Индивидуальные пробы были отобраны в трех точках территории, № 5–7. По структуре почвы шурфа № 1, проба 1: комковато-зернистая; проба 2: крупнозернистая;

шурф № 2, пробы 3, 4: зернистые, средне комковатые. Окраска почвы (по С.А. Захарову) – шурф № 1, проба 1: светло-серый; проба 2: светло-коричневый; шурф № 2, проба 3: светло-коричневый; проба 4: оранжевая, такую окраску придают почвам соединения трехвалентного железа (оксиды, гидроксиды, сульфаты). Образцы индивидуальных проб (5–7) имели одинаковую окраску темно серого цвета. По показателю кислотности, образцы 1–3 слабокислые (рН 6), № 4, кислая (рН 5). В лаборатории Центра были выполнены анализы почвы по показателям: содержание сульфатов, хлоридов и нитратов. В результате получили следующие результаты: содержание сульфатов в пробах составляет 0.1 мг/кг, хлориды 0.5 мг/кг, нитраты 12.5 мг/кг, что не превышает нормы. Исходя, из обследования и сравнивая, условия залегания верхних слоев почвы и нижележащих подстилающих грунтов можно отметить, что в шурфе № 2 (естественный), вскрыты почвенный горизонт и подстилающий суглинок ненарушенной структуры. Они имеют естественный баланс грунтовых вод и достаточное количество растительных остатков, делающих почву плодородной, тогда как шурфом № 1 вскрыты горизонты, обеднённые как растительными остатками, так и влагой, кроме того, грунты шурфа № 1 имеют нарушенную структуру. Вследствие выпаса на территории рощи скота, наблюдается большое уплотнение и нарушение водного баланса.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования Т.С. Трындиной, геологом А.А. Власовым.

ЛИТОГЕННЫЕ, ПЕДОГЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПРУДАХ АЛЕКСАНДРОВСКОГО ПАРКА ПЕТЕРГОФА

К.В. Мозго, А.А. Хожайнова, А.П. Юрова

Педагоги: А.С. Красова, М.А. Надпорожская

ГБОУ СОШ 416, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ», marinta@mail.ru

Проводили наблюдения за качеством воды в системе прудов Куринка Александровского парка в Новом Петергофе (органолептические свойства, рН, минерализация, качественная реакция на хлориды) в мае и сентябре 2018 года. Аналитические исследования проводили общепринятыми методами (Новиков и др., 1990). Куринка состоит из трех водоемов, отделенных друг от друга запрудами. Согласно исследованиям Натальи Ивановны Гольцовой (устное сообщение) часть воды в Куринку подается по подземной трубе из Самсониевского водовода. Средняя

глубина Куринки 1.5–2.0 м, наибольшая около 3.0 м. Рыбаки здесь ловят окуня, щуку, ротана, карася, плотву. В период нашей работы все пробы воды имели слабую желтоватую окраску, были прозрачными и почти без запаха. pH и минерализация вод повышались от 7.5 и 150–180 мг/л до 8.0–8.5 и 250–300 мг/л соответственно от северных водоемов системы прудов Куринки к южному водоему, в который введена подземная труба. Щелочной диапазон pH и минерализация около 300 мг/л характерны для вод фонтанного водовода. Около трубы и рядом с запрудой в середине парка было отмечено повышенное содержание хлоридов. Качество воды прудов влияет на водную растительность, на водных обитателей. Повышение содержания хлоридов может говорить о возможном антропогенном загрязнении. Качество воды системы прудов Куринка формируется в результате действия комплекса факторов: литогенных, педогенных и антропогенных. Воды, фильтрующиеся в Куринку из прилегающих дерново-подзолистых почв и почвообразующих пород, представленных бескарбонатной мореной, имеют pH от нейтральной до слабокислой и маломинерализованы (около 100 мг/л). Воды фонтанной системы поступают с Ижорской возвышенности, сложенной известняками. Эти воды содержат растворенный бикарбонат кальция, более минерализованы и щелочные. В зависимости от того, каких вод поступает больше, из водовода, или фильтрующихся с прилегающей территории, варьирует качество вод Куринки. Влияние антропогенного фактора выражено в загрязнении вод Куринки хлоридами. Пока оно незначительное, но требует контроля.

Литература

1. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина 1990. 399 с.

УДК 631.4

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Г.Х. Отаева, Л.К. Сукиасян, К.Л. Айбатов

Педагог: А.Б. Александрова

МБОУ «Школа № 144», г. Казань, adabl@mail.ru

Почвы обеспечивают жизнедеятельность зеленых насаждений, определяют их эстетическую ценность, а также выступают элементом ландшафта, определяющим образ архитектурного ансамбля школы. Органическое вещество почв служит источником необходимых элементов питания для растений.

Цель: изучить гумусное состояние почв территории школы № 144 г. Казани.

Задачи: 1. Исследовать морфологические особенности почв; 2. Классифицировать изученные типы почв, согласно современным представлениям систематики и диагностики антропогенных почв; 3. Изучить некоторые химические свойства (рН и содержание гумуса) в почвах.

Объектом изучения в летний период 2018 года были почвы на территории школы № 144 г. Казани. На девяти участках были заложены почвенные разрезы (прикопки) и отбирались образцы с каждого диагностируемого горизонта. В 9 смешанных образцах верхнего горизонта определяли рН водной вытяжки [1], содержание гумуса по Тюрину [2]. Систематическая принадлежность изученных почв проводилась согласно принципам, предложенным М.И. Герасимовой с соавторами [3].

Обследование показало, что изученные почвы характеризуются мощностью искусственно-гумусового горизонта, варьирующего от 5 до 10 см, супесчаным и легкосуглинистым гранулометрическим составом, непрочной комковатой и комковатой структурой, а также наличием включений в толще почвенного профиля. Цвет верхнего горизонта почв варьирует от коричневого до серого.

Почвенный покров пришкольной территории представлен тремя типами антропогенных почв: экраноземами, урбаноземами и реплантоземами. Экраноземы – запечатанные под слоем асфальта почвы. Урбаноземы – почвенный профиль состоит из одного или нескольких горизонтов урбик (U1, U2), в их профиле может содержаться с антропогенный мусор (щебень, стекло, пластик). Урбаноземы, как правило, характеризуются отсутствием на поверхности растительности и коричневой цветовой гаммой верхнего горизонта. Реплантоземы – почвы, состоящие из маломощного гумусового слоя или торфо-компостной смеси, нанесенной на поверхность рекультивируемой породы. Это почвы газонов. Проективное покрытие растительности реплантоземов составляет от 40 до 100 %. Цвет верхнего горизонта реплантоземов варьирует от серой до серо-коричневой окраски. Урбаноземы и реплантоземы характеризуются супесчаным и легкосуглинистым гранулометрическим составом.

рН водной вытяжки изученных почв варьирует от 7.4 до 8.0. Содержание гумуса в зависимости от типа почв различно. Реплантоземы (n = 7) содержат гумус в среднем 10.5 %, что объясняется конструированием реплантоземов путем нанесения торфо-земляной смеси на поверхность рекультивируемой породы. Среднее содержание гумуса в урбаноземах (n = 2) составляет 1.4 %, что обусловлено вытаптыванием и отсутствием растительности на поверхности почв.

Литература

1. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв: Учебник. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 272 с.
3. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.

УДК 631.10

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛЛЮСКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГУМУСА

Е.А. Подурец, О.И. Подурец

МБОУ Лицей № 104, г. Новокузнецк, poduretsliza@mail.ru

Новокузнецкий институт Кемеровского государственного университета,
glebova-podurets@mail.ru

Vermicompost is a valuable organic fertilizer. The most common technology for obtaining vermiculture is vermiculture. Processing of organic waste is also possible with the use of shellfish. During the life of snails the original soil is gradually transformed as a result of the accumulation of nutrients in it.

Производство биогумуса из органических отходов является актуальным направлением науки. Широкому развитию технологий способствовали негативные процессы, вызванные активной деятельностью человека – скопление органических отходов от различных производств и бытового мусора. Введение вермикультур для утилизации органических остатков решает проблему переработки отходов и создание удобрения для сельскохозяйственных культур. Переработка органических отходов осуществляется и другими организмами (грибы, бактерии, насекомые, водоросли и т.д.), которые продуктами жизнедеятельности и физиологически активными веществами изменяют субстрат.

Цель работы – изучить морфологические, физико-химические свойства биогумуса, образованного в процессе жизнедеятельности *Achatina fulica*. Задачи исследований включали изучение анатомии и физиологии улитки, определение морфологических, физических и химических свойств преобразованного субстрата, а также диагностика его пригодности для выращивания растений.

В изначальном субстрате, представленным песком, отмечается накопление биоморф и веществ различного химического состава, образующихся в процессе разложения остатков пищи и биохимического синтеза, которые коагулируют или кристаллизуются, а при многократном повторении процессов, откладываются в грунте и изменяют его. Постепенное накопление гумусовых веществ увеличивает содержание тонкодисперсных частиц органического происхождения; уменьшает незначительно количество частиц физического песка. Гранулометрический состав изменился до легкого суглинка. Содержание частиц физической глины увеличивается до 21 %, гигроскопической влаги до 5 %. Кислотность среды изменяется от нейтральной в изначальном субстрате до слабокислой, что объясняется накоплением кислых органических фульвокислот. Для биогрунта, образуемого дождевыми червями, pH нейтральная, что связано с образованием и накоплением органических гуминовых кислот. Важным показателем является накопление гумуса, что определяет переход минерального грунта в биогумус. Расчет содержания гумуса производился по общему углероду и отмечен рост показателя более чем в 10 раз. Определение биологической активности и токсичности грунта построено на методах фитоиндикации с использованием семян кресс-салата и горчицы. Наиболее высокие результаты на изначальном грунте по энергии и скорости прорастания, всхожесть и дружность, отличались не существенно. Энергия прорастания семян на 7 % больше на биогумусе, чем на песке. Специфичностью биогумуса, полученного в процессе биогенного преобразования улитками, от биогумуса, производимого дождевыми червями, является формирование слабокислой среды, поэтому его рекомендуется использовать для растений, для которых данные условия оптимальны.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.И. Подурец.

КАЧЕСТВО ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В МАЛЫХ ПРУДАХ ПЕТЕРГОФА И ОКРЕСТНОСТЕЙ

Е.П. Стадник, В.И. Журавлева

Педагог: М.А. Надпорожская

ПГиА II, ГБОУ СОШ 567, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ», marinta@mail.ru

Работа является продолжением исследования, начатого нами в 2017 году (Стадник и др., 2017). Экологическое состояние городских прудов зависит от качества растительности и почвенно-грунтового покрова прилегающих территорий. Чем меньше пруд, тем сильнее выра-

жена эта зависимость. Контрольные обследования малых прудов должны проводиться регулярно. Цель текущего этапа работы повторные наблюдения за приоритетными показателями качества воды (органолептические свойства, pH, общая минерализация и качественное определение хлоридов) в трех небольших прудах Петергофа и его окрестностей: Фигурный пруд (Мартышкино, ул. Жоры Антоненко), пруд Круглый 1 (Петергоф, Голицынский садик), Круглый 2 (Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, д. 11). Качество воды в изученных прудах не изменилось. Небольшие колебания pH, минерализации и наличия хлоридов обусловлены текущими погодными условиями и экологической обстановкой. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) воды около берега прудов 400–480 мВ говорит о хорошей аэрации на мелководье. ОВП в пробах донных отложений варьировал от –130 до +85 мВ, что свидетельствует о преобладании восстановительных процессов за счет разложения органических остатков (Белкина, 2014). Микроскопические исследования выявили наличие тонких красных и синих волокон микропластика в пробах воды. Выводы. Качество воды в изученных прудах за текущий год не изменилось. ОВП воды прудов в слабо-окислительном диапазоне, а донные отложения имеют интенсивно восстановительные значения ОВП. Такие физико-химические параметры характерны для малых городских водоемов, нуждающихся в периодической очистке от нарастающих водных растений и донных отложений. Наличия микропластика в водах изученных прудов было установлено в пробных тестах и требует проверки.

Литература

1. Стадник Е., Журавлева В., Надпорожская М.А. Изучение экологического состояния прудов Петергофа и окрестностей // Мат-лы XI молод. экол. школы-конференции с межд. участием в усадьбе «Сергиевка» 2017 г. СПб.: изд-во ВВМ. 2017. С. 200–202.
2. Белкина Н.А. Изменение окислительно-восстановительного состояния озерных донных отложений под влиянием антропогенных факторов (на примере Ладожского и Онежского озер) // Общество. Среда. Развитие. 2014. № 3. С. 152–158.

Выражаем благодарность Л.В. Чистяковой за научные консультации.

Волгоградская область расположена на юго-востоке Русской равнины, вдали от океанов и морей. Поэтому климат области континентальный, с холодной, малоснежной зимой и продолжительным, жарким, сухим летом. Весна короткая, осень теплая и ясная. Равнинный рельеф способствует проникновению в наш регион различных воздушных масс: зимой вторгается холодный, сухой, континентальный воздух. В течение всего года не исключается возможность проникновения в нашу область сухого арктического воздуха. Зимой, например, он еще более усиливает мороз, летом делает погоду прохладной. Особенностью континентального климата являются большие амплитуды колебания температур: среднегодовые в пределах 30–32 °С. Область получает много тепла и имеет длительный вегетационный период, который продолжается от 145 до 165 дней. При обилии тепла и света большое значение имеют атмосферные осадки, однако их наша область получает явно недостаточно. В Заволжье в течение года выпадает всего 270–300 мм. осадков, на северо-западе – 400–500 мм. Как известно, качество почвы определяется ее способностью давать растительным организмам в достаточном количестве питательные вещества, необходимые для их нормального роста и развития. Однако плодородие почвы может быть частично или полностью утрачено в результате различных причин.

Одной из них является засоление. Почвенное засоление является одной из самых серьезных экологических проблем Советского района Волгограда, так как вблизи расположены сельскохозяйственные поля и пастбища. Засолению почв способствует и орошение. Неумеренный, бессистемный полив при неглубоком залегании грунтовых вод и отсутствии дренажной системы ускоряют процессы засоления. Грунтовые и поливные воды, поднимаясь по капиллярам почвы, транспортируют наверх солевые растворы. Большинство растений (как культурных, так и дикорастущих) не могут расти в условиях засоления почв. Повышенное содержание солей в первую очередь отрицательно влияет на корневую систему. Так, например, большой урон почвам наносит нерациональное использование естественных пастбищ. Ведь, как правило, численность скота на пастбищах превышает допустимые нормы. Животные выедают и разрушают копытами растительный покров, который долгое время не может восстановиться.

Используя химические знания, полученные по неорганической химии в 9 классе, мы определяли наличие этих солей в почве, взяв пробы почв с полей.

1. Обнаружение карбонатов в почве.
2. Определение наличия хлоридов в почве.
3. Обнаружение сульфат-ионов в почве.
4. Обнаружение ионов натрия.

По результатам исследования выработаны рекомендации по улучшению экологического состояния почв

Рекомендации:

1. Чтобы выяснить причину плохого роста растений необходимо исследовать экологическое состояние почв.
2. Необходимо проводить многократное рыхление почвы, для улучшения ее структуры и аэрации.
3. Обязательно вносить органические удобрения: навоз, торф, компост.
4. Если почва кислая – провести известкование.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии Н.Е. Степановой.

УДК 574.21

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ЦИНКА НА МОРФОЛОГИЮ И ОСНОВНЫЕ ЖИЗНЕННЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧВЕННЫХ ПРОСТЕЙШИХ

Е.А. Тхабисимов, А.А. Акавова, Е.А. Галанцева
«Академическая гимназия 56», ГБОУ школа № 362, ГБОУ школа
№ 351, ГБУ ДО ДД(Ю)Т Московского района Санкт-Петербург
eco_ddut@mail.ru

Целью данного исследования является выявление токсического действия солей тяжелых металлов на одноклеточных животных, обитающих в верхних горизонтах почвы. Одна из поставленных задач – исследовать влияние ионов цинка на морфологию и основные жизненные функции (движение, размножение, инцистирование) почвенных простейших.

Для лабораторных опытов были выбраны встречаемые в образцах почвы простейшие из разных групп. Образцы лесной подстилки отбирали вместе с находящимися на их поверхности мхом с тем, чтобы сохранить наиболее полный состав одноклеточных. Для выяснения процессов влияния ионов цинка на живые организмы в лабораторных условиях чистые культуры (метод разведения) простейших помещали в питатель-

ные среды. Затем отсаживали на часовые стекла, хранили их в чашках Петри, на дно которых была положена влажная фильтровальная бумага. К капле с простейшими добавляли по 2 мл нужной концентрации растворов солей тяжелых металлов. Контролем служила чистая культура одноклеточных. О силе действия солей ТМ судили по изменению в морфологии и основных жизненных функциях: движении, размножении, инцистировании. В работе использовали микроскоп марки МИКМЕД-1 с окуляром $\times 15$ и объективами $\times 20$ и $\times 40$.

Морфологические изменения проявляются в разных группах при различных концентрациях сульфата цинка в диапазоне 0.5–10 и 30–100 мг/л. Для всех одноклеточных характерно изменение формы, уплотнение цитоплазмы и прекращение циклоза.

Наиболее чувствительными к воздействию солей тяжелых металлов оказались жгутиковые. У жгутиконосцев (35 мкм) увеличивается сократительная вакуоль (иногда появляется 2–3 сократительные вакуоли), отпадает жгутик, исчезает ядро. Процесс происходит в течение 2-х суток.

Для инфузорий (180 мкм) характерно отпадение ресничек, выпячивание пелликулы, исчезновение макронуклеуса, распад вакуоли. Разрушение клетки происходит после 5 суток.

У амёбы (200 мкм) исчезают псевдоподии, клетка пытается инцистироваться, но происходит разрушение мембраны. Процесс наблюдается до 5 суток. На десятые сутки происходит гибель всех объектов.

Морфологические изменения сопровождаются изменениями поведения (движения) протистов. Критерием изменения движения под действием ионов цинка было время остановки примерно 50 % особей.

Жгутиконосцы *Euglena viridis* длительное время сохраняли подвижность при концентрации 0.5–10 мг/л (наблюдение составило 2 часа). При 100 мг/л ионов цинка остановка примерно 50 % наблюдалась в течение 1 часа; при 200 мг/л время остановки произошло через 15–20 мин.

В зависимости от концентрации тяжелых металлов время остановки, примерно 50 % особей, составило от 3 до 5 часов при 100 мг/л.

При концентрации 0.5–10 мг/л у инфузорий время остановки 50 % особей, составило 7 дней; при 100 мг/л до 2 суток.

Процессов размножения у простейших при внесении ионов цинка не наблюдалось.

Раковинные амёбы среди почвенных протистов оказались самыми устойчивыми к действию солей тяжелых металлов. Однако при определенных концентрациях (150 мг/л) у мелких тестацид (*Trinema lineare*, *Corythion delamarei*), размеры которых не превышают 40 мкм,

наблюдались морфологические изменения, выражающиеся в деформации раковин, образование предцисты и цисты покоя. Отдельные клетки погибли и в пробе остались пустые раковины. У крупных форм (*Nebela*, *Euglypha*), размеры которых достигают 160 мкм, изменение формы раковины не обнаружено.

Данное исследование показало, что раковинные амёбы среди почвенных протистов самые защищенные организмы от действия солей тяжелых металлов.

Руководители:

1. Т.А. Иудина, к.б.н., доцент, методист, педагог дополнительного образования.

2. Е.Н. Чальцева учитель биологии высшей категории.

УДК 574.21

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

В.И. Хробрых, А.С. Булатова, А.Н. Черных

«Академическая гимназия № 56»,

ГБОУ школа № 351, ГБОУ ДО ДД(Ю) Т Московского района

г. Санкт-Петербурга, eco_ddut@mail.ru

Наша работа по изучению влияния различных доз минеральных удобрений на рост и развитие тритикале, позволяет выявить эффективность отдельных химических элементов на рост и продуктивность этой культуры, что позволит определить оптимальные нормы внесения минеральных удобрений в нашей климатической зоне.

Цель исследования: выяснить влияние возрастающих доз минерального азота на ростовые процессы и продуктивность ярового тритикале.

Тритикале (от лат. *triticum* – пшеница и лат. *secale* – рожь) – злак, гибрид ржи и пшеницы, представляет собой новый ботанический род. Эта культура получена в результате скрещивания озимой ржи, мягкой и твердой пшеницы. Она сочетает в себе положительные качества пшеницы и ржи и является перспективной культурой для получения хлебопекарной муки, крахмала, солода, производства комбикормов (Алли, 1978). Тритикале имеет более высокую озерненность колоса и, следовательно, большую продуктивность. Тритикале имеет озимые и яровые формы. Растения тритикале устойчивы ко многим болезням, свойственным хлебам (Егорова, 1981) Урожайность тритикале достигает до

70 ц/га, что приближается к наивысшей урожайности сортов пшеницы. Главной особенностью тритикале является высокая устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, высокая приспособленность к различным типам почв, в том числе кислым и переувлажненным, поэтому тритикале можно использовать в условиях северо-запада России (Шулыгин, 1981).

Объект исследования – сорт яровой тритикале «Гребешок». Опыты выполнены на дерново-подзолистых супесчаных почвах биостанции РГПУ им. А.И. Герцена. Обработку материалов проводили в эколого-биологическом отделе ДД(Ю)Т Московского района. Схема вариантов опыта:

- Контроль (без внесения удобрений);
- РК (внесены фосфорные и калийные удобрения из расчета по 60 кг/га – фон РК);
- N-30 РК (внесено 30 кг азота и фон РК);
- N-60 РК (внесено 60 кг азота и фон РК);
- N-90 РК (внесено 90 кг азота и фон РК).

В работе использованы распространенные и эффективные минеральные удобрения для дерново-подзолистых супесчаных почв Ленинградской области. В качестве азотных удобрений использована аммиачная селитра, фосфорных – суперфосфат с содержанием активного фосфора 26 % и калийных – калий хлористый с содержанием активного калия 60 %.

При изучении структуры урожая обнаружено стимулирующее действие азотных удобрений на основные показатели, такие как: масса 10 растений, масса главных побегов, масса соломы, число и масса зерен. В варианте с внесением фосфорных и калийных удобрений не обнаружено существенного влияния удобрений на высоту растений. Внесение азота в дозе N-30 не оказало существенного влияния на массу зерен. Доза N-90 стимулировала увеличение массы зерен, но уступала по эффективности дозе N-60. Проведенные нами исследования показали, что ведущую роль в повышении урожайности зерна тритикале на дерново-подзолистых почвах играют азотные удобрения. Вместе с тем следует не превышать экономически и экологически обоснованные нормы внесения. Для данных почв такой нормой является доза азота 60 кг на 1 га посева. Более высокие дозы (90 кг/га) не превышает урожай зерна и является избыточной.

Работа рекомендована д.с.-х.н. Г.А. Воробейковым, учителем биологии высшей категории Е.Н. Чальцевой, к.б.н. И.В. Панкратовой.

ЛЕСОЗАЩИТНЫЕ ПОЛОСЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХОЗЯЙСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Цыбульский, Е.А. Ловыгина, О.А. Бобичева

Муниципальное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 15
Советского района Волгограда», udodowa.zoya@yandex.ru

Актуальность работы. Территория Волгоградской области уже более двух веков интенсивно используется в сельскохозяйственном производстве. Под таким воздействием на почвы, они интенсивно деградируют. Как установлено учёными, наиболее экологичным и экономичным способом защиты от деградации, является создание систем защитных лесных насаждений (ЗЛН). В Волгоградской области имеется более 144.1 тыс. га ЗЛН. Защитная лесистость изменяется от 2.67 % на северо-западе, до 0.38 на юго-востоке. Насаждения занимают небольшую площадь, но, обладая благоприятными свойствами, выполняют ряд важных функций: регулируют сток, защищают территорию от суховеев и пыльных бурь, увеличивают урожай сельскохозяйственных культур, повышают плодородие почв, улучшают условия выпаса скота, являясь при этом дополнительным источником питания, обогащают видовой состав флоры и фауны и пр. ЗЛН являются одним из основных регуляторов устойчивости геосистем. В этой связи чрезвычайно важно определение роли ЗЛН в эколого-хозяйственном состоянии (ЭХС) территории и степени их влияния на агроэкосистемы.

Целью работы является определение и оценка факторов, влияющих на ЭХС земель области, и установление значения роли ЗЛН в его улучшении.

Для осуществления поставленной цели были решены следующие задачи:

- Проведена оценка ЭХС территории области.
- Выявлены ведущие факторы, влияющие на ЭХС.
- Определено влияние ЗЛН на ЭХС территории.
- Проведен агроэкологический анализ состояния ключевых участков в целях улучшения сложившегося ЭХС территории.
- Составлены предложения по оптимизации хозяйственной деятельности.

Научная новизна. Впервые на основе методики Института географии РАН (Б.И. Кочуров, 1987) проведена оценка ЭХС территории Волгоградской области и определен ведущий фактор, влияющий на это состояние. Составлена модифицированная оценка эколого-

хозяйственного состояния территории, учитывающая эколого-мелиоративную роль ЗЛН.

Практическая значимость. Теоретические и практические результаты, проведенных исследований могут использоваться для рационального использования территории и защиты от неблагоприятных факторов с помощью лесонасаждений.

В наших исследованиях основной целью являлось не только определение ЭХС территории, но и нахождение путей его улучшения. Для этого на основе методики ВНИАЛМИ (1985) выбрано несколько полигонов, на которых проведено обследование ЗЛН и анализ хозяйственной деятельности предприятий.

По данным метеостанций составлялись розы ветров. На их основе рассчитывалась суммарная дальность ветроломного влияния лесополос, основанная на методиках Н.Ф. Кулика (1987), Е.А. Гаршинова (2002).

Как показали исследования, эколого-хозяйственное состояние территории области неудовлетворительное. В связи с развитием сельскохозяйственного производства, индустриализацией, урбанизацией оно продолжает ухудшаться. Сельскохозяйственные угодья подвергаются воздействию эрозии, дефляции, засолению.

Работа рекомендована учителем географии З.Ю. Удодовой.

УДК 631.10

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ «ГОРНАЯ ПОЛЯНА»
ГОРОДА ВОЛГОГРАДА, НАХОДЯЩЕЙСЯ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

В.А. Четокينا, Л.М. Фалеева, П.А. Пшеничников
МОУ «Гимназия № 15 Советского района Волгограда»,
udodowa.zoya@yandex.ru

Химический анализ почвы позволяет своевременно выявлять специфические проблемы, связанные с загрязнением и её составом. Состав почвы неоднороден и может существенно изменяться в зависимости от территорий. Почва активно подвергается воздействию со стороны хозяйственной и промышленной деятельности человека. В почву попадает целый ряд опасных загрязняющих веществ (очень распространено загрязнение почвы нефтепродуктами и тяжелыми металлами). Их содержание строго нормируется санитарными нормативами. Почва состоит также из воды (почвенного раствора), газов и живых существ,

обитающих в ней. Почва возникает на границе литосферы и атмосферы в результате воздействия климата и живых организмов (растений и животных) на горные породы и покрывает практически всю сушу, образуя почвенный покров. Для того чтобы понять, как образовался и как живёт этот объект природы, состоящий из твёрдой фазы, воды, воздуха и живого вещества, нужны знания не только по географии, биологии, химии, но ещё по геологии и некоторым разделам физики.

Работа состоит из теоретической и практической части. В теоретической мы изучили, и обобщили материал по интересующим нас вопросам, а в практической части провели исследовательский эксперимент.

Цель работы:

- изучить основные компоненты состава и типы почв;
- исследовать экологическое состояние почвы, находящейся между дорогами второй продольной магистрали;
- изучить выбросы автотранспорта влияние транспорта на состав почвы.

Экспериментальная часть работы состояла из:

1. Отбора проб почв с загрязненного участка (в районе автодороги) и территории загородной зоны «Горная поляна»;

2. Анализа образцов в школьной химической лаборатории. В почвах определялись: гранулометрический состав, кислотность почв, полевая влажность почв и количество почвенных обитателей.

После проведённых анализов, мы выяснили, что в районе автодороги, в почве имеются изменения. Наиболее распространенное автомобильное топливо – бензин – содержит очень ядовитое соединение – тетраэтилсвинец, содержащее тяжелый металл свинец, который попадает в почву. Первый этап оценки любого зелёного насаждения лучше всего начинать с оценки состояния почвы. Мы знаем, что почва является очень важной средой для растений, т.к. вода и минеральные вещества поступают в растение с помощью корней именно из почвы.

Определяются: механический состав, кислотность, увлажнённость и количество почвенных обитателей.

Исследовательская работа ответила на многие вопросы, а также будет интересна многим одноклассникам, кружковцам.

В своей работе мы показали большую значимость и важность экологического состояния почвы, изучили состав и тип почв, основные загрязнения и способы очистки. Мы предлагаем вдоль дороги для улучшения плодородия и состава почвы, раз в 2–3 года снимать верхний слой грунта, и завозить новый, более плодородный с загородной зоны.

Таким образом, мы уменьшим влияние антропогенных загрязнений на состояние почв, растений, микроорганизмов, животных и людей.

Вывод. В зависимости от вида хозяйственной деятельности (или от вида загрязнения) почвы на территории города могут обладать различными токсичными свойствами и тормозить активную деятельность живых организмов.

Работа рекомендована учителем географии З.Ю. Удодовой.

Алфавитный список авторов

Acutis M.	243, 248	Аверьянов А.А.	6
Ali H.	52	Агаджанова Н.В.	56
Buró B.	160	Айбатова К.Л.	359
Daljit Singh Karam	242	Акавова А.А.	365
Harsányi E.	52	Александров Н.А.	251
Hoeppli L.	55	Александрова А.Б.	359
Huang Li	53	Александрова Е.Е.	334
Jankowski M.	50, 51	Аннабаева А.В.	126
Keeren Sundara Rajoo	242	Антоненко Е.М.	16, 35, 106
Michalak J.	50, 51	Афанасьев С.И.	335
Mohamed Hafez.	246	Ачкасов Д.А.	253
Mohammed S.A.	52	Бакунович Н.О.	58
Ndzana Georges Martial	53	Барахов А.В.	9
Perego A.	243	Барбашев А.И.	16, 106
Pfeiffer E.-M.	55	Барсукова Е.А.	212
Sandor G.	247	Безруких А.И.	117
Sivaranjani S.	54	Белик А.Д.	254
Valkama E.	243, 248	Белозерова Е.А.	128
Vybornova O.	55	Белопухов С.Л.	132
Zhang Zhi Yi.	53	Белоусов М.В.	193
Абрамова Т.В.	124	Беляева М.В.	213
Абросимов К.Н.	116	Бобичева О.А.	369
Авдеева А.В.	349	Бовин К.В.	337
		Богданов А.П.	269
		Бойко В.Д.	338
		Болоха К.А.	313
		Борисов П.Б.	7
		Бузылев А.В.	191
		Бузылёв А.В.	74
		Булатова А.С.	367
		Булышева А.М.	58
		Бурачевская М.В.	9
		Бухонов А.В.	295
		Быков Ю.С.	256, 269

Валевич Т.О.	60	Дмитревская И.И.	132
Васильева А.А.	364	Дмитриев М.И.	334
Васильева А.В.	62	Дубинина М.Н.	151, 265, 313
Васильева Г.К.	263	Дубовицкая Н.В.	340, 364
Васильченко С.А.	130	Дударева Д.М.	14
Вахидова Я.Ш.	182	Дудникова Т.С.	16, 106
Вигилянский Ю.М.	132, 156	Дунаева А.А.	266
Вовк Д.В.	340	Дурова А.С.	296
Воробьева А.А.	63	Дущанова К.С.	163
Воробьева А.Н.	341		
Воробьева Е.А.	226	Едемская В.А.	268
Воропанов М.Г.	218	Енчилик П.Р.	18, 22
Вотякова В.С.	65	Ершов Р.А.	269
Вырыпаева К.В.	108		
		Жигалева Я.С.	165
Гаврилова В.И.	258	Жохов В.Е.	347
Галанцева Е.А.	365	Журавлева В.И.	362
Ганичев И.А.	133		
Герасимов И.А.	343	Земсков Ф.И.	89, 218
Гир А.А.	117	Зиборов А.С.	153
Глебова А.А.	260	Зинченко В.В.	16
Глухих Е.Ф.	11	Зубова Е.А.	349
Глушков П.К.	135	Зыкова М.В.	193
Годымчук М.А.	7		
Голиков М.В.	215	Ибрагимова И.Л.-А.	335
Головлева Ю.А.	67	Иванов Е.Д.	20
Голубина О.А.	193	Иванова А.Е.	226
Гончаров Н.В.	216	Иванова В.Д.	350
Гордеева К.А.	137	Иванова И.А.	7
Горепекин И.В.	261	Ильинцев А.С.	256, 269
Горохова С.М.	11	Ильичев И.А.	184
Гребнева Е.С.	344	Ильичёв И.А.	218
Гусева И.А.	34, 137	Ильичев П.А.	70
		Ильичева П.И.	220
Данилин И.В.	12	Ильченко Я.И.	138
Данилова Т.Н.	126	Илюшкова Е.М.	109
Даньшина А.В.	263	Инишева Е.А.	352
Демина С.А.	161	Иовчева А.Д.	22
Денисова Е.Э.	69	Искандирова Ю.Р.	140
Деткова М.Г.	346		

Каликина А.Л.	273	Кучеренко А.В.	142
Калнин Т.Г.	222	Кучменко Е.В.	142
Каплан А.В.	271		
Капустина И.С.	290	Лазарева М.А.	78
Карпов М.С.	364	Лентина А.А.	117
Квиткина А.К.	14	Литвинов Ю.А.	212
Киреев П.С.	346	Лиховидова А.А.	143, 153
Киселёва Н.А.	273	Лобзенко И.П.	9
Киселева Н.Д.	80, 94	Ловыгина Е.А.	369
Кислякова М.Р.	185	Логвинова Л.А.	193
Ковалева Н.О.	172	Лойко С.В.	86
Коваленко А.В.	274	Ломовцева Д.Д.	80
Ковязин Н.Н.	187	Лоншакова А.А.	113
Кожина О.Б.	346	Лопатовская О.Г.	320
Козлов А.В.	24, 111	Лошкарева Д.С.	195
Козлова А.В.	189	Лукин М.В.	89
Козляева М.Н.	354	Луняк А.А.	355
Козырев А.С.	174	Лыхман В.А.	265
Комарова Т.В.	276		
Константинов А.О.	76	Майорова А.Н.	282
Константинова Е.Ю.	106	Макаренко А.К.	89
Конюшкова М.В.	56	Малышева Е.А.	284
Коркин Г.О.	43	Марголина А.О.	285
Коркин Ф.С.	113	Мартынова Д.О.	114
Костин А.С.	278	Маслов М.Н.	196, 203
Костылёв А.А.	117	Маслова О.А.	196
Кочеткова В.А.	26	Матюгин В.А.	287
Кошелькова М.М.	117	Махиня Д.В.	27
Кравченко Е.И.	223	Медведева А.М.	142, 145
Красова А.С.	358	Мельник И.В.	289
Кривошеков С.В.	193	Мельникова А.А.	147
Крючкова М.О.	226	Метлина Г.В.	130
Кузнецова С.Д.	280	Мигдисова И.А.	116
Кузьмина Д.М.	72	Микеладзе К.В.	357
Кукушкина Д.И.	74	Милосердова В.А.	149
Кулаченкова М.М.	354	Минаева Е.Н.	81
Куликова А.Х.	24	Мингареева Е.В.	29
Курасова А.О.	76	Минкина Т.М.	16, 35, 106
Куроедова Е.И.	191	Михайлова Д.В.	32

Михайлова М.А.	334	Пшеничников П.А.	370
Мозго К.В.	358	Пятова М.И.	39
Муллаханова М.Н.	344		
Мыльникова В.П.	355	Раудина Т.В.	86
		Ревунова А.О.	170
Набелкина К.С.	290	Решетникова Р.А.	172
Надпорожская М.А.	346, 358, 362	Решетов Р.С.	117
Невидомская Д.Г.	27	Романова А.С.	298, 313
Новикова А.С.	83	Ромзайкина О.Н.	300
Ножкина А.С.	338	Рубан М.Д.	346
		Рудик Н.И.	232
Огородников С.С.	227	Рыжиков И.С.	89
Окунев Р.В.	34	Рюмин А.Г.	133, 201, 205
Онищенко О.К.	355		
Ортиков Т.К.	198	Сабилова Р.В.	301
Отаева Г.Х.	359	Сайранова П.Ш.	90
		Самофалова И.А.	344
Павлов А.К.	226	Сафин А.Р.	92
Пардаев С.Б.	198	Светлова В.И.	341
Пахоруков И.В.	292	Семенков И.Н.	22
Петросян А.А.	167	Семенов М.В.	215
Петросян Р.Д.	199	Сергеева А.С.	330
Пинской В.Н.	168, 295	Серёгин И.А.	304
Пискарева В.М.	85	Серегина И.И.	132
Плахов Г.А.	316	Синичкина М.А.	305
Плеханова Л.Н.	167	Скобликова Е.А.	307
Погожев Д.А.	117	Скрипников П.Н.	151
Подурец Е.А.	361	Слобода А.А.	308, 318
Подурец О.И.	361	Смирнов М.В.	174
Поletaев А.О.	229	Соболев И.С.	205
Полякова Ю.Ю.	293	Солдатова Д.Н.	256
Попилешко Я.А.	16, 35	Соловьева Н.Е.	310
Попов А.Е.	151	Стадник Е.П.	362
Попов С.С.	37	Сташкевич А.С.	94
Попова Ю.А.	11	Степанов А.В.	253, 268
Потапова А.	295	Стерхова И.В.	174
Примаков П.А.	296	Столяров М.Е.	154
Прозорова Л.Б.	182	Суздалева А.В.	233
Пропастина Е.П.	143, 153	Сукиасян Л.К.	359

Сулейманов А.Р.	235	Цицуашвили В.С.	9
Сущкова С.Н.	16, 35, 106	Цыбульский А.М.	369
Тарасова Е.А.	311	Чаплыгин В.А.	43
Таштанова Г.М.	298, 313	Чепцов В.С.	226
Тимофеева Ю.Р.	315	Чернова Т.В.	117
Титаренко К.С.	316	Черных А.Н.	367
Титова К.В.	41, 318	Чернявский В.С.	325
Тихонова М.В.	95, 282	Четокина В.А.	370
Токарева О.А.	203	Шалина И.О.	205
Токмакова В.С.	118	Шамшитов А.Т.	326
Толмачева Е.О.	364	Шацкая П.Р.	209
Толстыгин К.Д.	98	Швакова Э.В.	308
Торопкина М.А.	201, 205	Шерстнёв А.К.	287
Трофимова А.Н.	41	Шестакова Е.А.	45
Трошина Е.А.	320	Шилова Ю.О.	47
Трухин С.Д.	108	Шихова Л.Н.	179
Тушинова А.И.	354	Шишкина Е.И.	328
Тхабисимов Е.А.	365	Шмелёв Л.А.	239
Улановская Л.Н.	99	Щепелева А.С.	253
Уромова И.П.	111	Юрова А.П.	358
Усков А.В.	156	Яковлев А.А.	330
Ускова Н.В.	207	Ястребова А.А.	340
Уталиев А.А.	323		
Фалеева Л.М.	370		
Фасевич И.Н.	340, 364		
Федорова М.Е.	177		
Филимонова А.В.	179		
Филлипов Н.В.	67		
Фомичева Д.В.	236		
Хассан Т.М.	27		
Хахлунова В.С.	340		
Хмелева В.В.	101		
Хожаинова А.А.	358		
Хорьякова Я.В.	120		
Хробрых В.И.	367		

Научное издание

**Материалы Международной научной конференции
XXII Докучаевские молодежные чтения**

**ПОЧВА КАК СИСТЕМА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРИРОДЕ**

Печатается без издательского редактирования

Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин

Подготовка обложки – А.Г. Рюмин

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 01.03.2019 г.

Формат бумаги 60х84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 21,97. Тираж 60 экз. Заказ № _____

Типография Издательства СПбГУ
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., д. 5