

Санкт-Петербургский государственный университет. Институт наук о Земле
ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»
Universität Hamburg
АНО Сохранение и развитие научного наследия В.В. Докучаева «Почва-жизнь»
МОО «Природоохранный союз»
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева

МАТЕРИАЛЫ

*Международной научной конференции
XXIII Докучаевские молодежные чтения*

посвященной 115-летию
Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева

**«ПОЧВА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»**

1–4 марта 2020 года
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2020

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: Б.Ф. Апарин (председатель), К.А. Бахматова, Н.П. Битюцкий, А.М. Булышева, М.К. Захарова, Г.А. Касаткина, Е.В. Мингареева, А.И. Попов, Е.В. Пятина, О.В. Романов, А.В. Русаков, А.Г. Рюмин, Е.Ю. Сухачева, Ю.Р. Тимофеева, С.Н. Чуков, А.А. Шешукова, И.В. Штангеева, К.Л. Якконен

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

Материалы Международной научной конференции XXIII Докучаевские молодежные чтения «Почва в условиях глобального изменения климата» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2020. – 318 стр.

В материалах рассматриваются вопросы оценки влияния глобальных изменений климата на почвы и почвенный покров, их агроэкологический потенциал. Обсуждаются характеристики геохимических потоков в почве, проблемы деградации почв при антропогенном воздействии, экстремальные явления в почвах. Уделено внимание применению современных технологий в почвоведении.

XXIII Докучаевские молодежные чтения посвящены 115-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева.

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

© Авторы, 2020

ОРГКОМИТЕТ

Международной научной конференции XXIII 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 ЦМП им. В.В. Докучаева, доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Ответственный секретарь:

Мингареева Е.В., с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева

Секретарь:

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

Члены оргкомитета:

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

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

Мусаев Т.К., учитель МОБУ СОШ № 2

Рюмин А.Г., ст. преп. каф. физической географии и ландшафтного планирования СПбГУ

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

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

Федорова М.Е., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева

Шевчук Е.А., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Olga Vybornova, Dr., 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., старший преподаватель каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

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

Пятина Е.В., к.б.н., в.н.с., ученый секретарь ЦМП им. В.В. Докучаева

Романов О.В., к.б.н., старший преподаватель 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. ЦМП им. В.В. Докучаева

Секция I

Почвы и почвенные процессы

UDC 631.436

DETERMINATION AND COMPARISON OF APPARENT THERMAL
DIFFUSIVITY OF ALLUVIAL CARBONATE SOILS (IGDIR REGION,
EASTERN ANATOLIA, TURKEY) BY CLASSICAL AND IMPROVED
ALGORITHMS IN FIELD EXPERIMENTS

F.D. Mikailsoy¹, E.V. Shein^{2,3}, R. Tik¹

¹Iğdır University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant
Nutrition,

76000, Iğdir, Turkey, fariz.m@igdir.edu.tr

²Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia

³Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

Soil temperature affects a number of processes and phenomena occurring in the soil, such as: the rate of chemical reactions; the intensity of transfer processes; physiological processes occurring in the living phase of the soil; ecological functions of the soil.

In this regard, the study of the thermal properties of soils is of particular interest in the study and exploitation of soil.

Soil thermal properties are important in agriculture and metrological applications. They essentially depend on the content of the solid fraction in the soil, including the organic matter content, the mineral composition of the soil, the water content in the soil, and the porosity filled with air.

Soil thermal variables such as thermal conductivity, heat capacity, and thermal diffusivity principally control soil temperature and soil heat flow. Determination of these parameters is important to understand behavior of soil thermal regime and manage soil temperature at field scale.

This study was carried out on the experimental land of Iğdır University Agricultural Research and Application Center. In order to calculate the value of apparent thermal diffusivity, physical and chemical analyzes of the soil were performed first. These data were used to examine, evaluate and calculate the thermal properties of soil by theoretical methods.

Thermal properties of soil were calculated by using classical and new calculation methods obtained from analytical solutions of heat motion model in soils. For this purpose, thermal sensors (Thermochron iButton DS1921G) have been installed in soil profile to measure soil temperatures at different depths.

The thermal properties of the surface area were calculated by using the surface temperature measurement values of the test land soil. The values of the apparent thermal diffusivity (κ) parameter of the soil were calculated by different methods.

Using the found values of these parameters, the soil temperature values were then calculated for different depths and times.

The simulated soil temperature values were compared to the observed ones. It was determined that the point methods of these methods best reflect the movement of heat in the profile.

LITTER REMOVAL NEGATIVELY AFFECT THE CARBON STOCK AND ITS DYNAMICS IN SUBSOIL OF CHESTNUT ORCHARDS

De Feudis M., Falsone G., Antisari LV.

Italy, Bologna, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum University of Bologna
maurodfagr1314@gmail.com

The effects of different forest soil management practices produce intense alterations on soil processes which, in turn, could lead to changes of the sustainability of forest ecosystems.

To better predict the effect of forest management on the dynamics of soil organic matter, two European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) stands for nut production were selected in northern Apennines, Italy.

The chestnut orchards were characterized by two different soil managements: litter removal (LIR), which is commonly used in chestnut stands, and litter conservation (LIC). On the collected soil samples, the soil organic carbon (SOC) content and stock, dissolved organic carbon (DOC) content, microbial biomass and activity were evaluated. Litter removal practice reduced the SOC content and, as a consequence, the SOC stock. However, the lower amount of OC in LIR than in LIC was more pronounced in subsoil than in topsoil. Similarly, in subsoil of LIC study sites a higher DOC content, cumulative basal respiration and mineralization quotient were observed compared to LIR.

The results might suggest how the conservation of the litter floor improve the incorporation of organic matter along the soil depth. The deepening of the organic matter allowed the stock increase in subsoil of both OC and essential nutrients for plant growth such as P and S. Furthermore, the higher DOC content in subsoil of LIC than in LIR, might have promoted the microbial biomass activities which, through the degradation of the incorporated organic matter, might increase the availability of nutrients necessary for plant growth and nut production. Hence, the preservation of litter floor seems to be the most favourable management system to ensure productive sustainability of chestnut stands through a better stock and cycle of organic matter in subsoil.

ОЦЕНКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ЦИНКОМ И НИКЕЛЕМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО РАПСА

Р.А. Абсалямов

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

Ramil.absalyamovvv@mail.ru

According to the respiratory activity of Umbric Albic Luvisol, it was found that in the first 13 days of vegetation, spring rape plants had a positive effect on the resistance of soil microbiocenosis to complex contamination with zinc and nickel in the dose range of 400–800 and 30–60 mg/kg of soil, respectively.

Для закладки вегетационного опыта использовали пахотный слой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы с территории Полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Была оценена динамика дыхательной активности дерново-подзолистой почвы в первой и второй половине вегетационного периода – на 13 и 66-й день после посева растений рапса, соответственно (табл.).

Таблица. Влияние растений ярового рапса и разных уровней комплексного загрязнения дерново-подзолистой почвы Zn и Ni на динамику базального (БД) и субстрат-индуцированного дыхания (СИД), содержания углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$), микробного метаболического коэффициента.

Вариант		БД	СИД	$C_{\text{мик}}$	$q\text{CO}_2$
Первый отбор					
–Р	Контроль (фон)	0.71±0.15	3.20±0.88	129±25	5.91±1.95
	Фон + Zn400 + Ni30	0.77±0.14	3.22±0.32	129±13	6.18±1.55
	Фон + Zn800 + Ni60	0.41±0.06	2.30±0.53	92±11	5.55±1.09
+Р	Контроль (фон)	0.38±0.09	5.64±1.36	211±80	1.91±0.71
	Фон + Zn400 + Ni30	0.30±0.06	7.93±0.65	317±26	0.93±0.24
	Фон + Zn800 + Ni60	0.31±0.05	5.96±0.60	239±25	1.30±0.19
Второй отбор					
–Р	Контроль (фон)	1.19±0.06	17.78±2.91	712±117	2.12±0.25
	Фон + Zn400 + Ni30	0.87±0.07	14.40±1.75	577±70	1.54±0.32
	Фон + Zn800 + Ni60	0.77±0.09	18.21±3.28	730±59	1.10±0.10
+Р	Контроль (фон)	1.34±0.12	20.19±3.93	809±157	1.31±0.18
	Фон + Zn400 + Ni30	1.20±0.06	15.48±3.60	620±63	1.89±0.47
	Фон + Zn800 + Ni60	0.96±0.06	15.83±3.11	634±124	2.62±0.60

Примечание. –Р – без растений; +Р – с растениями.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева И.В. Андреевой.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ПЕДОГЕНЕТИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Агаджанова¹, Д.Л. Голованов², Ю.А. Головлева¹,

А.С. Сорокин¹, В.А. Сидорова³

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва

³Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск
nel.agadzhanova@soil.msu.ru

Pedogenic processes (PP) in the soils of Moscow region were researched. The prevailing processes are ones related to substance migration and humus formation/accumulation. The same processes at different stages of their development produce different morphological products, and the development of these PP may not be synchronized.

В отечественной традиции принято рассматривать педогенез в рамках концепции элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП). В рамках идеи ЭПП педогенез рассматривается как совокупность нескольких, протекающих одновременно или последовательно процессов, находящихся на разных стадиях развития и зачастую не синхронизированных. Наличие педогенетических процессов можно предположить на основе имеющихся морфологических признаков, либо представлений о факторах почвообразования.

Изучаемый участок расположен на северных склонах Среднерусской возвышенности, на юг от реки Оки. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами, сформированными на покровных лёссовидных суглинках над днепровской мореной и водноледниковыми песками и суглинками. Растительный покров представлен широколиственно-мелколиственными лесами и рощами (преобладают липа, береза).

Особенностью почвенного покрова является присутствие дерново-подзолистых и серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом. Генезис гумусового горизонта – дискуссионный вопрос, но большинство исследователей считает его реликтом предыдущих стадий почвообразования. В исследуемых почвах был выделен ряд ЭПП (табл.).

Таблица. Процессы в почвах.

ЭПП	Процесс	Признак
Гумусообразование	3	Гор-т А, повышенное содержание $C_{орг.}$ (%)
Подстилкообразование	2	Гор-т О, делится на подгоризонты
Оструктуривание	3	Агрегаты хорошо выражены
Al-Fe-гумусовая миграция	3	Наличие осветленного гор-та/ отбеленных минеральных частиц
Партлювация	2	Наличие силан, скелетан на поверхностях почвенного материала
Лессиваж	2	Текстурная дифференциация, наличие кутан
Оглеение	1	Глеевая окраска горизонта G, признаки сегрегации Fe и Mn
Оглинивание	2	Формирование глинистого материала в средней части профиля

Ведущие ЭПП связаны с процессами миграции вещества, а также с трансформацией органического вещества. Накопление органического вещества в почве и увеличение запасов органического углерода является индикатором процессов образования и аккумуляции гумуса. Процессы миграции диагностируются по элювиально-иллювиальному типу распределения ЭПЧ. Наблюдается аналогичный тип распределения железа по Джексону – обеднение в подповерхностном горизонте и накопление в нижней части профиля, железо по Тамму накопление в середине профиля. Процесс миграции, приводящий к образованию глинистых кутан закрепляет признаки структурного метаморфизма. рН почв слабокислый

Работа выполнена при поддержке гранта ФЦП № 075-15-2019-1452 от 19.07.2019 г.

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

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАСТБИЩНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ ЧЕРНОЯРСКОГО РАЙОНА
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Х. Барсаева

Астраханский государственный университет, barsaeva1998@mail.ru

The materials of the research on the influence of relief on the composition, structure of soil cover and productivity of pasture phytocenoses, allowing to assess the impact of anthropogenic load on the soil cover of Chernoyarsky district of Astrakhan region.

Пастбищные территории Черноярского района отличаются большей продуктивностью и видовым разнообразием растительных сообществ. Почвы равнинного ландшафта Черноярского района, расположены в северо-западной части Астраханской области. Земли данной территории относятся к категории земель сельскохозяйственного назначения и используются в качестве пастбищ. Данная территория полупустынна и простирается по правому берегу реки Волга. Климат умеренно жаркий, сумма положительных температур 3300–3400 °С, продолжительность безморозного периода составляет 165–170 дней. Территория района представлена тремя различными в геоморфологическом отношении участками: степной частью, надпойменной террасой, и хорошо развитой поймой реки Волги.

Особенностью степной части является ее бессточность. Она представляет собой плоскую слабоволнистую, слабодренированную равнину с общим уклоном к югу. Также широкое распространение имеют более обширные, хотя и неглубокие плоские блюдцеобразные понижения, пдины и лиманы. Весной в них скапливаются атмосферные и талые воды, которые обычно к началу лета пересыхают.

Полупустынным ландшафтом морских равнин с плоским и волнистым рельефом, с полынно-злаковыми растительными сообществами на светло-каштановых почвах, характеризуется центральная часть описанного административного района. Характерной чертой района являются пырейные луга по западинам на лугово-каштановых, луговых остепняющихся почвах. Распространение в центрально части солянок-вых растительных сообществ говорит о засолении почв.

Зональные светло-каштановые почвы приурочены к обширным выраженным понижениям. Значительный удельный вес в почвенных комплексах занимают солонцы каштановые, средние и мелкие, которые

залегают по микроповышениям. Лугово-каштановые почвы залегают в неглубоких плоских и блюдцеобразных понижениях.

Почвенный покров пастбищ обладает высокой комплексностью и контрастностью. Важным фактором, определяющим пестроту почвенного покрова, является микрорельеф. Повсеместно встречаются мелкие и средние западинки площадью от 70 до 340 м², глубиной 11–19 см, а иногда до 50 см. Это влияет на процесс перераспределения влаги и формированию комплексности почв различной степени засоления.

В настоящее время все пастбищные угодья находятся в различной степени деградации, которая диагностируется по снижению биоразнообразия, ухудшения эдафических характеристик и другим показателям.

При обследовании почвенно-растительного покрова пастбищных территорий была выявлена высокая комплексность, которая обусловлена микрорельефом. На одинаковых элементах микрорельефа формируются разные почвы, если при этом меняется мезорельеф.

Было установлено, что процессы осолонцевания и засоления идут повсеместно с разной степенью интенсивности, за исключением небольших территорий занятых наиболее плодородными и не засоленными лугово-каштановыми почвами, которые, в свою очередь, наименее распространены на пастбищных территориях Черноярского района.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Л.В. Яковлевой.

УДК 631.10

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ИНДИКАТОРАМ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Беляева

МГУ им. М.В. Ломоносова, mariabelyeva2015@gmail.com

The study provides an assessment of the state of the lands of the southern regions of Russia using methodology of Land Degradation Neutrality.

В данном исследовании предпринята попытка оценить состояние земель на основе индикаторов нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ). Согласно КБО ООН, НБДЗ – это такое состояние, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимое для поддержания функций и услуг экосистемы и повышения продовольственной безопасности, остается стабильным или растет в рамках заданных временных и пространственных масштабов и экосистем. Для оценки достижения

НБДЗ используется Суммарный индикатор Целей Устойчивого Развития (ЦУР) – доля деградированных земель от общей площади земель, который является интегральным показателем динамики трех субиндикаторов: наземный покров, продуктивность земель, запасы почвенного органического углерода. Если один или несколько показателей показывают динамику ухудшения для какой-либо территории за выбранный период времени, то эта территория считается деградирующей. Если территория стабильна или улучшается – значит, здесь достигнут НБДЗ. Соотношение ухудшенных и улучшенных территорий определяется индексом НБДЗ.

Для сравнения по индикаторам НБДЗ были выбраны Белгородская, Воронежская, Волгоградская области и Ставропольский край, так как территории этих субъектов подвергаются мощному антропогенному воздействию и активно используются в сельском хозяйстве, что приводит к активной деградации земель. В основу работы легла методология расчета нейтрального баланса деградации земель на основании глобальных баз Trends.Earth, специально разработанная группой ученых – в рамках деятельности КБО.

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы: 1. Основными типами трансформации наземного покрова в Белгородской области является переход земель в территории под застройкой, в Воронежской – сведение лесов под пахотные угодья или пастбища, а для опустыненных территорий Ставропольского края и Волгоградской области характерны современные трансформации залежных земель в пашни. 2. Основной причиной снижения продуктивности для всех исследуемых регионов является развитие эрозийных процессов. Для ряда более южных территорий снижение продуктивности происходит также за счет процессов засоления. Основными причинами наблюдаемого по показателям NDVI повышения продуктивности в исследуемых регионах являются зарастание оврагов и балок древесной растительностью (за исключением Ставропольского края), зарастание кустарниковой растительностью малопродуктивных залежных земель. 3. Индикатор ЦУР позволяет ранжировать исследуемые регионы в следующий ряд: Ставропольский край (29.5 %), Белгородская область (34.4 %), Воронежская область (34.7 %), Волгоградская область (62.0 %). При расчете Индекса НБДЗ по соотношению улучшенных и ухудшенных территорий регионы распределяются иным образом: Белгородская область (15.5 %), Воронежская область (7.4 %), Ставропольский край (–0.6 %), Волгоградская область (–51.0 %).

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.С. Кустом.

КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ
И АЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ В РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ
КЛАССИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
(НА ПРИМЕРЕ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И ДЕРНОВО-КАРБОНАТНОЙ
ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

А. Брюнел

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
angabrunel27@gmail.com

On the example of zonal and azonal soils of the Republic of Tatarstan, their classification position was determined in the national systems of soil classification (soil classification of the USSR in 1977, soil classification of Russia in 2004) and WRB soil classification system.

Определение классификационного положения почв в действующих классификационных системах является актуальной задачей почвоведения. К международной классификационной системе почв относится система WRB (Мировая реферативная база почвенных ресурсов). Национальными системами классификации почв в России на данный момент являются классификация почв СССР 1977 года и классификация почв России 2004 года.

В исследовании на примере зональной и азональной почвы Республики Татарстан предпринята попытка определения их положения в российских классификациях и классификации WRB. Классификация почв была проведена на основе морфологического описания почв. В качестве зональной почвы использовалась серая лесная почва, примером азональной почвы выступала дерново-карбонатная почва. Серая лесная почва является одной из широко распространенных почв на территории Предкамья Республики Татарстан. Дерново-карбонатная почва является одной из ярких представителей азональных почв Республики Татарстан. Разрезы почв заложены в Высокогорском районе, недалеко от города Казани.

По классификации 1977 года зональная почва: серая лесная легкосуглинистая на делювиальных суглинках. В классификации почв 2004 года эта почва относится к стволу – постлитогенных, отделу – текстурно-дифференцированных почв, типу серые типичные. В системе WRB эта почва относится к Лювисолям (Luvisols). В качестве главного квалификатора был выбран квалификатор Albic. При морфологическом описании выяснилось, что в рассматриваемой почве наличие материала

Albic выражено не полностью, но присутствуют его элементы до горизонта В. Дополнительные квалификаторы были определены как Loamic и Cutanic. Таким образом, название зональной почвы по WRB: Albic Luvisol (Cutanic, Loamic).

Азональная почва в классификации 1977 года была названа как дерново-карбонатная типичная глинисто-мергелистая среднетяжелая на карбонатных суглинках. Классификация почв России (2004) относит дерново-карбонатные почвы в ствол постлитогенных, отдел органо-аккумулятивных почв, где выделен тип серогумусовые (дерновые), подтип глинисто-иллювирированные. В классификационной системе почв WRB дерново-карбонатные почвы относятся к реферативной почвенной группе Лептосолей (Leptosols). Главный квалификатор был определен как Mollic, дополнительный квалификатор – Loamic. Название азональной почвы по WRB: Mollic Leptosol (Loamic).

Одним из преимуществ национальных классификаций почв 1977 и 2004 года является то, что классификационное положение азональной и зональной почвы удается определить на основе морфологического описания почв. В классификации почв WRB требуется наличие количественных характеристик почв для более точного указания основных и дополнительных квалификаторов.

Работа рекомендована ст. преп. И.А. Сахабиевым.

УДК 631.422

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РАЗНЫХ МЕТОДОВ
ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА
В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

М.В. Бурачевская, В.Н. Петухова, Т.В. Бауэр,

Л.Л. Назарян, П.Д. Погонишев, Т.М. Хассан

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,

marina.0911@mail.ru

The fractional distribution of Zn in Haplic Chernozem was studied by the Tessier and McLaren methods. It was shown that the methods are sufficiently informative, the distribution of Zn in the soil depends on the method used, as well as the nature of the metal itself.

Zn, являясь биофильным элементом, при значительных концентрациях в окружающей среде переходит в разряд загрязняющих веществ – тяжелых металлов (ТМ). Наиболее распространенными методами изуче-

ния соединений ТМ в почвах являются методы последовательного фракционирования. До сих пор остаются неясными два аспекта: степень селективности применяемых реагентов и возможность перераспределения ТМ за счет реадсорбции на активных фазах. Цель работы – изучить состав соединений Zn в почве разными методами фракционирования.

Для проведения исследований отбирался верхний гумусовый горизонт почвы целинного участка, представленный черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках (Ростовская обл.): $S_{\text{орг}}$ – 3.4 %; pH – 7.3; ЕКО – 37.1 смоль (экв)/кг; обменные катионы (смоль (экв)/кг): Ca^{2+} – 31.0, Mg^{2+} – 4.5; CaCO_3 – 0.1 %; физ. глина – 53.1 %, ил – 32.4 %.

Было проведено сравнение двух схем последовательного химического фракционирования. Метод Тессье (Tessier et al., 1979) обеспечивает выделение пяти фракций соединений ТМ: обменной (1 М MgCl_2), связанной с карбонатами (1 М CH_3COONa), связанной с (гидр)оксидами Fe и Mn (0.04 М $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ в 25 % CH_3COOH), связанной с органическим веществом (0.02 М HNO_3 +30 % H_2O_2 , pH 2, затем 3.2 М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ в 20 % HNO_3) и остаточной фракции ($\text{HF}+\text{HClO}_4$, затем $\text{HNO}_{3\text{конц.}}$). Метод МакЛарена (McLaren, Crawford, 1973) предусматривает выделение аналогичных фракций соединений ТМ, но в другой последовательности: обменной (0.05 М CaCl_2), специфически сорбированной (2.5 % CH_3COOH), связанной с органическим веществом (1 М $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, pH 11), связанной с (гидр)оксидами Fe и Mn (0.14 М $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ + 0.2 М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (реактив Тамма) при УФ) и остаточной фракции (HClO_4 + HNO_3). Содержание Zn в вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Результаты статистически обработаны.

Общее содержание Zn в исследуемой почве составляет 85 мг/кг, что соответствует фоновому уровню. Подвижность металла очень низкая (1–3 % от общего содержания). Распределение металла по фракциям в фоновых почвах зависит как от природных факторов, так и от химических свойств самого элемента, обуславливающих их сродство к различным почвенным компонентам. Главной особенностью фракционного состава соединений Zn в черноземе, вне зависимости от использованного метода, является значительное преобладание остаточной фракции над всеми остальными (63–78 %). Однако наблюдаются различия в использовании двух методов при определении фракции Zn, связанного с органическим веществом – содержание металла в данной фракции выше при применении метода Тессье, по сравнению с методом МакЛарена (15 % и 7 % соответственно). Это, вероятно, обусловлено применением в данном методе более агрессивных экстрагентов и условий. Здесь воз-

можно также частичное разрушение глинистых минералов и несиликатных соединений железа.

Таким образом, фракционный состав соединений Zn в почве различается в зависимости от метода фракционирования, при этом общие закономерности распределения металла слабо зависят от применяемого метода.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ, проект № 19-74-00085.

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

УДК 631.42

РАЗНООБРАЗИЕ ТОРФЯНЫХ ГОРИЗОНТОВ И СВОЙСТВА ПОЧВ БУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКОВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.А. Гаврилова

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

The north of Western Siberia is characterized by a variety of topography, vegetation, and soil, especially at the boundary of the permafrost zone. The aim of this work was to typify and characterize peat horizons of peatland soils, which need detailed study due to significant reserves of organic matter, as well as the relationship with climate change. Based on laboratory data, it can be said that studied peat horizons are diverse both from the physicochemical and from the microbiological point of view.

Север Западной Сибири характеризуется разнообразием рельефа, растительности и почв. Особенно ярко это разнообразие проявляется на границе криолитозоны, где многолетняя мерзлота имеет прерывистый характер распространения. Типичные экосистемы здесь – бугристые торфяники, почвы которых нуждаются в детальном изучении ввиду значительных запасов органического вещества, а также взаимосвязи с изменением климата.

Район исследований расположен на севере Западной Сибири (Надымский район, Тюменская область, ЯНАО) на северной границе тайги. Для территории характерно разнообразие почвенного и растительного покровов. Непосредственными объектами были торфяно-криоземы и торфяные почвы бугристых торфяников.

Целью работы являлось выделение и характеристика с последующей типизацией торфяных горизонтов, слагающих почвы бугристых торфяников севера Западной Сибири.

В ходе работы были определены физические (полевая и гигроскопическая влажность, плотность) и химические (рН, сырая и чистая зола, водоизвлекаемый углерод) свойства торфяных субстратов. Также была оценена их биологическая активность с расчетом микробиологических показателей – базального и субстрат-индуцированного дыхания.

Одной из основных задач было определить трофность торфяных горизонтов, их типизацию и классификацию. Кроме того, был определен ботанический состав торфов.

Изначально образцы отбирались исходя из их морфологического описания – цвет, степень разложения. В результате работы в лаборатории было выявлено разнообразие как в физических и химических, так и в микробиологических показателях. Например, плотность исследуемых субстратов варьирует от 0.02 до 0.43 г/см³, а выход сырой золы составляет от 0.66 до 9.17 %. Базальное (микробное) дыхание изменяется в большем диапазоне: от 2.52 мкг С-СО₂/(г·час), до 16.39 мкг С-СО₂/(г · час). Существенно выделяются по свойствам торфяные горизонты, находящиеся в мерзлом состоянии.

В отличие от классических торфяных залежей бореальных лесов бугристые торфяники Севера Западной Сибири характеризуются большим разнообразием торфяных горизонтов, которые, вероятно, по-разному будут реагировать на изменение климата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 18-04-00952А.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. О.Ю. Гончаровой.

УДК 631.47

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРБАНИЗАЦИИ НА РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ НОВОЙ МОСКВЫ

С.А. Демина

Российский университет дружбы народов, г. Москва,
sophiya.alfredovna@gmail.com

In conditions of on-going urbanization, urban parks play a key role in the sustainable development of urban space. New Moscow, the territory attached to Moscow in 2012, is currently the largest area in Russia experienc-

ing rapid and intensive urban development. New Moscow territory involved more than 70 parks with a different land use history. Most of them were created or reconstructed during the last 7 years. The aim of our study is to study the physical and chemical changes in the soil and to assess the state of green spaces in the recreational areas of New Moscow, depending on the history of land use, as well as the analysis of anthropogenic factors affecting them.

В условиях высоких темпов урбанизации городские парки играют ключевую роль в устойчивом развитии городского пространства. Новая Москва - территория, присоединенная к Москве в 2012 году, является одним из основных центров развития городского пространства. В новой Москве существует более 70 парков с различной историей землепользования. Большая часть из них образованна или реконструирована в последние 7 лет. Целью нашего исследования является изучение состояния почв и зеленых насаждений рекреационных зон Новой Москвы и воздействия на них антропогенных факторов с учетом различной истории землепользования. Для анализа мы выбрали 4 парка. Два парка образованы на месте бывшей пахотной территории, а два парка - в лесной зоне. При этом один парк из пары находился ближе к старым границам Москвы, а второй на расстояние более 15 км. На выбранных территориях мы проводим физический, химический и микробиологический анализ почв, а также оценку состояние зеленых насаждений. В каждом из парков было выбрано по 9 или 10 точек в различных функциональных зонах (территории возле спортивных и детских площадках, в прогулочной зоне, зоне барбекю и т.д.). Отбор производился на глубину 50–100 см. Верхний слой (0–10 см) отбирался для анализа содержания углерода в микробной биомассе (Cmic), базального дыхания (BR) и выработки CO₂. Для проведения анализа рН, C/N, а также содержания тяжелых металлов в почве образцы отбирались по горизонтам на глубину до 100 см. Данные полученные по результатам химического анализа почв показали, что наиболее загрязненным из исследуемых парков является парк «Южное Бутово», основанного на месте пашни, суммарный показатель Zc равен 14.78, что в целом относится к допустимой категории загрязнения, но при расчете суммарного показателя для каждой точки в отдельности было обнаружено значительное превышение в 1 и 10 точках отбора. Для 1 точки почвенного отбора суммарный показатель равен 73.73, что относит его к опасной категории загрязнения, а в 10 точке Zc равен 18.97 – умеренно опасная категория загрязнения парком. Это может объясняться наиболее близким расположением парка к МКАД, а также жилым застройкам с большим количеством парковочных мест.

Следующим этапом исследования является оценка состояния древесной растительности в радиусе 20 метров от каждой точки, выбранной для проведения почвенного анализа. После чего, мы хотим изучить взаимосвязь состояния почвенного покрова и древесной растительности, а также получим комплексный анализ физического, химического и морфологического состояния почв рекреационных зон и зеленых насаждений с разной историей землепользования и выявить влияние антропогенного фактора на них.

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

УДК 631.452

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ
МЕТАЛЛАМИ ЕНОТАЕВСКОГО РАЙОНА
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Досалиева, Е.С. Мельникова

Астраханский государственный университет, lion608d@gmail.com

The materials of the conducted research on humus content, salt toxicity, and soil contamination with heavy metals are presented, which allow us to assess the level of soil contamination in the Enotayevsky district of the Astrakhan region

Экологические проблемы, вызванные деятельностью человека, имеют комплексный характер. В значительной степени они обусловлены включением в миграционные потоки всех основных цепей техногенных токсикантов, в том числе, тяжёлых металлов. Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, тяжёлые металлы могут образовывать локальные аккумуляции, где их концентрация в сотни и тысячи раз превышает среднепланетные уровни. Поэтому выяснение закономерностей, определяющих содержание и миграцию тяжёлых металлов в биосфере, занимает одно из важнейших мест в комплексе задач по охране природы.

Пробы почв отбирали методом «конверта». Отбор почвенных образцов производили на глубину пахотного слоя (в среднем 0–20 см). Физико-химические показатели почв определяли стандартными методами. Содержание подвижных форм тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, никель) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004) почвенный покров обследуемой территории представлен аллювиальными темногумусовыми почвами, образованными на современных аллювиальных отложениях различного гранулометрического состава и слоения, слоистыми и неоднородными по цвету.

Морфологически по профилю наблюдается дифференциация по окраске слоев глинистого, суглинистого и песчаного гранулометрического состава, скопления кристаллов легкорастворимых солей, сизые и ржавые пятна оглеения, дифференциация на генетические горизонты отсутствует, за исключением выделяемого по цвету верхнего органического горизонта мощностью от 26 до 38 см. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 3.55 % к весу воздушно сухой почвы.

Гранулометрический состав поверхностного слоя тяжелосуглинистый, дефляционно устойчивый при обнаженной (без растительности) поверхности, с содержанием частиц размером менее 0.01 мм составляющим 57.20 %. Величина плотного остатка водной вытяжки – 0.93 %. Данные почвы можно отнести к разряду средnezасоленных. Однако по «суммарному эффекту» токсичных солей данные почвы относятся к разряду слабозасоленных (Ганжара, 2002). Химизм засоления сульфатный.

Результаты сравнительной оценки загрязнения почв исследованной территории в слое 0–20 см позволили выявить следующие закономерности.

Содержание свинца во всех исследованных почвенных разрезах не превышает ПДК. По результатам сравнения концентрации загрязняющего вещества с величиной установленного ПДК (ОДК) наблюдается превышение цинка в 1.2 раза. Среди тяжелых металлов нормативные значения превышал никель (10.02–19.25 мг/кг), коэффициент концентрации никеля составил 4.97. Выявленное широкое распространение в почвах загрязнение никелем нуждается в дальнейшем исследовании и идентификации возможных источников этого поллютанта.

По индексу загрязнения исследуемые почвы относятся к допустимой категории загрязнения тяжелыми металлами, так как суммарный показатель не превышает 16 ($Z_c = 7.93$).

Литература

1. Ганжара Н.Ф. Почвоведение. изд. Агроконсалт, 2001 г. 394 с.
2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Л.В. Яковлевой.

ОЦЕНКА СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO_2 В ГАЗОННЫХ ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

В.А. Едемская, А.В. Степанов

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва
nikaeco.ed@ya.ru, astepanov@rgau-msha.ru

Устойчивое развитие города в условиях глобального изменения климата определяется состоянием экологического каркаса территории. Неотъемлемой частью городского экологического каркаса являются природно-антропогенные системы. Они включают в себя зеленые насаждения. Состояние и устойчивость озелененных участков, в том числе созданных газонных экосистем, являются индикаторами устойчивого развития урбанизированных территорий. Озеленение в определенной степени может компенсировать выбросы углекислого газа. В крупных мегаполисах мира активно развивают современные технологии озеленения с максимальным сохранением депонирующего потенциала и улучшением плодородия почв. В России рекультивация почвенного покрова с формированием газонных почвогрунтов проводится преимущественно с использованием торфа и песка. Однако, важно проводить мониторинговые наблюдения за конструируемыми системами для оценки устойчивости и выполнения ими основных экологических функций.

Эксперимент для исследования факторов устойчивости органического углерода почвогрунтов (соотношения торфа и минерального субстрата, состава минерального субстрата и состава травяной смеси) был заложен на Московском экспериментальном Экологическом стационаре ЛАМП РГАУ-МСХА в северной части мегаполиса.

Одним из главных параметров экологического функционирования урбоэкосистемы является почвенная эмиссия CO_2 , наблюдения которой велись с мая 2019 года при помощи высокочастотного инфракрасного газоанализатора. Экологическая оценка суточной динамики CO_2 проводилась на 5 вариантах конструируемых газонных экосистем с различным составом почвогрунтов и используемых травосмесей.

Мониторинговые наблюдения создаваемых газонных экосистем, проведенные в период с 24 мая по 30 ноября, показали выраженную суточную динамику почвенной эмиссии CO_2 . С конца весны по середину лета максимальный уровень эмиссии – преимущественно в полуденное время (12:00) при максимальных значениях температуры воздуха и почвы, резкий спад эмиссии – после 15:00 дня. В октябре максимальная

эмиссия достигалась преимущественно в 14:00 и после выраженного спада начиная с 20:00 вновь начинала увеличиваться. В ноябре пики эмиссии отмечены в 20:00 и в 05:00. В целом средние значения эмиссии осенью в 3.4 раза ниже летних показателей.

Рассчитан поправочный коэффициент для корректировки данных, полученных в дневное время прямыми измерениями потока. Для периода с конца весны по середину лета он составляет 0.72. В осенний период поправочный коэффициент равен 1.37.

Основным фактором суточной динамики почвенной эмиссии CO₂ в исследованных вариантах газонов с выраженным дефицитом почвенной влаги летом является температура приземного слоя воздуха и верхних горизонтов почв. При снижении температуры воздуха ниже 0 °С основным фактором выступает температура приземного слоя воздуха.

Суждение о том, что снижение содержания в конструируемом почвогрунте газона органического вещества приводит к повышенной суточной динамике температуры, влажности верхней части почвы и определяемой ими почвенной эмиссии CO₂, справедливо для всего периода измерений.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

УДК 574:630

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАПОЧВЕННОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО
ВЕЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО МЕЗОРЕЛЬЕФА ЛОД
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА.**

Я.С. Жигалева, А.В. Бузылёв

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

zhigaleva.ya@mail.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.

В различных вариантах мезорельефа, с разными доминирующими породами деревьев, перераспределение органического вещества в почве отличается. Сочетание элементов мезорельефа и экологических факторов может изменять зональные, климатические и почвенные характери-

стики, что будет являться основным условием для видового состава и состояния древесной и напочвенной растительности.

Влияние мезорельефа на напочвенную растительность особенно ярко проявляется там, где те или иные факторы близки к минимуму. Особенно это касается влажности почвы.

Исследования проводились на трансекте Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, длиной около 800 м, протяженностью с северо-востока на юго-запад. Пять ключевых участков расположены на различных вариантах мезорельефа, имеют различный древесно-растительный и напочвенный покров, различные почвенные характеристики в зависимости от структуры рельефа [1]. В зависимости от основных древесных пород на ключевых участках, отличается процентное проективное покрытие, на что влияет не только влажность почвы, но и сомкнутость крон. Состояние и количество опада отличается, что приводит к отличию в содержании органических веществ в лесной подстилке (рис.).

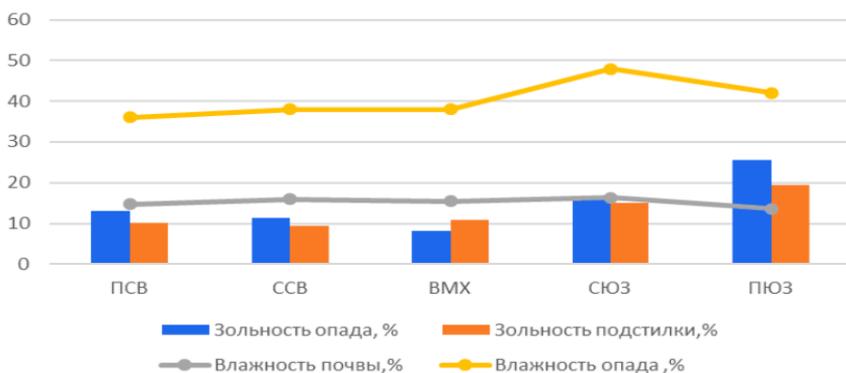


Рисунок. Распределение зольности и влажности (%) в древесном опаде и лесной подстилке с различных вариантов мезорельефа ЛОД.

1 – Подошва прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ); 2 – Средняя часть прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ); 3 – Водораздельная часть мореного холма (ВМХ); 4 – Средняя часть пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (СЮЗ) 5 – Подошва пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (ПЮЗ).

В результате проделанной работы, мы определили, что наиболее мощный опад (по массе) 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., доц. М.В. Тихоновой.

УДК 631.43

ПОЧВЕННАЯ МИКРОСТРУКТУРА КОНСТРУКТОЗЕМОВ И ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

В.А. Званцова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Россия, Москва, viktoriareguaf@mail.ru

Several types of soil constructions were laid at the MSU Soil Station in 2012. Samples were taken after 4 years of functioning. The change in the solid phase for the upper and lower layers of constructions is investigated, a comparative characteristic of the microstructure for various variants of constructozems is presented.

В последние годы происходит интенсивный рост городского населения и связанное с ним расширение городских территорий, активное строительство, что приводит к нарушению и разрушению почвенного покрова. Возникает необходимость создания искусственных плодородных слоев почвы, которые будут устойчивы к антропогенному воздействию и смогут длительно функционировать в городских условиях.

Почвенные конструкции под влиянием внешних факторов претерпевают значительные изменения в первые годы функционирования. В работе изучено, как изменилась микроструктура различных слоев конструктоземов в ходе 4-летнего функционирования в городских условиях.

В 2012 году на территории Почвенного стационара МГУ были созданы почвенные конструкции трех типов: 1 тип – конструкции, состоящие из горизонта Апах, 2 тип – конструкции с чередованием слоя из Апах, торфа и песка, 3 тип – конструкции, состоящие из смеси этих компонентов. Для создания конструкций использовались следующие

грунты: горизонт Апах – верхний слой урбанозема территории Почвенного стационара (суглинок легкий иловатый-крупнопылеватый), торф низинный высокой степени разложения (> 30 %), почвенная смесь (в соотношении песок:торф:Апах = 2:1:1.5 по сухой массе). Мощность конструкций составила 18 см, мощность каждого слоя в конструкции 2 типа составила 6 см. Все конструкции подстилались искусственно созданным гомогенизированным слоем из Апах мощностью 12 см.

Определены основные физические свойства исходных образцов 2012 г. и образцов 2016 г., отобранных с глубин 0–6 см и 18–24 см – плотность твердой фазы (пикнометрический метод), гранулометрический и микроагрегатный составы (метод лазерной дифракции), удельная поверхность почв (метод низкотемпературной адсорбции азота). Для всех образцов получены реологические кривые на вискозиметре «РЕОТЕСТ-2». Измерения проводились в трех циклах, по 1 минуте на каждой скорости. До и после нагрузки определяли микроагрегатный состав образцов и проводили микроскопирование. По результатам рассчитана степень агрегированности по Бэйверу.

За 4 года функционирования в верхних и нижних слоях почвенных конструкций произошло изменение значений плотности твердой фазы и удельной поверхности. В конструкции 1 и 2 типа степень агрегированности верхних слоев выше, чем в исходном образце. При этом микроструктура этих слоев оказалась более устойчивой к внешним воздействиям. Для нижних слоев наблюдается обратная картина. В конструкции третьего типа степень агрегированности верхнего и нижнего слоя снизилась по сравнению с исходным образцом. Оценка структурного состояния почв методом сканирующей электронной микроскопии показала, что в конструкциях 1 и 2 типа после 1 цикла сдвиговых деформаций произошло укрупнение микроагрегатов, которые не были зафиксированы в ходе микроагрегатного анализа. Следовательно, обладали низкой водопрочностью. В верхнем слое 3 типа конструкций нагрузка не повлияла на размер частиц. Полученные результаты могут свидетельствовать о произошедших структурных изменениях.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. М.А. Бутылкиной.

УДК: 631.472.51; 631.421.1

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
РАЗЛОЖЕНИЯ В ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛКАХ НА ОСНОВЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ
Ф.И. Земсков, М.В. Лукин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, philzemskov@mail.ru

The specific of mass loss in the decomposition process has been studied on the sites of various conditions and for various materials placed in the forest litter by the litter-bag technique. It is shown that decomposition is being controlled by a combination of factors, and the different ones may have the leading role for the different material types.

Одним из важных источников эмиссии углерода в атмосферу и важным этапом биологического круговорота является разложение органического вещества. Метод стандартизированных образцов, закладываемых в почву или подстилку, является одним из основных для изучения этого процесса. Настоящая работа является примером одновременного использования различных типов образцов в различных природных условиях с целью установить особенности информации, получаемой по каждому из них.

Стандартные образцы древесины, целлюлозы и чая Lipton™ Green Gunpowder, а также стандартизированные образцы местных нативных материалов (легкоразлагаемые фракции подстилки) закладывали в лесных подстилках различных фитоценозов Ботанического сада МГУ и фитоценозов зонального ряда (от южной тайги до сухих степей), и наблюдали динамику изменения их массы. В качестве основного параметра для интегрального описания процесса был выбран *период полуразложения* ($T^{1/2}$) – время, за которое образец теряет 50 % от начальной массы (M_0).

Было установлено, что образцы древесины дают отклик главным образом на особенности увлажнения. Это прослеживается как в зональных лесах в направлении с севера на юг, так и в интразональных, переувлажнённых и переиссушённых фитоценозах, по сравнению с зональными. Так, в лесных фитоценозах южной тайги $T^{1/2}$ составляет 1.6–1.9 года в условиях обычного увлажнения, и 2.6–2.9 – на залежах и в переувлажнённом участке леса. В широколиственных лесах Тульской обл. $T^{1/2} = 1.83$, а в лесополосе – 6.98. В широколиственном лесу в лесостепной зоне $T^{1/2} = 5.58$, в лесополосе – 13.4 года, на залежи – 15.9. В подзоне сухих степей скорости разложения в более оптимальных

условиях лесополосы существенно выше ($T^{1/2} = 5.35$ лет), чем на степном участке ($T^{1/2} = 19.9$ лет).

Разложение целлюлозы протекает намного быстрее ($T^{1/2}$ 0.12–1.26 года в зональных сообществах), в силу чего она менее пригодна для длительных наблюдений. Тем не менее, замедленное разложение как отклик на переувлажнение и иссушение также прослеживается.

Разложение нативных материалов, по-видимому, в большей степени определяется его происхождением – замедленное разложение отмечено в фитосенозах с наиболее развитыми лесными подстилками.

Динамика разложения чая весьма специфична – за 0.5–0.75 года образцы разлагаются до 30–40 (50) % от M_0 , затем значения стабилизируются и на протяжении 1.25–1.5 лет остаются практически неизменными. Наиболее полное разложение чая отмечено в хвойных фитосенозах: в ельнике и сосняке Ботанического сада – до 35–40 % (в остальных – 40–50); в сосновом бору в Воронежской обл. – до 20–33 %. Разложение чая не откликается на особенности увлажнения и контролируется, вероятно, специализацией местной биоты.

Таким образом, разложение различных типов образцов контролируется сочетанием внутренних и внешних факторов, и для разных образцов разные факторы являются ведущими. Это обстоятельство, вероятно, можно использовать для наиболее подробного исследования процессов разложения.

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

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И СВОЙСТВ ВЕРХНЕГО ОРГАНОГЕННОГО ГОРИЗОНТА ПОДЗОЛОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ

Н.С. Иванова

Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, ivanna.semyr@gmail.com

Severonickel plant cause significant consequences to environment. One of which is indirect contamination effects through the destruction of the vegetation cover and the termination of litterfall production. Over time, the soils lose organic matter, which is accompanied by changes in all major soil

properties, including morphology. The surface soil layers were analyzed and a number of patterns were revealed. The results showed that soil horizon Opt is characterized by higher humidity and organic matter content than horizons Oer and TJpt.

На территории Мурманской области функционирует один из самых крупных источников загрязнения в Северной Европе – комбинат «Североникель». Основную массу выбросов предприятия составляет SO_2 и токсичные тяжёлые металлы. Однако, наиболее значительные изменения (снижение содержания органического вещества и развитие эрозии почв с изменением морфологического сложения почв) произошли из-за косвенного воздействия выбросов через разрушение растительности и прекращение поступления свежего растительного опада.

Частичная реконструкция комбината «Североникель» в конце 90-х сопровождалась значительным снижением выбросов загрязняющих веществ. Экосистемы в регионе положительно отреагировали на снижение выбросов. В 2001 году сотрудниками лаборатории почвоведения ПАБСИ был организован комплексный почвенно-геоботанический мониторинг. Для наблюдения за ходом восстановительной сукцессии были выбраны две наиболее загрязнённые площадки II-1 и IV-2, расположенные в 8 и 3 км соответственно на север от источника загрязнения.

К 2006 году на площадках наблюдения начали появляться небольшие пятна пионерных мхов и лишайников. Поселение пионерной растительности играет важную роль в восстановлении экосистем. Во-первых, образуя сплошной ковёр, мхи и лишайники скрепляют поверхность почвы, предотвращая дальнейшее развитие эрозии. Во-вторых, при отмирании нижних частей мхов возобновляется поступление свежего растительного опада в почву, способствуя её восстановлению и формированию на поверхности эродирующего горизонта Oer нового посттехногенного сухоторфяного горизонта TJpt. Однако, этот новый горизонт, как показало обследование 2018 года, пока не отличается по своим основным свойствам от эродирующей подстилки. Другим позитивным процессом восстановительной сукцессии является разрастание берёзы. В местах скопления опада листьев берёзы на поверхности формируется новый посттехногенный горизонт – Opt. На этих участках также прекращается эрозия почв. Кроме того, этот вновь образованный горизонт Opt характеризуется значимо, согласно *U*-критерию Манна-Уитни, более высоким содержанием органического вещества, более высоким содержанием обменных оснований (Ca^{2+} и Mg^{2+}) и более высокой влажностью по сравнению с эродирующей подстилкой. На основе данных по

содержанию тяжелых металлов в листьях березы, можно предположить, что вновь образованный горизонт Opt из листьев березы также характеризуется более низкой концентрацией тяжелых металлов.

Работа рекомендована д.б.н. Г.М. Кашулиной.

УДК 631.4

ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО
КАРБОНАТНОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В СИСТЕМЕ NO-TILL

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. At present, the world and domestic practice of intensive agriculture proves that fertilizers serve the material basis of the quantitative and qualitative improvement of the crop production, as well as a source of biogenic elements for plants.

Удобрения являются основным фактором регулирования питательного режима почвы, улучшения ее биологических и физических свойств, что обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев. В нашей стране на долю удобрений приходится 40–50 % прироста урожайности зерновых культур и 50–70 % – сена многолетних трав (Матюк и др., 2011).

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

Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднemocный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке.

Исследования проведены с 2016 по 2018 гг. в условиях полевого опыта (Доспехов, 1985) на территории ЗАО им. Кирова Песчанокоскопского района Ростовской области. Образцы почвы отбирали до посева, в фазы выхода в трубку и полной спелости. Определение подвижных форм фосфора и калия проводили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, содержания нитратного и аммонийного азота ионометрическим методом (Минеев, 2001).

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

Схема опыта: 1. Контроль без удобрений; 2. N12P52 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку; 3. K32Mg12S20 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку; 4. N12P52 + K32Mg12S20 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку; 5. N12P52 + K32Mg12S20 при посеве на глубину 10 см + N30 в фазу кущения + 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 кв.м. Предшественник: лён (*Linum L.*). Для посева использовали трактор МТЗ 1523 и сеялку Semeato TDNG 420 производства Бразилия. Норма высева семян – 5 миллионов штук всхожих семян на 1 га, глубина их заделки – 4 см.

Установлено, что внесение минеральных удобрений в поверхностный слой почвы (0–5 см) повышало содержание основных элементов питания (аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия), улучшая пищевой режим в течение всего вегетационного периода озимой пшеницы, что обусловило рост ее урожайности.

Различия в содержании минерального азота по слоям почвы (0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30 см) статистически недостоверны, так как его уровень зависит от погодных условий и интенсивности поглощения элемента растениями озимой пшеницы. Доступные растениям соли азотной кислоты и аммония хорошо растворимы, их способность к миграции по почвенному профилю, в том числе и в условиях юга страны, подтверждают многие исследователи.

Наибольшее содержание подвижного фосфора и обменного калия выявлено в верхнем горизонте (0–10 см), заметно снижаясь с глубиной. Следует отметить, что в засушливых условиях дифференциация подвижного фосфора и обменного калия по слоям почвы выражена в большей степени, чем при благоприятном увлажнении.

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

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЧВЕННЫЕ ПОТОКИ CO₂ И N₂O ЛОД
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Е.М. Илюшкова, А.В. Бузылёв

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,

Li060698@yandex.ru

The problem of sustainability of forest ecosystems in the city is very important. The state of the stand affects its ability to capture harmful substances, maintain the ecological situation at a favorable level. Today most diseases of woody vegetation are associated with climate change.

В настоящее время остро стоит проблема состояния и устойчивости лесных экосистем в черте города. Состояние древостоя влияет на его способность улавливать вредные вещества, поддерживать экологическую обстановку на благоприятном уровне. Большинство болезней древесной растительности связаны с климатическими изменениями, природными аномалиями и растущей антропогенной нагрузкой.

Наблюдения проводились на территории Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенной в северном административном округе г. Москва. Ключевые участки расположены по трансекте с северо-востока на юго-запад, различаются вариантами мезорельефа, древесной и напочвенной растительностью, а также различным уровнем антропогенной нагрузки (табл.).

Таблица. Характеристика ключевых участков.

КУ	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Степень деградации древостоя	III	II	II	I	I
% проективного покрытия	35	70	45	90	83
Антропогенная нагрузка, %	85	60	80	40	35
N ₂ O, г/м ² в день	0.833	0.741	0.754	0.795	0.767
CO ₂ , мг/м ² в день	1312.2	1168.2	1212.5	1177.5	1157.8

Максимальное среднее значение за вегетационный период (16.05–08.11.19) эмиссии N₂O и CO₂ наблюдалось на прямом коротком слабопокатоном склоне моренного холма северо-восточной экспозиции

в нижней части склона (ПСВ) 16.07.2019, 16.05.2019 и составляет для N_2O 0.833 г/м² в день, где влажность почвы 17.3 %. По CO_2 1312.148 мг/м² в день при температуре почвы 12.9° С. На этом участке преобладающей породой являлась липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.). Для данного ключевого участка характерно наибольшая степень деградации древесных пород, заболеваемость – составляла 40 % из всех ключевых участков. Минимальная эмиссия N_2O была получена 08.11.2019 на прямом слабо-покатом коротком склоне моренного холма северо-восточной экспозиции ССВ и составляла 0.741 г/м² в день при влажности почвы 31.43 %. На этом участке доминирующей породой являлась береза повислая (*Betula pendula* Roth). Минимальная эмиссия CO_2 получена 04.10.19 на противоположном пологом слабовогнутом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции в нижней части склона (ПЮЗ) и составляла 1157.782 мг/м² в день, при температуре почвы 12.4° С, преобладающая порода была представлена березой повислой (*Betula pendula*), которая относится к выпадающей породе на участке из за смены гидрологического режима на территории ЛОД.

Древесные породы, их степень деградации, количество и состав опада, скорость разложения и образования подстилки, напочвенная растительность и ее процент проективного покрытия сильно влияет на почвенные характеристики, в том числе и на поступление почвенной эмиссии CO_2 и N_2O в атмосферу.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева М.В. Тихоновой.

УДК 631.47 : 550.42

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ БАРАБИНСКОЙ СТЕПИ

А.Д. Иовчева, И.Н. Семенков, Е.Д. Николаев

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

In the work has analyzed the distribution of macronutrients and trace elements in the soils of the Barabinsk steppe. This region is characterized by a wide spread of alkaline and saline soils. Different soil type (Chernozems, Solonets and other) have different types of element distribution. The relationship between the distribution of exchange forms of heavy metals and the composition of salts and electrical conductivity of soil was established.

Совместный анализ распределения макро- и микроэлементов – один из способов понимания процессов миграции тяжелых металлов (ТМ) в профиле почв. Цель данной работы – проанализировать радиальное распределение обменных соединений макроэлементов (Ca, Na, K, Mg,) и ряда микроэлементов (Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Cd) в почвах Барабинской степи. Особенностью рассматриваемой территории в районе г. Барабинска является широкая распространенность содовых и засоленных почв за счет распространения грунтовых вод содового, сульфатного и хлоридно-карбонатного типа [2].

Исследованы почвы сопряженного ряда ландшафтов от междуречья до поймы озера. В автономной позиции сформировались чернозем обыкновенный и солонец, в трансэлювиальной – луговато-черноземные незасоленные почвы, в аккумулятивной – лугово-черноземные и лугово-болотные с признаками засоления. Образцы почв отбирались из средней части генетических горизонтов. Обменные соединения металлов определяли в ацетатно-аммонийной вытяжке с pH 4.8 (соотношение почва:раствор 1:5) в ИПТМ РАН методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе «iCAP-6500» фирмы «Thermo Scientific» (США). Для выявления связей между содержанием ТМ, pH и электропроводностью водной вытяжки (соотношение почва:раствор 1:2.5 и 1:5 соответственно) почв сделан корреляционный анализ в программе «Statistica 10». Распределение форм было оценено с помощью коэффициента радиальной дифференциации, который представляет собой отношение содержания элемента в горизонте почвы к его содержанию в материнской породе.

В черноземах ТМ (Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Zn) имеют глубинно-аккумулятивный тип распределения. В солонцах обменные формы соединений Na, Ni, Cd, Pb накапливаются в средней части профиля, а Zn – в верхней части профиля. В почвах с признаками засоления (электропроводность >3 дСм/м) для всех ТМ, кроме Zn, характерен глубинно-аккумулятивный тип распределения, а для макроэлементов (Na, Mg, K) – поверхностно-аккумулятивный, что связано с поверхностным засолением почв [1]. В почвах с высокой электропроводностью обнаружена достоверная обратная связь между содержанием обменных форм ТМ с одной стороны, и электропроводностью и содержанием Na, Mg, S – с другой [3].

Литература

1. Копикова Л.П., Скулкин В.С. Оценка засоления почв по сопряженным данным водных вытяжек и экстрактов из водонасыщенных паст // Условия формирования и свойства трудномелиорируемых почв Джизакской степи: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1990. С. 74–81.

2. Почвенно-климатический атлас Новосибирской области. / Ответственный редактор д.г.н. А.П. Сляднев. Новосибирск: «Наука», 1978. – 122 с

3. J.A. Acosta, B. Jansen, K. Kalbitz, A. Faz, S. Martínez-Martínez. Salinity increases mobility of heavy metals in soils. // *Chemosphere*. Volume 85, Issue 8, November 2011, Pages 1318–1324. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.07.046>.

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

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

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

УДК 631.9

ВОДНЫЙ РЕЖИМ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ПОСЕВАХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В.В. Казанов

Красноярский государственный аграрный университет,
Kazanov.24@mail.ru

Quantitative changes in the properties and regimes of soils during the cultivation of oil crops in crop rotation are necessary to assess the rate of reproduction of the fertility of chernozems. In field studies, the water regime of oilseeds was studied. The impact of oilseeds on the water regime of chernozems is estimated.

Степень увлажнения почвы определяет пищевой, воздушный, тепловой режимы и все биологические процессы, происходящие в почве. Влагообеспеченность растений определяется метеорологическими условиями, способами обработки почвы, особенностями возделывания культур и другими условиями.

Цель исследования – оценить водный режим агрочерноземов Канской лесостепи в посевах масличных культур. Исследование выпол-

нено в 2019 г. в Канской лесостепи Канско-Рыбинского геоморфологического округа в землепользовании ООО «ОПХ «Соляное»». Для достижения поставленной цели изучен водный режим двух участков пашни зернопарового севооборота площадью по 5 га в посевах рапса и рожьки, возделываемых на маслосемена. Предшествующая культура – горохо-овсяная смесь. Ключевой участок № 1 (56°006'N и 95°052'E) характеризуется широкоувалистым рельефом со слабо выраженным микрорельефом в виде мелких понижений и повышений разной формы, что типично для большей части Канской лесостепи. В структуре его почвенного покрова доминируют агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные среднemosные и мощные. По микропонижениям встречаются разные виды агрочерноземов глинистоиллювиальных оподзоленных. Ключевой участок № 2 (56°026'N и 95°243'E) расположен на пологом склоне широкого увала, вытянутого с запада на восток. Пробные площади закладывали на верхней, средней пологой и нижней части склона, где микрозападины выражены более отчетливо. Этот участок отличается большей комплексностью почвенного покрова и представлен сочетанием агрочерноземов глинистоиллювиальных типичных разных видов, агрочерноземов глинисто-иллювиальных оподзоленных мощных и агрочерноземов криогенно-мицеллярных маломощных, занимающих микроповышения. Исследования проводили с мая по сентябрь. Запасы общей и продуктивной влаги и их динамика изучены в 0–100 см слое пробных площадей. Интервал измерения температуры и влажности почвы – 12–20 дней.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.Л. Кураченко.

УДК 57.013

АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Е.Ю. Казанова, А.А. Колесник

Красноярский государственный аграрный университет,

Laletina95@bk.ru

The results of field studies of the Krasnoyarsk forest-steppe are presented. The dynamics of soil moisture, addition density, structural composition under the conditions of the main soil treatment was studied. The barley productivity in the conditions of resource-saving technologies is analyzed.

An assessment of the economic efficiency of the use of resource-saving technologies is given.

Одним из основных лимитирующих факторов получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур является прогрессирующее ухудшение водно-физических свойств почв, которые весьма динамичны и зависят от уровня культуры земледелия. В процессе длительного использования почв происходит их переуплотнение, теряется комковато-зернистая структура, уменьшается полевая влагоемкость, водопроницаемость, усиливается смыв мелкозема с пахотных угодий. Изучение физических свойств почв, динамики их изменения при антропогенных воздействиях тесно связано с рациональным использованием почв и управлением их плодородия.

Цель данного исследования – оценить агрофизическое состояние чернозема и продуктивность ячменя, возделываемого по ресурсосберегающим технологиям. Исследования проведены в 2017–2018 гг. в полевом опыте Красноярского государственного аграрного университета. Объект исследования – агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные Красноярской лесостепи и агроценоз ячменя (*Hordeum vulgare*) сорта Ача, возделываемый в севообороте: пар – пшеница – ячмень – кукуруза – пшеница. Исследование проведено в зернопарокормовом севообороте в условиях полевого стационара «Миндерлинское», расположенного в Красноярской лесостепи. Почва опытного участка в слое 0–20 см характеризуется высоким и очень высоким содержанием гумуса (7.6–11.1 %), очень высокой суммой обменных оснований (53.2–62.0 ммоль/100 г), нейтральной и слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5.5–5.9). Оценку влияния ресурсосберегающих технологий основной обработки на агрофизическое состояние почвы изучали в агроценозе ячменя на 3-х блоках основной обработки: I – отвальная обработка ПН-5-35 на глубину 23–25 см; II – минимальная обработка дискатором БДШ-5,6 на глубину 13–15 см; III – нулевая обработка (прямой посев сеялкой Агратор – 4,8). Отбор почвенных образцов проводили в 3-кратной повторности в фазу всходов (июнь), кущения (июль) и молочной спелости (август) ячменя. Глубина отбора образцов – 0–10 и 10–20 и 20–40 см. В образцах определяли: влажность почвы – термовесовым методом; плотность сложения по Н.А. Качинскому; структурный состав – по Саввинову; агрегатный состав – на приборе Бакшеева. Исследования показали, что ресурсосберегающие технологии основной обработки почвы в засушливые условия 2018 года способствовали увеличению запасов продуктивной влаги в 0–20 см слое, при повышении плотности сложения почвы с

сохранением оптимальных параметров. Хорошо и отлично оструктуренные агрочерноземы Красноярской лесостепи формируют близкое содержание агрономически ценных фракций. Отвальная обработка, формируя максимальное количество зерен в колосе способствует повышению уровня биологической урожайности ячменя до 26.6 ц/га.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.Л. Кураченко.

УДК 631.4

ФОСФОР И ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ
КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА
ЭПОХИ БРОНЗЫ КСИЗОВО-1 (XXII–XXIV В.В. ДО Н.Э.)

Ю.Н. Кожемякина¹, А.В. Потапова²

¹Воронежский государственный университет, kozhyulya57@gmail.com

²ФИЦ ПНЦБИ РАН, anastassia4272@gmail.com

Statistical analysis of the cultural layers of the Bronze Age settlement Ksizovo-1 showed the maximum variation of data in the layer corresponding to the most intensive period of existence of the settlement.

Реконструкция инфраструктуры древних поселений требует комплексных междисциплинарных исследований, с привлечением методов почвоведения и других естественных наук. В данной работе представлены результаты исследования модельного участка поселения Ксизово-1 среднедонской катакомбной культуры (XXIV–XXIII вв. до н.э.) в лесостепной зоне. Памятник расположен в верхнем течении Дона в окрестностях с. Ксизово Задонского района Липецкой области. Отбор почвенных образцов проводился из каждого квадратного метра культурного слоя на четырех уровнях зачистки. В образцах оценивали фосфатазную активность, а также проводили раздельное определение органических и минеральных форм фосфатов. Данные, представленные на рисунке, получены в программе Statistica с помощью метода главных компонент. Верхний пласт, затронутый современным почвообразованием, представлен на факторной плоскости в виде компактной группы, за счет высоких значений органического фосфора и фосфатазной активности. Во втором пласте увеличивается степень разброса данных; для ряда наблюдений преимущественное значение приобретает содержание минерального фосфора, увеличение которого смещает факторные координаты в отрицательную область по обоим осям. В пласте 3, соответству-

ющем основному периоду функционирования поселения, эта тенденция заметно усиливается. В пласте 2 (период запустения) отмечается более высокая доля органических фосфатов по сравнению с пластом 3, за счет уменьшения антропогенной нагрузки и активизации биологических процессов. Наиболее глубокий пласт характеризуется плотной группировкой данных, вследствие предельно низких значений фосфатазной активности и органического фосфора. Здесь антропогенный след проявляется только в области очагов, где фиксируется поступление в почву фосфатов, как биологической, так и минеральной природы.

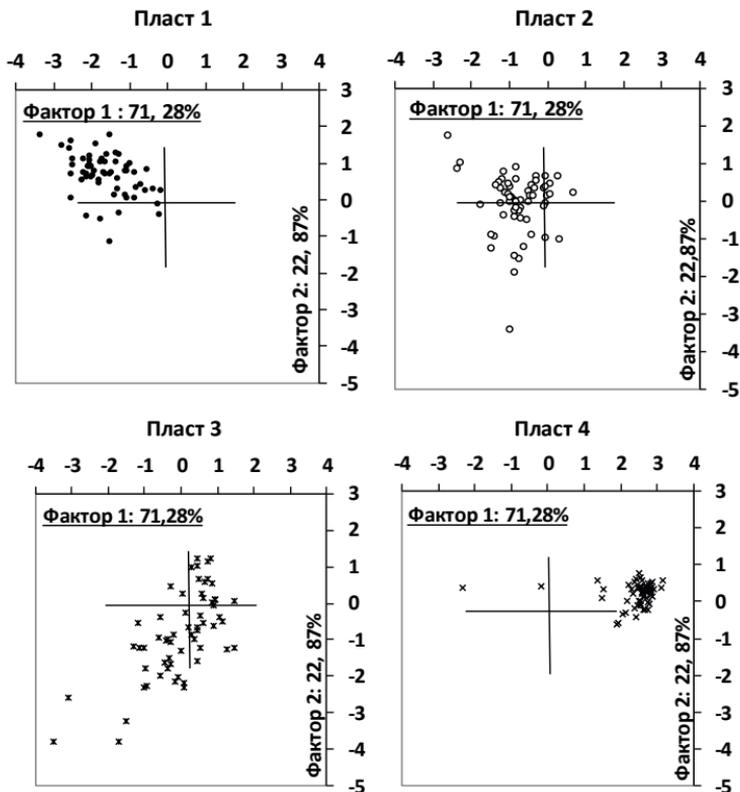


Рисунок. Статистическая характеристика культурных слоев поселения Ксизово-1.

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Борисовым.

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
КРЕМНИЯ В ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ
ПРОФИЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ЧЕРНОЗЕМОВ
ОПОДЗОЛЕННЫХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

As result of studies carried out to identify distribution characteristics of different fractions of soluble silicon compounds in the profile of Umbric Albic Luvisols and Luvic Chernozem, it was found that strong expression of sod-podsolic process in profile of soils does not contribute to accumulation of both monomer and polymer fractions of silicon acids. In other words, genesis-dominant eluvial processes evolutionally determined excessive vertical migration of many components from daily horizons, including soluble silicon compounds.

Почвенный раствор характеризуется постоянным присутствием монокремниевых и поликремниевых кислот, а также кремнийорганических соединений, которые обладают высокой химической и биологической активностью. Мономеры кремниевых кислот образуются при постепенном растворении преимущественного аморфного (неокристаллизованного) кремнезема, часть которых при условии наличия тонкодисперсных фракций (коллоидов) полимеризуется на их поверхности или в почвенном растворе. В свою очередь, полимеризация мономеров кремниевых кислот в коллоидной матрице происходит в диффузном слое, а в почвенном растворе данный процесс протекает только при условии значительно повышенной концентрации мономеров. Таким образом в почве происходит формирование динамического запаса мономеров и полимеров кремниевых кислот.

В современном генетическом почвоведении особенности распределения различных фракций кремниевых соединений описаны крайне недостаточно, что определяет актуальность и новизну настоящих исследований.

Изучали почвы различных почвенно-климатических подзон Нижегородской области, а именно дерново-подзолистая освоенная мелкооподзоленная неоглеенная легкосуглинистая почва, расположенная

в подзоне южной тайги (Уренский район) и чернозем оподзоленный маломощный слабогумусный слабосмытый легкоглинистый, расположенный в подзоне северной лесостепи (Починковский район). Закладка и описание разрезов почвенных профилей, а также отбор и лабораторный анализ проб почвы с генетических горизонтов проводились в период 2017–2019 гг. в рамках выездной полевой учебной практики по географии почв, проводимой со студентами-географами, и выездной полевой учебной эколого-географической практики, проводимой со студентами-экологами.

Образцы доставляли в Эколого-аналитическую лабораторию мониторинга и защиты окружающей среды и Лабораторию географии почв и геохимии ландшафтов Мининского университета, где определяли содержание монокремниевых, поликремниевых кислот и кислоторастворимых фракций кремния спектрофотометрическим методом (Матыченков, 2016).

В подзолистой почве содержится минимальное количество водорастворимых фракций кремния – мономеров и полимеров. При этом, несмотря на значительное содержание валового кремния в элювиальном горизонте (A_2), представленного в основном инертным кварцем и полевыми шпатами, количество его растворимых соединений оказалось минимальным. С продвижением вниз по профилю накопление моно- и полимерных форм растворимого кремния увеличивалось с глубиной, что объясняется ярко выраженным иллювиальным процессом в почвах подзолистого ряда. Наибольшая концентрация данных соединений была в нижней части горизонта B_2 , в котором происходит интенсивное накопление вымываемого сверху вещества.

Содержание кислоторастворимых соединений кремния также оказалось минимально в горизонте интенсивного оподзоливания (A_2) и к иллювиальному горизонту (B_2) увеличивалось до уровня концентрации выше, чем в гумусо-аккумулятивном горизонте (A_1).

В профиле чернозема оподзоленного общее накопление водорастворимых фракций кремния было больше, чем в профиле дерново-подзолистых почв, при этом здесь отмечена стабильная миграция мономеров и полимеров кремниевых кислот с последующим их накоплением в иллювиальном горизонте B_1 .

Относительно кислоторастворимых соединений кремния нужно сказать, что тенденция их распределения по генетическим горизонтам чернозема была идентична распределению водорастворимых фракций, однако уровень концентрации данных соединений стабильно выше в почве верхних слоев чернозема, чем подзолистой почвы.

В результате проведенных исследований установлено, что сильная выраженность подзолообразовательного процесса не способствует накоплению как мономерных, так и полимерных растворимых фракций кремниевых кислот. Иными словами, доминирующие в генезисе элювиальные процессы эволюционно определяли более существенную вертикальную миграцию многих компонентов из дневных горизонтов, в том числе и растворимых соединений кремния.

Работа рекомендована д.с.-х.н., доц. И.П. Уромовой.

УДК: 631.472.51; 631.421

ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОДСТИЛОК ЕСТЕСТВЕННЫХ И ГОРОДСКИХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

П.Д. Коршениникова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, korsh-polina@yandex.ru

The research of the specific properties of natural (succession range in Kostroma region) and urban (Natural-Historic Park «Bittsevsky Les») vegetation and litter was conducted. The vegetation of the tested sites was studied. The description of litter was made, the fraction composition and deposits were established, efficiency of biological cycle was estimated.

Лесная подстилка – особый горизонт профиля в почвах лесных экосистем, слой органического материала над верхней минеральной частью почвенного профиля, является ярким индикатором интенсивности биологического круговорота веществ в экосистеме. Многими исследователями установлено, что хозяйственная деятельность в лесных сообществах приводит к нарушению биологического круговорота веществ, а в антропогенно-нарушенных лесных сообществах, как правило, формируется более простая по морфологическому строению лесная подстилка, чем в коренных биогеоценозах.

Объектами исследования послужили две экосистемы. В качестве природного сообщества был выбран сукцессионный ряд, состоящий из фитоценозов разного возраста, расположенных на месте заброшенной пашни в Мантуровском районе Костромской области, а именно заросли ивы козьей 14 лет, осиново-березовый лес 40 лет и березово-еловый лес 100 лет. Вторым объектом послужили три типичных фитоценоза природно-исторического парка города Москвы «Битцевский лес» – берез-

няк марьянниково-злаковый, липняк лютиково-живучковый и ельник крапивно-живучковый.

В результате работы, потенциальная скорость биологического круговорота естественных экосистем была определена как достаточно высокая – 50 % фракционного состава подстилок принадлежит легко-разлагаемым компонентам, но, вместе с тем, полнота круговорота недостаточна, о чем свидетельствует наличие 30 % мелкого детрита, что привело к депонированию не до конца разложенного органического вещества и, соответственно, к значительной мощности (до 15 см) и величине запасов подстилок (4192.8 г/м^2) в березово-еловом лесу, 100 лет. Варьирование показателей как мощности, так и запасов подстилок для лиственных насаждений разного возраста очень схоже между двумя фитоценозами. Это может свидетельствовать о том, что с увеличением возраста фитоценоза данные показатели измеряются соразмерно и пропорционально, что варьирование свойств лесных подстилок в лиственных насаждениях ниже, чем в березово-еловом лесу. Также изучение свойств подстилок в тессерах позволяет сделать вывод, что в столетнем лесу хвойные породы деревьев увеличивают варьирование мощностей и запасов за счет очень сильного дифференцирующего влияния их крон.

Исходя из соотношения легкоразлагаемых компонентов и детрита в подстилках лиственных насаждений Битцевского парка, можно сделать вывод о более высокой скорости и эффективности биологического круговорота, чем в аналогичных естественных экосистемах. Анализ морфологического строения подстилок городских фитоценозов показал, что в приствольных пространствах еловых насаждений они имеют максимальную мощность и запасы (6 см и 2492.32 г/м^2 соответственно). Минимальные значения этих показателей в окнах – открытых пространствах без влияния крон, меньше аналогичных в фитоценозах Костромской области почти в 5 раз.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. О.В. Семенюк и к.б.н., с.н.с. В.М. Телесиной.

УДК: 631.472.51; 631.421.1

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МЕЖБИОГЕОЦЕНОЗНЫЙ ПЕРЕНОС
РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА В МОДЕЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ
ЭКОСИСТЕМАХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ

А.К. Макаренко, И.С. Рыжиков, Ф.И. Земсков

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, 7makarek7@mail.ru

The litter fall transfer has been studied for the phytocenoses of Moscow State University Botanical Garden, characterized by limited space and close proximity to each other. The litter fall was examined by litter-fall traps disposed in two transects, each one was set within a pair of phytocenoses. It has been found that the litter transfer usually follows the exponential trend with satisfactorily high correlation, and the small size of the traps used allows estimating the litter fall enough precisely.

Перенос растительного опада интересен с точки зрения особенностей разложения различных его компонентов, и влияния на формирование гумусовых веществ почв. В условиях ограниченного пространства модельных фитоценозов важно учитывать перенос опада для более точных расчётов скоростей биологического круговорота. Кроме того, вместе с опадом могут переноситься диаспоры, что со временем приводит к изменению флористического состава древостоя.

Объектами исследования послужили модельные лесные насаждения дендрария Ботанического сада МГУ (Ленинские горы), имеющие возраст около 60 лет. Эти фитоценозы характеризуются небольшой площадью и располагаются близко друг от друга, вследствие чего наблюдается активный перенос опада, в том числе, между лиственными и хвойными насаждениями. Для установления переноса опада между фитоценозами использовали опадоуловители пл. $\sim 0.1 \text{ м}^2$ и $\sim 0.02 \text{ м}^2$, установленные попарно в две трансекты: ельник–грабинник и берёзово-кленовая полоса–лиственничник, по 12 пар в каждой. Отбирали опад, поступивший в листопадный период (сентябрь–октябрь) 2019 года.

Исследования показали, что в трансекте ельник–грабинник поступление еловой хвои на участке грабинника составляет от $\sim 125 \text{ г/м}^2$ на границе с еловым древостоем, до 3.5 г/м^2 на расстоянии 21.5 м от неё. Распределение поступления хвои в грабиннике описывается уравнениями $y = 3068.4 \cdot e^{-0.1855x}$ ($R^2 = 0.89$) и $y = 1369.9 \cdot e^{-0.1497x}$ ($R^2 = 0.96$) по результатам отбора большими и малыми опадоуловителями соответственно. Аналогично, по мере удаления от грабинника, поступление опада

граба распределяется экспоненциально: $y = 0.5836 \cdot e^{0.2736x}$ ($R^2 = 0.35$) и $y = 0.3033 \cdot e^{0.3211x}$ ($R^2 = 0.48$), от ~105–140 г/м² на границе с грабинником, и до 3–10 на расстоянии 18 м от неё. Общее поступление опада, рассчитанное на основе больших и малых опадоуловителей, хорошо коррелирует: $R^2 = 0.88$. При этом поступление листового опада в сравниваемых опадоуловителях коррелирует между собой не столь сильно ($R^2 = 0.49$), по сравнению с хвойным ($R^2 = 0.97$). Установлено, что большие опадоуловители по сравнению с малыми накапливают в среднем в 1.18 раза больше опада, в т. ч., в 1.28 раза больше листового опада и в 1.06 – хвойного (в пересчёте на 1 м²).

Поступление хвои лиственницы в берёзово-кленовой полосе по трансекте также распределяется экспоненциально и описывается уравнениями $y = 50.412 \cdot e^{0.0494x}$ ($R^2 = 0.95$) и $y = 43.06 \cdot e^{0.0624x}$ ($R^2 = 0.99$), от ~110 г/м² вблизи границы фитоценозов до 50–65 на расстоянии 20 м. Поступление листового опада берёзы и клёна в лиственничнике также оказывается меньше по мере удаления от берёзово-кленовой полосы, однако он включает также опад деревьев подроста и подлеска, в силу чего невозможно достаточно точно оценить перенос опада защитной полосы. Распределение листового опада в лиственничнике описывается уравнением $y = 238.5 \cdot e^{-0.024x}$ ($R^2 = 0.73$), и составляет 157 г/м² на границе берёзово-кленовой полосы и 73 на расстоянии 27 м от неё. Поступление опада в большие опадоуловители превышает поступление в малые в среднем в 1.39 раза, в том числе в 1.3 раза по листовому опаду, однако, поступление хвои практически не отличается.

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

УДК 57.045

ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ И ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОПРОВОДА «ЗАПОЛЯРНОЕ – НОВЫЙ УРЕНГОЙ»

И.В. Мельник

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

In the course of this study, the effectiveness of engineering measures to protect Zapolyarnoye – Novy Urengoy gas trunk pipeline from dangerous natural cryogenic processes was fully evaluated from the preserving and maintaining the natural state of the soil cover and ecosystems of Western Siberia perspective.

Актуальность настоящей работы обусловлена недостатками проектировки водопропускных сооружений в начальный период строительства магистрального газопровода «Заполярье – Новый Уренгой» в 2000–2003 гг., началом прогрессирующего заболачивания территории, застоем поверхностных вод вдоль насыпи газопровода, усилением деградации мерзлоты (термоэрозия и термокарст), проведением работ по восстановлению руслового стока поверхностных вод и ликвидацией подтопления в результате работ по корректировке природного поверхностного стока в 2004–2014 гг.

Объектом исследования является территория между 25 и 97 км газопровода «Заполярье – Новый Уренгой». В ходе исследования проанализированы 14 аэроснимков с 7 участков, для каждого выбраны 2 одновременных снимка в промежутке с 2004 по 2019 гг.

Исследовалось изменение площадей 5 основных типов объектов:

1. газопровод;
2. объекты инфраструктуры;
3. водные объекты;
4. зарастающие водоёмы;
5. заболоченные участки суши.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

1. Для исследуемой территории характерна тенденция к заболачиванию участков суши. Площади формирования болотных почв увеличились на 1.4 процента.

2. Изменений в составе и структуре растительных комплексов выявлено не было, также не было обнаружено следов пожаров и выраженных загрязнений.

3. Усиление антропогенной нагрузки: на большинстве участков обнаружено создание дополнительных грунтовых дорог и контрольных пунктов, однако их количество и занимаемая ими площадь также достаточно незначительно возросли и не являются критическими для изменения экологического статуса территории.

4. Для территории в полосе примыкания к газопроводу «Заполярье – Новый Уренгой» в целом характерно сохранение структуры природных комплексов и особенностей гидрологического режима, что свидетельствует о достаточно высокой эффективности дренажной и водопропускной системы данного линейного сооружения.

5. Наблюдаемая динамика изменений степени заболачивания, нарушения растительного покрова и деградации почв не носит катастрофический характер и описывается локальными флуктуациями.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.А. Семиколенных.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД КУЛЬТУРАМИ
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ
ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ ЕГОРЬЕВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ

А.А. Пузикова, И.С. Солдатова

Мытищинский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана

The main purpose of the study was to study the properties of anthropogenic-transformed soils of the Egorievskoye Deposit of phosphorites of the Moscow region and the dynamics of radial growth of ordinary pine and Siberian larch crops growing on remediation soil.

Лопатинское месторождение фосфоритов располагается между Воскресенском и Егорьевском на выровненном пространстве левобережья р. Москвы. Здесь добывалось фосфатное сырье, используемое для получения минеральных удобрений. Карьеры тянутся с некоторыми перерывами почти на три десятка километров. Каждый из карьеров имеет длину 400–500 м и более с шириной в сотни метров и глубиной до 30 м. По мере выработки минерального сырья эти карьеры подвергались коренной ремедиации и в основном они возвращались гослесфонду под посадку лесов.

Объектами нашего исследования стали ремедиационные почвы ЕМФ под 30-летними культурами сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, созданные в 1988 году на слаборазвитой почве. Развитие почвы ограничивается её молодостью и датируется началом почвообразования с 1986 г. после посадки леса.

Для изучения свойств почв были использованы методы озеленения, гранулометрический состав по Р.А. Качинскому, количественная реакция на гипс. Изучен состав глинистых минералов фракции < 1 мкм. Фракционное разделение образцов проведено по методике Горбунова (1963) путем последовательного отмучивания. Минералогический состав исследовали с помощью универсального рентгендифрактометра HZG-4a.

В результате исследований были выявлены следующие особенности почв. Под лесной подстилкой (4–5 см), залегает горизонт глауконитового песка мощностью около 30 см, черного цвета, рыхлый, плотностью 0.97–1.25 г/см³, содержанием органического вещества 6.2–7.3 %, с наименьшей влагоемкостью 42.8–44.3 %. Под верхним слоем образовался переходный горизонт, глубина залегания которого 30–60 см, цвет неоднородный, в верхней части желтый с темно-бурыми и черными пятнами, в нижней – цвет более однородный, горчично-желтый с прожил-

ками кварцевого песка, песчаный, уплотненный, содержит кутаны, плотностью 1.41–1.46 г/см³, с наименьшей влагоемкостью 35.2–37.6 %. На глубине более 60 см залегают песчаные вскрышные породы. Верхний горизонт слабообразитой почвы содержит незначительное количество тонкодисперсного материала фракции <1 мкм (не более 10 %), а содержание ила в исходном песке менее 6 %. Основными компонентами илистой фракции верхнего горизонта слабообразитой почвы являются смешанослойные образования иллиты, каолиниты. Основными компонентами илистой фракции исходной породы отвала являются смешанослойные образования иллит-сметитового состава и каолиниты. Также, стоит отметить неравномерное содержание гипса по всему профилю. Наибольшее его содержание отмечено в часто встречаемых включениях (более 8 %). Однако, небольшое его содержание отмечено и в слое глауконитового песка (менее 1 %). В свою очередь, вскрышные породы содержат более 4 % гипса.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. кафедры лесных культур, селекции и дендрологии О.В. Кормилицыной.

УДК 631.42

ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ И ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ В ИСТОРИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ

Р.А. Решетникова

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, rada3025@mail.ru

The cultural layers of the medieval period of the Volga region soils have common features: dark color, structure, the presence of artifacts, increased values of magnetic susceptibility and the content of organic phosphorus, and demonstrate a greater bioclimatic potential than daytime soils. This also indicates the difference in directions of soil processes in the present and in the past. The correlation of the maxima on the curves of the content of organic phosphorus and magnetic susceptibility probably diagnoses a medieval climatic optimum, which may be associated with the heyday of settlements.

Изменение гидрологической обстановки Поволжья в XX веке было осложнено строительством водохранилищ и канала им. Москвы – произошло заболачивание в верхних бьефах и понижение уровня грунтовых вод в нижних бьефах, активизировались эрозионные и оползневые процессы. Это сказалось и на эволюции естественных и культурных почв поволжских поселений.

Разновозрастные объекты исследования расположены в среднем Поволжье. Исследуемые объекты представляют собой фоновые почвы и почвы поселений (Нижняя Банновка, Щербаковка, Галка, Дубовка) с культурными слоями разных археологических эпох исторического времени. Во всех изученных профилях есть культурные слои, содержащие антропогенные артефакты.

Морфологические свойства почв четко указывают на наличие культурных слоев с более темной окраской наличием артефактов, и погребенных почв с зональными признаками: столбчатая структура, признаки осолодения и оподзоливания.

Получен групповой состав фосфора для разрезов. Максимумы органического фосфора диагностируют следы антропогенной деятельности. Повышенное содержание органического вещества характерно для культурных слоев, кроме того неорганический фосфор может накапливаться в результате аллювиальных процессов – возможно, этим обусловлена неоднородность его распределения по профилю.

Величины магнитной восприимчивости подтверждают результаты выделения культурных слоев и хорошо коррелируют с максимумами содержания органического фосфора, которые также приурочены к средним частям профилей почв. Магнитная восприимчивость также максимальна в поверхностных гумусовых горизонтах, что определяется высоким содержанием органического вещества.

Таким образом, культурные слои различных исторических эпох в разных частях Волжского бассейна обладают общими чертами: темный цвет, структура, наличие артефактов, повышенная магнитная восприимчивость и содержание органического фосфора. Культурные слои средневековья демонстрируют больший биоклиматический потенциал, чем современные. Зональные почвенные процессы определяют различия в свойствах культурных слоев, таких как: как реакция среды, карбонатность, засоленность. К реликтовым почвенным признакам можно отнести повышенное содержание органического вещества по сравнению с вмещающей толщей и некоторые морфологические признаки, что свидетельствует об отличных от современных условиях формирования изученных горизонтов.

Изменение гидрологического режима Волги в XX веке в результате строительства водохранилищ привело к осушению ландшафтов изученных поселений в верхнем течении и прогрессирующему засолению почв в нижней части бассейна.

Работа выполнена при поддержке РФФ № 17-14-01120.

Работа рекомендована д.б.н., зав. лабораторией экологического почвоведения Н.О. Ковалевой.

ИЗМЕНЕНИЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО МИКРОБОЦЕНОЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НОНИЛФЕНОЛА

А.Д. Руссу

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербургский государственный университет
angelarussu@list.ru

Using the pyrosequencing method the microbial composition of loamy Umbric Albic Luvisols was established. In samples contaminated with endocrine disruptor nonylphenol was a shift in taxonomic structure. In contaminated soil the dominant phylum is Proteobacteria, while in control samples it was Actinobacteria.

Нонилфенол (НФ) – широко распространенный загрязнитель, попадающий в окружающую среду вследствие сбросов сточных вод предприятий, производящих поверхностно-активные вещества, лаки и краски и т.д. Он обнаружен практически во всех экосистемах. В силу своего структурного сходства с гормоном эстрадиолом, нонилфенол способен вызывать серьёзные нарушения в живых организмах.

Целью данной работы было изучение воздействия нонилфенола на таксономический состав микробного сообщества дерново-подзолистой суглинистой почвы, отобранной в г. Пушкине. Агрохимические показатели почвы: $C_{\text{орг}}$ – 3.42 %, $N_{\text{общ}}$ – 0.139 %, рН (H_2O) – 6.7, рН (KCl) – 6.1.

В опытные образцы был добавлен ксенобиотик в концентрации 300 мг/кг почвы. Почвенные образцы инкубировали при комнатной температуре в течение 90 суток и влажности почвы 60 % от полной влагоёмкости. Анализ структуры почвенных микробных сообществ производился при помощи высокопроизводительного секвенирования гена 16S рРНК.

В начале эксперимента значительную долю в незагрязненной НФ почве составляли представители групп *Actinobacteria* (48 %) и *Proteobacteria* (20.5 %), а также *Firmicutes* (9.0 %), *Chloroflexi* (5.4 %), *Bacteroidetes* (3.7 %), *Acidobacteria* (3.2 %), *Planctomycetes* (1.2 %), *Gemmatimonadetes* (1.1 %). После внесения в почву нонилфенола произошло смещение в составе сообщества – доминирующей группой стали *Actinobacteria* (80 %), а количество протеобактерий уменьшилось в 3 раза. Через 3 месяца инкубирования в опытном варианте с 300 мг НФ/кг почвы преобладала группа *Proteobacteria* (78.3 %), а доля акти-

нобактерий уменьшилась до 8.1 %. Доля остальных филумов также значительно сократилась в сравнении с контрольным вариантом.

Выявлено снижение количества операционных таксономических единиц, а также индексов Шеннона и Chao1 в присутствии нонилфенола в почве, что демонстрирует негативное воздействие ксенобиотика на почвенную микробиоту.

Загрязнение почв нонилфенолом приводит к формированию нового микробного сообщества с сокращенным уровнем видового разнообразия. Доминирующим филумом становятся *Proteobacteria*, что является характерной чертой для нарушенных почвенных местообитаний.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. кафедры агрохимии СПбГУ М.А. Надпорожской.

УДК 631.412

РОЛЬ ВЕРЕСКОВЫХ КУСТАРНИЧКОВ В ПЕРВИЧНОМ ПОЧВООБРАЗОВАНИИ ГОРНОЙ ТУНДРЫ ХИБИН

К.В. Савельева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
universe2910.67@gmail.com

Cold climate ecosystems are most exposed to climate change and consequently shifts in cycles of C and N are expected. This study is about effects of dwarf shrubs with ericoid mycorrhiza on transformation processes of C, N and P compounds and on primary soil-forming processes in the Khibin mountains tundra soils.

Известно, что растения в процессе своей жизнедеятельности изменяют такие почвенные свойства, как pH, содержание органического вещества и элементов минерального питания. Вересковые кустарнички образуют микоризу эрикоидного типа, которая, как полагают, помогла этим растениям поселиться и доминировать в условиях низкой доступности элементов минерального питания. Известно, что эрикоидная микориза обладает большой активностью экзоферментов, способных трансформировать органическое вещество и мобилизовать из него элементы минерального питания. С другой стороны, вересковые растения продуцируют большое количество полифенолов (танинов), образующих устойчивые полифенол-белковые комплексы, что может способствовать повышенной аккумуляции органического вещества в почве. К этому же

может приводить снижение активности разложения органического вещества свободноживущими сапротрофными микроорганизмами, которые начинают испытывать дефицит азота из-за поглощения его микоризными грибами. Сейчас вопрос влияния разных факторов на процессы трансформации соединений углерода и азота и на почвообразование тундровых почв является актуальным, поскольку экосистемы холодного климата наиболее подвержены климатическим изменениям, а соответственно ожидаются большие сдвиги в циклах С и N.

Целью работы являлось изучения влияния кустарничков с эрикоидной микоризой на процессы трансформации соединений С, N, P при первичном почвообразовании в горной тундре Хибин. Сравнивались образцы почвы, отобранные с участков лишайниковой пустоши и при появлении на ней вересковых кустарничков.

Объектами исследования являлась горная почва лишайниковой пустоши, Цирка Поясов, расположенная в Мурманской области, вблизи города Кировск, на высоте 640 м.

В исследованных горных почвах каменистость была высокой (30–35 %), мощность профиля не превышала 15 см, что свидетельствует о том, что почвы находятся на стадии первичного почвообразования. Климатической особенностью данного региона является преобладание поступления осадков над испаряемостью, поэтому почвы находятся практически всегда во влажном состоянии. При поселении вересковых кустарничков на лишайниковой пустоши увеличивается наименьшая влагоемкость, что косвенно свидетельствует о возрастании содержания органического вещества в почве. В зоне влияния голубики и водяники происходит небольшое подкисление почвы по сравнению с контролем (рН от 4.4 до 4.2). Вероятно, это происходит из-за изменения качественного состава опада, а также из-за разложения органических кислот экзоферментами микоризных грибов. Об усилении микробиологической активности под кустарничками свидетельствует увеличение микробной биомассы в два раза (от 730 до 1400 мг $S_{\text{микро}}$ /кг), базального дыхания (от 2 до 3.2 мг $C-CO_2$ /кг/ч) и скорости роста бактерий в 1.5 раза. При этом происходит мобилизация фосфора (от 10 до 14 мг P/кг), лабильного углерода (от 216 до 250 мг C/кг), нитратного азота (от 1.1 до 1.3 мг N/кг).

Таким образом, при поселении кустарничков на лишайниковой пустоши происходит улучшение физическо-химических условий произрастания растений и микроорганизмов.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. М.С. Кадулиным.

The soil temperature affects lots of soil processes, especially, microbiological processes. The temperature change causes changes in the ratio of the main groups of microorganisms living in the soil, microbiological succession occurs. Also, temperature has a huge effect on the development of plants, including the root nutrition. In addition, the rate of various chemical reactions in the soil depends on the soil temperature.

Валаамский архипелаг расположен в северо-западной части Ладожского озера и состоит из 50 островов, самым крупным из которых является остров Валаам. На климат острова сильно влияет Ладожское озеро, что выражается в сглаживании суточного и годового хода температур воздуха. Среднее количество осадков на острове составляет 573 мм. Безморозный период длится в среднем 144 дня, а снежный покров держится 175 дней в году. Основными типами естественных почв на острове Валаам являются подбуры, буроземы, подзолистые и болотные почвы.

С 2014 года на острове проводятся мониторинговые исследования леса, частью которых является анализ динамики почвенной температуры. Объектом исследования является бурозем грубогумусный высокоскелетный на выходах массивно-кристаллических пород и торфяно-подзолистая почва на озерных отложениях, сформированные на водосборной территории озера Германовское, расположенного в восточной части острова. Температура измеряется при помощи автономных регистраторов температуры iButton. Датчики заложены на глубинах 5, 10 и 20 см. В летнее время датчики записывают температуру каждый час, в зимнее время интервал составляет каждые 3 часа.

Температура почвы связана с метеорологическими условиями. На нее будет влиять температура воздуха в приземном слое атмосферы, количество осадков и другие параметры. Температурный режим почвы определяется не только расположением участка относительно акватории Ладожского озера. Он также сильно зависит от физических параметров почвы, ее гранулометрического состава, положения в рельефе.

В ходе работы проведен анализ годового хода температур лесных почв на острове Валаам. Были выявлены среднесуточные, среднедекад-

ные, среднемесячные и среднегодовые экстремальные значения, а также рассчитаны самые большие амплитуды колебания температур.

Анализ полученных результатов показал, что среднемесячные значения температур положительные даже в зимний период. Самым холодным месяцем является февраль. Так, на одном из участков на глубине 5 см средняя температура в феврале составила 0.55 °С. Самым теплым месяцем оказался август со средней температурой почвы 13.98 °С на том же участке. Различия по значениям температуры за одни периоды на разных участках могли достигать практически 1 °С. Например, в июле 2018 года средняя температура почвы на глубине 5 см составила 13.89 °С на первом и 12.68 °С на втором участке. Установлено, что продолжительность периода с физиологически активными температурами (>10 °С) составляет порядка 80–90 дней в зависимости от участка и горизонта.

В рамках исследуемых почв острова Валаам по данным температур можно сделать предположение о микробиологической активности почв, а также о протекании микробиологической сукцессии. Можно судить о динамике годового хода температур и следить за изменениями средних и экстремальных значений в разные годы для нахождения зависимости температуры почв от других факторов.

Работа рекомендована ст. преп. Л.Е. Дмитричевой.

УДК 631.4

ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА КУРИЛОВКА

Н.В. Слюсарева¹, Н.Н. Каширская², Л.Н. Плеханова²

¹Воронежский государственный университет, yazdes55@mail.ru

²ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН,
г. Пушино, dianthus1@rambler.ru

Urease activity was determined in the cultural layers of Kurilovka settlement. In the background soil profile urease activity decreased from 330 to 35 $\mu\text{g NH}_4/\text{g}$ of soil per hour. In the cultural layers, its values did not exceed the background values.

Археологический памятник Куриловка расположен на территории Средне-Русской равнины в пределах административных границ Суджанского района Курской области. Памятник занимает низкую

надпойменную террасу реки Псёл. Археологическая атрибуция памятника позволяет отнести наиболее ранние его слои к раннеславянскому времени IV–VI вв. н.э. Кроме того, более поздние слои памятника археолог Родинкова В.Е. датирует VIII–XI вв. н.э. Таким образом, работы проводились на сложном многослойном объекте, с наложенными друг на друга профилями почв, образованными в результате многократного освоения территории поселенческим типом использования. Фоновые почвы поселения Куриловка также представляют собой результат наложения друг на друга почвенных профилей черноземного этапа почвообразования на почвенные профили лесного этапа. Наиболее древним фиксируемым сегодня этапом почвообразования является лесной этап, отраженный в специфичном наборе горизонтов, расположенных в нижней части современного профиля. В этих горизонтах наблюдаются мощные гумусово-глинистые кутаны по порам и ходам тонких корней, свидетельствующие о потечном гумусе – характерном признаке лесного почвообразования. В верхней части сегодняшнего профиля фиксируется второй, черноземный этап почвообразования, соответствующий современным климатическим условиям степи-лесостепи. В большинстве случаев (всего было изучено около 40 разрезов, характеризующих катенарное перераспределение почвенно-литологических образований в связи с денудацией и осадконакоплением) почвы имеют мощный горизонт дернины, что свидетельствует об отсутствии современных нарушений антропогенного характера. Объясняется это удаленностью территории памятника от современных городов и расположенностью на границе с Украиной в режиме приграничной территории. На разрезах культурных слоев поселения в сравнении с типичным разрезом фоновой почвы были определены: содержание органического углерода по Тюрину; карбонаты, гипс, фосфаты подвижные по Мачигину; содержание общего, минерального и органического фосфора по Сэндерсу – Вильямсу. Особенностью данной работы является определение ферментативной активности на примере уреазной активности методом Кандлер-Гербер (Kandeler, Gerber, 1988). Обнаружена соответствующая современным условиям почвообразования активность уреазы во всех исследованных разрезах. В фоновой почве уреазная активность снижалась с глубиной от 330 до 35 мкг NH₄/г почвы в час. В культурных слоях пиков не обнаружено, ее значения не превышали фоновые, что свидетельствует о наличии древнего нарушения почв и о не достижении почвогрунтами культурных слоев характерного времени формирования изучаемого свойства.

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Борисовым.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФОЗЕМОВ
НА НИЗИННЫХ ТОРФАХ

Н.В. Сорокина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
rebelde1502@mail.ru

The water retention curve (WRC), density, botanical composition, and ash contents were determined for highash lowmoor peat soils (Rheic Sapric Histosols) developing on the floodplain of the Yakhroma river valley (Moscow region) from the herb-hyponum and hyponum peat enriched in carbonates, agromineral peat soils (Rheic Drainic Sapric Histosols (Mineralic)), and peat soils developed from woody peat underlain by herb, sedge, and woody peat layers (Rheic Sapric Histosols (Lignic)).

Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) или кривая водоудерживания – изотермическая равновесная зависимость влажности почвы от капиллярно-сорбционного (матричного) давления почвенной влаги, является одним из основных понятий гидрофизики для минеральных почв. Для торфоземов исследования ОГХ носят эпизодический и региональный характер.

Одна из гидрофизических особенностей торфяных почв – высокое содержание гидрофильных коллоидов и различных частиц, имеющих растительное происхождение, формирующих микроструктуру и позволяющих удерживать воду за счет механической связи органических остатков. К такой воде относятся капиллярная, внутриклеточная, иммобилизованная и структурно захваченная влага.

На примере торфоземов на низинном торфе долины р. Яхрома в пределах территории Дмитровского отдела Всероссийского НИИ мелиорированных земель (ДО ВНИИМЗ) рассмотрено влияние на форму и положение кривой ОГХ таких показателей, как плотность, зольность и ботанический состав торфов. Среди физических свойств объекта определяли послойно плотность почвы (г/см^3); влажность определяли термостатно-весовым методом; зольность (%) следующим методом: просеянную через сито с диаметром отверстий 1 мм навеску почвы помещали в предварительно доведённый до постоянной массы фарфоровый тигель. Одновременно брали навеску на определение влажности. Тигель помещали в муфельную печь, после сгорания золу доводили до однородной окраски, степень разложения (%) определяли в торфоземе естественной влажности

В результате проведенных исследований выявлено, что ОГХ торфоземов в традиционном изображении (объемная влажность-давление, pF) представляет собой зависимость, близкую к линейной в полулогарифмическом изображении, на которой, в отличие от минеральных почв, не выражена такая характерная точка, как давление барботирования. ОГХ торфоземов существенно определяется их плотностью: более плотные образцы торфа при одном и том же давлении влаги имели более высокую влажность, что говорит об увеличении водоудерживания.

Увеличение степени разложения и зольности приводит к росту водоудерживания, причем зольность, лежащая в диапазоне 16–32 %, к более заметному увеличению влажности, чем степень разложения в изученном диапазоне (64–88 %). Среди трех основных характеристик торфоземов: плотности, зольности и степени разложения – наибольшее влияние оказывает изменение плотности, меньшее зольность и степень разложения. Именно за счет характерного гидрофизического свойства торфяных почв, – наличия внутриклеточной, структурно захваченной влаги, плотность торфозема и оказывает решающее влияние на форму и положение ОГХ.

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

УДК 574:630*161.581.5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОТОКОВ N_2O И БИОЛОГИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ

Спыну М.Т., Живалов И.А.

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

spuny.marina@gmail.com

A huge problem of the last twenty years is the increase in greenhouse gas flows. The main of which is nitric oxide I. The formation of nitrous oxide occurs as a result of microbiological and chemical transformations of nitrogen-containing compounds in the soil, the intensity of which depends on the soil moisture.

Огромной проблемой последнего столетия является увеличение потоков парниковых газов. К основным из которых относится закись азота (оксид азота I). Образование N_2O происходит в результате микробиологических и химических превращений азотсодержащих соединений в почве, интенсивность которых находится в зависимости от влажности почвы.

Место проведения данной научной работы – западное поле на территории экологического стационара РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева является. В июле 2018 года была произведена посадка 346 саженцев ивы пурпурной (*Salix purpurea* L.) в рамках сотрудничества кафедры экологии с Международной организацией Wetland link International, которая занимается экологическими исследованиями по всему миру.

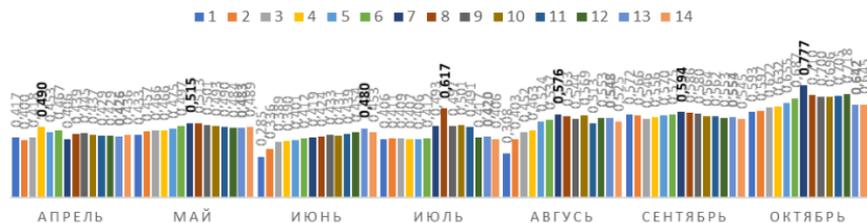


Рисунок. Зависимость потоков N₂O г/м² от влажности почвы.

Проведенные исследования продемонстрировали, что наивысшие показатели эмиссии потоков N₂O наблюдаются в ряду 7 и 8, которые располагаются в середине участка, в западine, в данных точках влажность почвы имела наивысшие показатели.

Величину биологической активности почвы определяли методом заложения льняной ткани в верхние горизонты почвы. Результаты продемонстрировали наивысшую активность в точках отбора проб под ивами, в местах без посадок – активность была на 15 % меньше. Наивысшие показатели в рядах со средним увлажнением почвы (ряд 10, 11, 6) в весенний период при умеренном прогревании почвы. Минимальные показатели биологической активности наблюдались в летний период (наиболее засушливый период) в рядах с наименьшим увлажнением № 1, 2, 3, 14.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева М.В. Тихоновой.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ
СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Трифонова, М.О. Тархов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
victoriatrifonova04@gmail.com

The results of laboratory experiments studying the temperature dependence of the mineralization of organic matter in peat soils in the north of Western Siberia showed that the greatest response is observed with an increase in temperature of 5 to 15 °C.

Проблема глобального изменения климата вызвала повышенный интерес к изучению температурной зависимости разложения органического вещества почв. Особое внимание уделяется торфяным почвам высоких широт, так как в них сосредоточена значительная доля мировых запасов почвенного органического углерода.

Целью работы является анализ температурной зависимости минерализации органического вещества торфяных почв севера Западной Сибири по результатам лабораторных экспериментов.

Исследовались образцы торфяно-криозема типичного плоскобугристого торфяника и торфяной олиготрофной остаточно-эутрофной почвы крупнобугристого торфяника севера Западной Сибири (граница северной тайги и южной лесотундры, Надымский стационар). Образцы торфа были отобраны из слоя почвы 5–15 см. в августе 2019 г. Далее образцы транспортировали в лабораторию и хранили два месяца в полиэтиленовых пакетах при 5 °C до старта лабораторных исследований. Для изучения температурной зависимости выбран лабораторный метод «равных времен» (Equal-time method, Hamdi et al., 2013). Он подразумевает одновременную инкубацию почвенных образцов при разных температурах – в данной работе при температурах 0, 5, 15 и 25 °C. Для измерения дыхания почв использовались гомогенизированные почвенные образцы естественной влажности («свежие» образцы). Повторность опыта пятикратная. Подробно методика эксперимента изложена в статье Тархова с соавт. (2019).

Результаты показали, что интенсивность дыхания образцов торфяно-криозема в 3.6–5.4 раза выше по сравнению с образцами торфяной олиготрофной остаточно эутрофной почвы. Это связано с меньшей степенью разложенности торфа (15–25 %) и большим содержанием ла-

бильного органического вещества (1490 мгС/кг) в торфяно-криоземе по сравнению с торфяной олиготрофной остаточно эутрофной почвой, у которой степень разложенности торфа составляет 75–85 %, а содержание лабильного углерода в 2.6 раза ниже. Наибольшие различия отмечены при температуре 5 °С. Максимальный отклик дыхательной активности изучаемых почв на рост температуры отмечается при ее увеличении от 5 до 15 °С (табл.).

Таблица. Температурная зависимость дыхания торфяных почв (мкг С-СО₂/г·ч). Приведены среднее ± ошибка среднего, n = 5).

Почва	Температура, °С			
	0	5	15	25
торфяно-криозем	2.27±0.10	2.92±0.12	10.56±0.14	10.86±0.07
торфяная олиготрофная остаточно-эутрофная	0.55±0.01	0.54±0.09	2.14±0.11	3.03±0.05

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.М. Рыжовой.

УДК 550.47+504.53

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ
ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРИ ВЛИЯНИИ
АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
(НА ПРИМЕРЕ ПОС. СОЛОВЕЦКИЙ)**

А.Н. Трофимова, К.В. Титова

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

Soil pollution of Solovetsky settlement by pollutants of different nature leads to change in catalase activity. It confirms the potential for using catalase activity assessment to diagnose the condition of soils exposed to anthropogenic interference.

Возрастающая рекреационная нагрузка предопределяет рассматривать почвенный покров как один из объектов проведения мониторинга загрязнения территории Соловецкого архипелага, включенного в состав особо охраняемой территории. Проведение частичного мониторинга состояния окружающей среды на территории Большого Соловецкого острова стало возможным в рамках Летней студенческой школы САФУ. Опыт многолетних исследований в области почвенной экологии пока-

зал, что для осуществления мониторинга экологического состояния почв различных ландшафтов, следует в первую очередь оценивать изменения интегральных показателей, к которым относится биологическая активность, представляющая собой совокупность биологических процессов и обусловленная суммарным содержанием определенных запасов ферментов в почве. Одним из ферментов, широко используемым в качестве диагностического показателя при оценке изменения экологического состояния почв, является каталаза. Этот фермент, играющий ведущую роль в окислительно-восстановительных реакциях в почве, служит основным звеном в процессе синтеза гумусовых веществ в почве и важным показателем биологической активности.

Для выявления зон с наибольшей антропогенной нагрузкой на исследуемой территории установили перечень потенциальных источников загрязнения. На территории п. Соловецкий к основным из них относятся: дизельная электростанция (ДЭС) и сухой док (СД). В качестве контроля был выбран участок в нескольких км от поселка, где нет явно выраженного антропогенного воздействия. Отбор проб (18 образцов) осуществлялся на пробных площадях согласно ГОСТ в августе 2017 года. Наличие загрязнения оценивали по превышению содержания поллютантов: соединений тяжелых металлов около СД и нефтепродуктов около ДЭС. Для определения активности каталазы использовалась методика Штефаника и Думитру. В среднем активность каталазы почв в 2017 году около ДЭС и СД составляла 7.31 и 13.52 мг H_2O_2 на 3 г почвы за 1 ч., соответственно. При этом различие в активности каталазы незагрязненных и загрязненных почв вокруг этих объектов составляло 1.4–4.0 раза. Активность каталазы в поверхностном горизонте контрольного образца составила 12.91 мг H_2O_2 за 1 час на 3 г почвы. В почве, отобранной около СД, отмечено увеличение активности фермента до 19.00 мг H_2O_2 за 1 час на 3 г. Объяснить этот факт можно активизацией в клетках почвенных микроорганизмов защитных механизмов, сопровождающихся усилением поглощения кислорода, в т.ч. его токсичных форм – пероксида водорода, для утилизации которого синтезируется больше каталазы. В почвах около ДЭС, характеризующихся высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами, наоборот, наблюдалось резкое снижение активности данного фермента до 2.20 единиц. Нефтепродукты, обладая токсичностью по отношению к биоте, могут непосредственно оказывать такое воздействие на нее; ухудшать проникновение кислорода из-за образования пленки на поверхности почвенных частиц. Это приводит к изменению протекания и ферментативных реакций.

Таким образом, в приведенном исследовании показано, что загрязнение почв п. Соловецкий различными по природе загрязнителями приводит к изменению активности каталазы, то есть подтверждена возможность использования оценки активности каталазы для диагностики состояния почв при антропогенных воздействиях.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., проф. Л.Ф. Поповой, к.п.н., доц. Э.В. Шваковой.

УДК 634.0.114:581.526

ФОРМЫ ГУМУСА ПОЧВ СУХИХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

Е.О. Трунова

Санкт-Петербургский государственный университет

Simonilus@yandex.ru

Features of the basic soil classifications and the of humus forms are considered for assessing recreational digression in dry pine forests of the Leningrad Region.

Применение концепции форм гумуса (Чертов, Надпорожская, 2018) признано перспективным для развития базовой почвенной классификации в России (Герасимова и др., 2019) и активно развивается в странах Европы (Zanella et al. 2018) для введения в World Reference Base (WRB). Классификация форм гумуса позволяет оценить изменение структуры, запасов и качества органического вещества почв за относительно короткие промежутки времени. Сухие сосновые леса имеют широкий ареал распространения, часто подвергаются действию пожаров и рекреации, являются динамичной и чувствительной к действию нарушающих факторов системой. Цель работы – применение классификации форм гумуса для уточнения названий почв сухих сосновых лесов (на примере подбуров). Перспектива использования уточненных названий почв в нормировании рекреационных нагрузок и лесных пожаров. Задачи работы: 1. морфологическое описание почв с акцентом рассмотрение лесной подстилки как стадий трансформации опада; 2. анализ применения терминов: органогенный горизонт, органический горизонт, лесная подстилка, детрит и детритофиль, органофиль; 3. мезоморфология лесных подстилок с электронной лупой; 4. общие физико-химические свойства почв; 5. предложения по уточнению названий органических горизонтов (лесных подстилок) на разных стадиях рекреа-

ционной дигрессии для включения в классификацию почв России. Объекты работы: сосновые леса на подзолах и подбурх Ленинградской области. Почвы пригородных лесов прогрессирующе изменяются – население Санкт-Петербурга растет. Отмечено, что на первых стадиях рекреационной дигрессии запасы органического вещества почв почти не те же, но меняются структура и плотность лесной подстилки, содержание тонких корней, C/N (Надпорожская и др., 2018). Почвы сухих сосновых лесов, по Классификации почв России вне зависимости от стадии дигрессии: подбур оподзоленный супесчаный. В терминах классификации форм гумуса такие изменения будут отражены: в контроле подбур оподзоленный сухой грубогумусный; 2 стадия дигрессии: подбур оподзоленный сухой малогумусный. Разработку можно использовать для крупномасштабного картирования почв в целях мониторинга рекреации пригородных лесов. Детализация деградационных изменений почв сухих сосновых лесов даже в терминах классификации форм гумуса еще требует разработки.

Литература

Герасимова М.И., Чертов О.Г., Надпорожская М.А. Формы гумуса в почвенных классификациях. В Лесные почвы и функционирование лесных экосистем: Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием. М. 2019. С. 18–20.

Надпорожская М.А., Мирин Д.М., Белолипецкая А.Ю., Ермакович Ю.М., & Якконен, К.Л. Оценка влияния внетропиночной рекреации на напочвенный покров и почвы сухих сосновых лесов. // Всерос. Науч.конф. ...Научные основы устойчивого управления лесами. 2018. М. С. 213–215.

Чертов О.Г., Надпорожская М.А. Формы гумуса: концепции, классификации, перспективы развития и использования // Почвоведение. 2018. № 10. С. 1–13.

Zanella A. et al., Terrestrial humus systems and forms – Keys of classification of humus systems and forms // Applied Soil Ecology. 2018: 122(Part 1): 75–86.

Работа рекомендована доц. каф. агрохимии СПбГУ М.А. Надпорожской.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ о. КОЛГУЕВ
К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

А.Э. Тыниссон

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
anastasiya.tynisson@mail.ru

Nowadays, exploring the Arctic region is vital. Oil production and deer grazing are constantly creating pressure on the soil surface, thus tearing its structure. In this research, the rheological properties of the soils of Kolguev Island have been analyzed and mapped.

Если говорить о глобальных проблемах, связанных с Арктикой в целом, то изучение северных регионов сейчас довольно актуально в связи с глобальным потеплением: таяние вечной мерзлоты, повышение уровня Мирового океана и так далее; а также со стороны экономического освоения Арктики. В настоящее время научные исследования в этом регионе актуальны также с целью заполнения пробелов в почвенной картографии и физике почв – остров Колгуев не изучался ранее так детально. Безусловно, сейчас есть почвенные карты, на которых изображены почвы и почвообразующие породы, но вся эта информация нуждается в обновлении и подтверждении.

На острове Колгуев существует два типа отраслей: оленеводство и нефтедобыча. Необходимо понять, как миграция скота сказывается на экосистеме почвы. Что касается нефтедобычи, которая осуществляется на северо-востоке Колгуева, то важно спрогнозировать возможность строительства нефтедобывающих станций на мерзлотных почвах – это актуально не только для острова, но и для всей Арктики. Целью этой работы стала оценка устойчивости почвенной структуры. Задачами – определение гранулометрического состава методом лазерной дифракции, определение реологических свойств почв методом амплитудной развертки на реометре MRC-302 и построение цифровой карты по полученным данным.

В результате анализа 14 образцов почв из четырех почвенных профилей – глеезем криотурбированный потечногумусовый, криометаморфическая глееватая почва, подбур контактно-осветленный, глеезем криометаморфический перегнойный криогенно-ожелезненный – были получены следующие выводы. Во-первых, в трех из четырех почв (подбур контактно-осветленный, криометаморфическая глееватая, глеезем

криометаморфический) наблюдается прямая зависимость между почвообразующими породами и распределениями фракций по почвенному профилю – к нижним горизонтам падает содержание физической глины и растет содержание физического песка. Для глеезема криотурбированного потечногумусового зависимость обратная. Во-вторых, все исследованные почвенные разности характеризуются слабыми коагуляционными связями и неустойчивы к внешним нагрузкам. Сравнение модулей упругости в диапазоне упругого поведения показало, что наиболее жесткое сложение формируется в подбуре контактно-осветленном. Глеезем криотурбированный и криометаморфическая глееватая почвы характеризуются небольшим модулем упругости, при этом проявляют пластичные свойства, для них характерен повышенный предел текучести. Глеезем криометаморфический занимает промежуточное положение. В-третьих, на почвенной карте, составленной по данным реологических исследований модуля упругости в диапазоне линейной вязкоупругости, почвы Центральной части острова Колгуев обладают крайне слабыми межчастичными взаимодействиями. То есть при усиленной нагрузке со стороны оленей или промышленной техники при нефтедобывающих мероприятиях структура ломается быстро, и для дальнейшего использования земель требуется ее укрепление (оструктуривание).

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.О. Алябиной, к.б.н., доц. Д.Д. Хайдаповой.

УДК 631.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УЧАСТКА
«ЯМА РОДЕ» ЛИСИНСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

М.М. Федорищева, В.С. Кутузова

Санкт-Петербургский государственный университет,
maryuyes@gmail.com

The monitoring site of the Lisinsky training and experimental forestry was created and the soil cover of the study area was studied.

Участок исследования расположен на территории Лисинского учебно-опытного лесхоза (Тосненский район Ленинградской области, в 60 км к Юго-востоку от Санкт-Петербурга, в окрестностях посёлка Лисино-Корпус). Общая площадь лесхоза – 28413 га.

Лисинское лесничество (Ленинградская область) является перспективной территорией на Северо-Западе России для проведения почвенно-экологического мониторинга. Для него характерны типичные для Северо-Запада экосистемы, слабоизмененные антропогенным воздействием, имеются материалы исследований почв и почвенного покрова за длительный период и почвенные монолиты, отобранные в разные годы [1]. Название исследуемого нами участка неслучайно, именно на нём А.А. Роде в 1932 г отобрал монолит подзолистой почвы. В дальнейшем, данные по изучению свойств этой почвы были использованы им при описании подзолообразовательного процесса.

При создании мониторингового участка перед нами стояло несколько задач, а именно: составление топографической основы с масштабом 1:500, исследование почвенного покрова, создание почвенной карты (М 1:500) и анализ почвенной карты.

Топографическая карта составлялась методом геометрического нивелирования высот с шагом 25 м на участок 20 000 м² (20 га). Участок был разделен на 32 квадрата со сторонами 25×25 м (25 м²). За начальную точку принята отметка 50 м, сечение рельефа 10 см. Анализ топографической карты показал, что в основном территория представлена слабоволнистой равниной. Относительное превышение составило 1.6 м (высоты колеблются от 48.8 м до 50.4 м). Наивысшие отметки находятся в центральной части площадки, относительно крутыми являются северо- и юго-западные склоны, самая пологая территория находится на востоке в центральной части участка. Юго-западная часть наиболее расчленена. С западной и с северо-восточной стороны располагаются низинные пологие участки.

Для создания почвенной карты были заложены разрезы или полуямы в самых типичных местах каждого исследуемого квадрата. Если на отдельном участке наблюдались явные различия, то была заложена дополнительная точка. Почвенные разрезы и полуямы фиксировались на топографической основе. После окончания полевых работ, выделены контура почвенных ареалов. Анализ почвенной карты показал, что на данной территории почвенный покров представлен следующими почвами: подзолистой почвой с разной глубиной залегания подзолистого горизонта, подзолистой глееватой, торфяно-подзолисто-глеевой, дерново-подзолистой глееватой, абразёмом текстурно-дифференцированным потёчно-гумусовым глееватым, подзолистой стратифицированной, торфяно-подзолистой глееватой переуплотнённой, подзолистой стратифицированной, абразёмом текстурно-дифференцированным турбированным. Было выявлено, что на возвышенных пологих участках сформиро-

ваны подзолистые почвы (автоморфные почвы) с разной глубиной залегания подзолистого горизонта, а в низинах – (полугидроморфные и гидроморфные почвы) подзолистые глееватые и торфяно-подзолисто-глеевые. Почвенный покров, образовавшийся под влиянием антропогенных (старые разрезы) или абиогенных (вывалы) факторов, представлен почвами, относящимися как к отделу текстурно-дифференцированных почв, так и к отделу абразёмов.

Литература

1. Б.Ф. Апарин, Б.В. Бабилов, Г.А. Касаткина, Е.Ю. Сухачева. Лисинское лесничество как уникальный полигон почвенно-экологического мониторинга. Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2016. Вып. 83.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Г.А. Касаткиной.

УДК 631.4

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ZN В ТЕХНОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ПОЧВЕ

Н.П. Черникова¹, Т.В. Бауэр²

¹Южный федеральный университет, nat.tchernikova2013@yandex.ru

²Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, bauertatyana@mail.ru

The degree of toxicity of pollutants and the intensity of their migration depend primarily on the chemical form of their presence in the soil. The aim of the study was to determine the forms of compounds of Zn forms in technogenic-transformed soil. The forms of finding Zn are identified.

Почва, как специфический компонент биосферы, является природным буфером, способным аккумулировать загрязняющие вещества и контролировать их перенос в сопредельные среды. Исследование подвижности металлов и прочности их закрепления отдельными почвенными фазами играет важную роль в эффективной оценке и прогнозе экологической ситуации с почвенным покровом в целом. Степень токсичности поллютантов и интенсивность их миграции зависят, прежде всего, от химической формы нахождения в почве.

Цель исследования – определение форм соединений форм Zn в техногенно-преобразованной почве высохшего озера Атаманское Ро-

стовской области, которое в течение 40 лет использовалось как шламонакопитель выбросов химических предприятий г. Каменска-Шахтинский.

Для изучения содержания в почвах Zn на территории высохшего озера и в отдалении от него были заложены 2 площадки мониторинга. Отбор почвенных образцов с поверхностного слоя на глубину до 20 см проводили по методике почвенного института им. Докучаева. Валовое содержание Zn в почвах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектроскане «МАКС-GV». Состав соединений Zn в техногенно-преобразованных почвах определен методом последовательного фракционирования, предложенным Tessier et al. (1979).

Выявлено, что в незагрязненной почве площадки № 1, представленной лугово-чернозёмной почвой, валовое содержание Zn составляет 30 ± 2 , что ниже ОДК, принятых для почв (ГН 2.1.7.2511-09). На площадке мониторинга № 2 валовое содержание Zn составляет 40598 ± 682 мг/кг, что больше в 185 раз, чем в почве фоновой площадки, резко возрастает подвижность исследуемого металла, концентрация которого составляет 13498 ± 416 мг/кг.

Последовательное фракционирование соединений Zn на площадке мониторинга № 1, принятой в качестве фоновой, выявило доминирование металла в составе остаточной фракции, связанной с силикатами (64 % от суммарного содержания всех фракций). Значительный вклад в прочное закрепление Zn также вносят Fe-Mn (гидр)оксиды, на долю которых приходится 17 % от суммы фракций металла. Относительное содержание Zn в первых двух, наименее прочно связанных с почвой фракциях, составляет 5 %, из которых менее 1 % приходится на наиболее подвижные обменные формы. В высокозагрязненной техногенной почве площадки № 2 выявлено увеличение абсолютного содержания соединений Zn во всех фракциях по сравнению с фоновой незагрязненной почвой. Для исследуемой почвы преобладающей является остаточная фракция, на долю которой приходится 45 % от общего содержания металла. Однако ее относительное содержание снижается на 19 % по сравнению с незагрязненной почвой. Наряду с остаточной фракцией отмечается закрепление Zn фракцией (гидр)оксидов Fe и Mn, на ее долю приходится 31 % металла от общего содержания. Одновременно с этим происходит повышение доли наиболее подвижных обменных форм Zn на 10 % по сравнению с незагрязненной почвой площадки № 1.

Таким образом, в почвах, расположенных на территории импактной зоны природного отстойника промстоков химического завода, идентифицированы формы нахождения Zn. В незагрязненной (фоновой) почве подвижность Zn низкая и основная доля металла находится

в остаточной фракции. В техногенно-загрязненной почве отмечается увеличение абсолютного содержания металла во всех фракциях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-60041 «Перспектива» и гранта Президента № МК-2818.2019.5.

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

УДК 622.371:631.445.52

ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ

О.В. Шадринова

ФГБУН «Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН»,
г. Якутск, ovshadrinova@gmail.com

The research was carried in the territory of Aykhal mining and processing plant (Western Yakutia). The ions of K, Na and Cl are prevailed in the water-soluble complex of the highly saline of soils. Formation varying degree of saline soil profile is a characteristic of feature of soils salinization in the study region.

Исследования проводились на территории Айхальского горно-обогатительного комбината АК АЛРОСА, расположенного на территории Западной Якутии в зоне сплошного распространения многолетне-мерзлых пород в суровых климатических условиях. Общеизвестно, что засоление почв приводит к их деградации, а северные экосистемы особо чувствительны и ранимы к внешним факторам воздействия. Зональные типы почв территории исследования – криоземы – мелкопрофильные (в среднем, 0,4 м), сильно щебнистые, тиксотропные, тяжелого грансостава, залегание высокоминерализованных грунтовых вод близко от дневной поверхности. С учетом вышеперечисленных факторов и высокой концентрации промышленных объектов на довольно небольшой территории непосредственно вблизи одного населенного пункта (кимберлитовые трубки «Юбилейная», «Заря», «Комсомольская», «Айхал» и «Сытыканская») в гонке за сырьевыми ресурсами стоит обратить особое внимание на вопрос засоления почв данной территории.

Целью исследования является изучение процессов и стадий природного и техногенного засоления почв и грунтов на территории разработки коренных месторождений алмазов. Объем материала составляет

113 проб почв и грунтов, собранных на территории промышленной площадки Айхальского ГОКа. Оценка степени засоления почв проведена по общепринятым в почвоведении и агрохимии методикам. Расчет токсичных солей проводился по результатам анализов водных вытяжек почв.

Почвы территории исследования характеризуются слабокислой рН с поверхности и нейтральной или слабощелочной в минеральной части почвенного профиля. В грунтах рН слабощелочная или щелочная по всему профилю. В результате установлено, что на территории исследования преобладает сульфатный тип засоления (72.6 % от общей выборки), затем по мере убывания – хлоридно-сульфатный (21.2 %), хлоридный (4.4 %) и сульфатно-хлоридный (1.8 %) типы. Объемное соотношение степени засоления почв промышленной площадки следующее: незасоленные (9 %), слабозасоленные (78 %), средnezасоленные (22 %), сильно засоленные и очень сильно засоленные (4 %). В природном состоянии ряд расположения ионов в почвах с отсутствием процессов засоления представляет собой: $\text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+ + \text{Na}^+ > \text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+}$. В водорастворимом комплексе сильно засоленных почв и грунтов на первую позицию выходят K^+ , Na^+ и Cl^- . Характерной чертой развития засоления почв в исследуемом регионе является формирование засоленного профиля в разной степени интенсивности проявления процесса. Пространственно ореолы засоленных почв и грунтов располагаются на удалении до 20–50 м от наземных хранилищ пустых пород в зависимости от общего уклона местности.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. лаборатории металлогении ИГАБМ СО РАН Я.Б. Легостаевой.

УДК 631.44

ЛЕСНЫЕ ПЕСЧАНЫЕ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ: ДИАГНОСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ

Е.А. Шевчук

Санкт-Петербургский государственный университет,
zhekadalong@gmail.com

The classification position of sandy soils of neo-eluvial landscapes of the middle Amur basin region is determined. In the framework of national soil classifications of Russia, these soils are defined as specific forms of metamorphic soils. In the international classification system «World reference base of soil resources», the studied soils are assigned to the reference soil group of Arenosols.

До настоящего времени сведения о лесных почвах, сформированных в условиях неозлювиальных ландшафтов Среднего Приамурья, были малочисленными и не позволяли выделить специфические черты почвообразовательных процессов, протекающих в них, а также говорить о классификационном положении данных почв.

Полевые исследования проводились летом 2018 года и включали в себя детальную морфологическую диагностику. Согласно почвенно-географическому районированию объекты исследования находятся на территории Амуро-Зейского почвенного округа восточной бурозёмно-лесной почвенно-биоклиматической области.

В ходе полевого обследования все исследованные почвы были разделены на три группы:

1. песчаные недифференцированные или слабо дифференцированные почвы с хорошо сформированным гумусово-аккумулятивным горизонтом. Нижняя часть профиля характеризуется отсутствием, либо минимальным проявлением процессов почвообразования в минеральной толще. Скелетная часть практически не затронута процессами выветривания.

2. рубифицированные почвы, в которых на поверхности скелетной части имеются ржавые аллохтонные плёнки гидроксидов железа, образующие резкую границу с невыветрелым материалом. Скелетная и мелкозёмистая массы прокрашены на всю глубину почвенного профиля. Почвы сильнокаменисты.

3. брүнифицированные почвы, характеризующиеся доминированием в почвенном профиле бурых тонов окраски, что обусловлено протеканием иллювиально-гумусового (переход от гумусово-аккумулятивного горизонта к средней части профиля) и иллювиально-железистого (переход от средней части профиля к породе) процессов.

Несмотря на различия в морфологическом строении общим для всех трёх групп почв является формирование маломощного гумусово-аккумулятивного горизонта, представляющего из себя оструктуренную массу тёмно-серого цвета, обильно пронизанную корнями, включающую хорошо разложившийся лесной опад. В минеральных ожелезнённых горизонтах почв 2 и 3 групп наблюдаются начальные процессы структурообразования.

В рамках «Классификации и диагностики почв СССР» (1977) выделение почв 1 группы не предусмотрено. В связи с региональными и историческими особенностями использования ландшафтно-

генетического подхода, брjонифицированные и рубифицированные почвы были описаны, как бурые лесные слабоненасыщенные почвы.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), почвы 1 группы отнесены к специфической форме серогумусовых почв. Почвы 2 группы выделены в составе железисто-метаморфического отдела, как ржавозёмы типичные и оподзоленные. 3 группа диагностирована, как дерново-подбуры отдела альфегумусовых почв.

При работе с «World reference base of soil resources» все описываемые почвы отнесены к группе Arenosols. Почвы 1 группы классифицированы как Albic Arenosols. 2 и 3 групп отнесены к Rubic и Brunic Arenosols соответственно.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.Ю. Сухачёвой.

УДК 631.461

ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ
И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАРИОТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ В ТОРФОЗЕМАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ЯХРОМА

Д.И. Ямалиева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
damka.888@gmail.com

Structure and activity of prokaryotic complexes in drainic histosols of Yakhroma river valley. Profile distribution of the activity of nitrogen and carbon transformation and structure of microbial communities have studied. The formation of second maximum of basal and substrate-induced respiration at the boundary conditions of groundwater have shown. Differences in the structure of prokaryotic community of soil with different botanical composition and in the different soil horizons have founded.

В долине реки Яхрома расположился один из старейших объектов мелиорации на эутрофных торфяных почвах, который стал предметом данного исследования. Он представлен двумя опытными участками. Их почвы могут рассматриваться как модельный объект, на примере которого можно изучать явления, ожидаемые в ближайшем будущем на остальных участках поймы, изучение микробных сообществ помогут подобрать методы для предотвращения деградационных явлений в аналогичных почвах.

Целью являлось исследование профильного распределения активности процессов трансформации азота и углерода и изменения структуры микробных сообществ эутрофных торфяных почв и сопоставление их с характеристиками торфа. В задачи входило определение интенсивности процессов микробного дыхания, денитрификации, нитрификации, образования и поглощения метана, определение структуры прокариотных микробных комплексов на уровне филогенетических групп в составе доменов *Bacteria* и *Archaea*, сопоставление полученных результатов с архивными данными. Точки были выбраны в местах с различными гидрологическими условиями, ботаническим составом торфа, под разными типами землепользования. Образцы были отобраны почвенным буром до глубины 120 см. Применялись методы газовой хроматографии и флуоресцентной гибридизации *in situ*.

Были получены следующие результаты: на границе залегания грунтовых вод формируется второй максимум базального и субстрат индуцированного дыхания, связанный с накоплением здесь зольных элементов и водорастворимой органики. Максимальная активность метаногенеза в торфяной залежи древесного ботанического состава приурочена к слою 30–50 см, а в залежи осоково-гипнового состава к слою 90–150 см. Активность денитрификации снижается вниз по профилю, но в ряде случаев возрастает на границе грунтовых вод, синхронно с микробным дыханием. Нитрогеназная активность максимальная на глубинах ниже 50 см, где денитрификация минимальна. Большую часть метаболически-активного прокариотного сообщества составляют бактерии. Доля архей составляет 5–15 % в торфяных почвах осоково-гипнового ботанического состава и 20–25 % в торфах древесного состава, среди них преобладают *Crenarchaeota* и *Thaumarchaeota*, особенно в нижней части почвенного профиля. Значительную долю бактериального сообщества в данных почвах занимают труднокультивируемые филумы: *Acidobacteria*, *Planctomycetes*, *Verrucomicrobia*. В торфяных почвах осоково-гипнового ботанического состава доля филумов *Actinobacteria*, *Bacteroidetes* и *Firmicutes* остается стабильной или растет с увеличением глубины. На почвах древесного ботанического состава доля трех филумов с глубиной снижается. Наиболее резкие изменения численности и состава бактериальных сообществ наблюдаются на торфяных почвах, используемых под пашню. В переуплотненной средней части профиля (в том числе в образцах плужной подошвы) развитие получают *Deltaproteobacteria*, *Planctomycetes*, *Acidobacteria* и *Thaumarchaeota*; подавленными оказываются, прежде всего, *Gammaproteobacteria*.

Работа рекомендована к.б.н., м.н.с. Л.А. Поздняковым.

Секция II

*Агроэкологический потенциал
почв и климат*

THE USAGE OF WASTE FROM BEER PRODUCTION FOR SOIL FERTILIZATION

T. Bartyzel, P. Pilch, F. Fidler, J. Siadul,
O. Nowicka, A. Bartnicka, J. Kostecki

Poland, Zielona Gora, University of Zielona Gora, j.kostecki@iis.uz.zgora.pl

Due to the dynamic development of brewing companies and craft beers, the problem of post-production waste (brewery waste) has become an important topic. This waste is classified as troublesome, mainly due to the high density and the problem with transport to sewage treatment plants.

Brewery waste resulting from alcoholic fermentation creates a huge economic and operational problem. Depending on the style of beer produced and the characteristics of this waste, sludge with different structure and physico-chemical properties is formed.

Nutrients found in brewery waste can have a positive effect on the increase of biological activity and improvement of soil fertility. The dose of fertilizer used is also important.

The aim of the study was to analyze the possibility of using waste from beer production (yeast slurry) for soil reclamation. The main goal was to indicate the optimal dose of fertilizer and its impact on the physico-chemical properties of the tested soils.

Two different varieties of live yeast were used in the study: FM27 – «Trappist Artifacts» and FM20 – «White Walonki» from the «Świebodzin» Brewery (Poland). The first one is similar to WYEAST 3787 Trappist High Gravity™, the second one – to WYEAST 3944 Belgian Witbier™.

Sand and clay were mixed with addition of FM20 and FM27 in dose 2 t/ha, 5 t/ha and 10 t/ha respectively. Each week samples were hydrated with distilled water. After 4 month of incubation air-dried samples were examined for: particle size distribution determined by the Casagrande-Prószynski hydrometer method; pH in H₂O and 1M KCl suspension (potentiometrically), in the 1:2.5 soil/supernatant suspension. Textural classes were established according to FAO procedure; organic carbon – using Tiurin method; the content of trace elements in aqua regia (HCl + HNO₃ in a 3:1 ratio) using ICP-MS according to ISO 11466.

Significant difference between the trace element content in tested soil was found. The differences was found between soil types and within the dose of fertilizer.

The increase in the organic matter content (especially in sand) was observed. Soil reaction was neutralized from alkaline (raw soil) to neutral after addition of each dose of yeast slurry.

In summary, it can be stated that yeast aggregate is useful in improving both physical and chemical properties of soils, regardless of their type. In a further stage of research, the biological properties of soils will be analysed.

SIMULATION OF TERROIR EVOLUTION UNDER CLIMATE CHANGE AND DIFFERENT SOIL MANAGEMENT

F. Benedetti, P. Finke, S. Priori

Gent University, Belgium, filuhab@gmail.com

The role played by certain environmental factors in the improvement of wine quality has been well studied and proven in many researches. These permitted to become aware of the existence of a terroir factor which represents all the natural features (in terms of soil, climate and terrain) and human practices which together make wine production of a certain area unique, in terms of production method and wine properties. In this research, a soil modelling approach was used to assess how terroir altered in the past and how it will change in the next decades, and the influence of its evolution on wine quality. After the identification of the components making up the terroir in the research area (Vino Nobile di Montepulciano D.O.C.G. district, south-east Tuscany, Italy), the relations between terroir and viticultural parameters have been investigated from the statistical point of view, in order to find regression models which can be used to predict grape (and then wine) peculiarities, starting from the soil and other environmental features. The evolution through time of the environmental factors which were recognized to play a role in building the wine quality was then studied using the SoilGen model, both in the past and in the future (from 970 BC to 2099 AD), under different scenarios of climate change (RCP 4.5 and RCP 8.5) and soil management strategies (Organic-conservative, Organic with cover crops used as green manure, Tillage without cover crops and removing pruning residues).

The model output served as a base to predict viticultural parameters using the same regression identified in the beginning of the research, under climate change and different agricultural practices. The results revealed an important change in grape properties over the last 500 years, due to a variation in the (micro-) climate of the area rather than land management by vignerons. When the effect of a drastic climate change in the upcoming 80 years was simulated, it was shown a severe quality decrease of those grape properties (playing a role in building wine peculiarities) which were predicted starting from variations in soil and climate. Nevertheless, some soil management practices seem to offset the decrease in terroir by mitigating the

negative modifications in terroir caused by climate change. This new kind of approach permitted to get knowledge of how grapevine properties will evolve according to the change in its terroir settings, and this may lead to the adoption of appropriate vineyard management strategies in order to mitigate the climate change and to preserve the uniqueness of VINO NOBILE DI MONTEPULCIANO DOCG.

SOIL ORGANIC MATTER CONTENT IN CAMBISOL AFTER BIOCHAR APPLICATION

H. Dvořáčková

Czech Republic, Mendel University in Brno,
xdvorac8@mendelu.cz

Biochar is used in agriculture as either soil amendments or fertilizers. Moreover, it finds application also in energy production, mitigation of climate change, and in waste management. Its application can influence the agronomic crop yield in both positively and negatively way. The last depends on its chemical composition. Applied biochar was made of waste biomass (producer BIOUHEL.CZ, Ltd. Czech Republic) and it was a product of low temperature pyrolysis (<500 °C) with 43 % of carbon. The main aim of this paper was to study how biochar application influences total amount of organic carbon and humic substances. Field experiment was conducted at Vatin (Mendel University's Experimental Station, Czech Republic) during 2017 – 2018. Haplic Cambisol was sandy loam textured with acid soil reaction, and moderate carbon content. The field experiment consists of 12 field (3×4 m) with different application doses of biochar. In this paper we evaluated only the highest application dose (45t·ha⁻¹). This dose was applied only once in 2015. Crop rotation system was as follows: maize; spring barley; and winter wheat. No organic fertilizer was amended. Soil was sampling twice a year (spring and autumn 2017 and 2018). Total organic carbon content was evaluated by oxidimetric titration method. Content of humic substances, humic acids and fulvic acids were evaluated by short fractionation method. One-way ANOVA analysis (Fisher test, $p = 0.05$) was used for statistical data set evaluation. Obtained results showed that after three years from biochar application (2015) there are no statistically significant differences in total organic carbon and humic substances content (see Fig.).

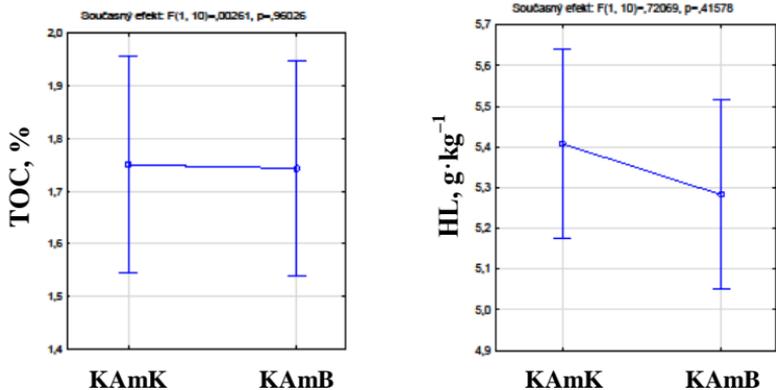


Fig. Total organic carbon content and humic substances content on control (K) and after biochar amending soil (B).

Acknowledgement: Project No QJ 181233 (NAZV, MZE).

The paper is recommended by Doctor of Biological Science, assoc. prof. L. Pospíšilová.

CONTRASTING EFFECT OF SEED ASSOCIATED FUNGAL
ENDOPHYTES WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON THE
PLANT SOIL FEEDBACK AND RESPONSE TO LEAF LITTER
PHYTOTOXICITY

Idbella M.^{1,2}, Bonanomi G.²,
Mazzoleni S.², Fechtali T.¹

¹Laboratory of Biosciences, Faculty of Sciences and Techniques, Hassan II
University, Casablanca, Morocco

²Laboratory of applied ecology and system dynamics, University of Federico
II, Naples, Italy.

mohamed.idbella@unina.it

Plant litter decomposition is a crucial process of nutrient cycling within ecosystems. However, many studies have shown that, apart from its several beneficial effects, organic matter decomposition can have also certain disadvantageous outcomes on other plants in terms of seed germination, seedling growth, and physiological activity. These effects have been reported to

affect the next generation of the same plant species as well as the neighboring plant individuals and soil microbial communities.

The aim of this work is to understand, first, the mechanism of functioning of these effects of leaf litter decomposition in the soil, also called plant-soil feedback processes or soil sickness in the agricultural field. Secondly, to test the effect of seed-associated endophytic fungi and arbuscular mycorrhizal fungi on the plant's response to different types of litter including self-litter.

For seed-associated endophytic fungi experiment, we collected the leaf material of four tree species, the decomposition process has been started in the laboratory for two ages (fresh undecomposed litter and after 120 days of decomposition). The experiment was set in a greenhouse using two plants (*Trifolium repens* and *Triticum durum*) with and without their associated endophytic fungi in the presence of several litter materials at two ages. For arbuscular mycorrhizal experiment, seedlings of *Trifolium repens* already grown with and without AMF were put into sheet paper and treated with different litter types at two ages (0 and after 120 days of decomposition).

Results have demonstrated that away from the nutritional function, litter execute a strong inhibition effect on the plant growth, which is considered as a crucial factor in regulating plant community dynamics, since it limits their invasive capacity in new ranges. Moreover, Seed-associated endophytic fungi have demonstrated to enhance the inhibitory effect of litter in such conditions. The removal of seed-associated endophytic fungi has improved the plant's capacity to resist litter stress. Therefore, endophytic fungi may be considered among the main causes of regulating plant-plant interactions, which restructures the plant community. Moreover, AMF have demonstrated an effect of accelerated assimilation of phytotoxic compounds released after decomposition, which means that these Fungi, in fact, have a negative effect on the next generation of the same plant species in the existence of leaf litter material.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Н.А. Александров

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева, Москва, alexandrovnumber4@mail.ru

The main agroecological soil indicators of several sites of Ecological Fields of the RSAU-MTAA (organic matter, NO_3 , NH_4 , P_2O_5 , K_2O , heavy metals and others) and their impact on productivity together with weather conditions, which vary markedly from year to year, are estimated.

Глобальные изменения климата предъявляют новые требования к растениеводству, прежде всего это изменение районирования ряда культур. Вместе с этим, растет спрос на качественные зерновые культуры. Для решения ряда проблем, связанных с продовольственной безопасностью, Сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) ввела концепцию Urban Farming (городское сельское хозяйство), которая продвигает выращивание качественной растениеводческой и животной продукции в городской черте, что особенно важно для таких крупных городов как Москва и Санкт-Петербург. При этом, городское растениеводство несет в себе множество агроэкологических рисков: загрязнение почв тяжелыми металлами, агрохимикатами, нефтепродуктами, возможные кислотные осадки, а также значительно более высокие температуры за счет эффекта «теплового острова», что является частым явлением в городах.

Экологический стационар включает в себя 4 полевых участка, которые достаточно различны по своим почвенным свойствам: Западное поле часто затопливается в периоды обильных осадков, почвенный покров Центрального и Восточного поля больше соответствует зональным дерново-подзолистым почвам, но имеются горизонты (на глубине 20–30 см) антропогенного происхождения, Южное же поле испытывает наибольшее антропогенное воздействие. Вместе с этим, последний участок обладает и наибольшим потенциалом к получению наибольших и качественных урожаев. Однако, стоит учитывать, что изменения климата серьезно влияют на состояние почвы, в особенности на ее температуру и влажность, что в совокупности с резкими погодными изменениями в течение месяца может вызвать стресс, а также развитие болезней у выращиваемых культур.

Основным объектом исследования являются почвы Южного поля Экологического стационара. Как говорилось выше, данный участок был наиболее подвержен антропогенному воздействию, поэтому важно было оценить содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве (табл.).

Таблица. Содержание подвижных форм некоторых тяжелых металлов в почвах Южного поля Экологического стационара РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Элемент	Содержание, мг/кг
Cd	0.14±0.02
Pb	3.85±1.47
Cu	2.42±0.39
Zn	19.00±2.57

По содержанию приведенных в таблице тяжелых металлов превышения ПДК не наблюдаются.

Отметим, что серьезное негативное влияние на продуктивность культур оказывает высокая влажность воздуха при сумме осадков ниже многолетней нормы (в июле 2019 выпало 63.9 мм, норма – 91 мм по данным обсерватории им. Михельсона). Что привело к тому, что 60 % созревших зерновых вернулось на несколько вегетационных стадий назад. Такая аномалия не могла не привести к значительным потерям в количестве и качестве урожая. При потенциальной биологической урожайности в 50 ц/га было получено 35 ц/га яровой пшеницы.

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

УДК 630.54.631

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

А.В. Аннабаева, Т.Н. Данилова

ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт
alena_lagoda@mail.ru

A moisture-swelling polymer can serve as an additional source of moisture in the root-inhabited layer, which makes it possible to ensure the prolongation of optimal conditions of water regime and mineral nutrition during the growing season of plants. A study of the Ritin-10 hydrogel showed that when it is introduced into the soil, the water-holding capacity of the soil increases.

В засушливых климатических зонах, где колебания температуры и влажности являются значительными, влагонабухающий полимер может служить дополнительным источником влаги в корнеобитаемом слое, что дает возможность обеспечивать пролонгирование оптимальных условий водного режима и минерального питания в период вегетации растений. Размещенный в почвенном слое гидрогель обеспечивает удержание дополнительного запаса влаги за счет снижения потерь на гравитационный сток и физическое испарение, так как эта влага доступна растениям, поскольку ее основная часть лежит в области биологически доступных потенциалов.

Исследование водоудерживающей способности гидрогеля «Ритин-10» показали, что при добавлении в почвенные образцы суперсорбента, водоудерживающая способность почвы меняется: почва удерживает больше влаги, доступной для растений. Влагосодержание увеличивается с 13 до 20 %, при внесении гидрогеля в дозе 100 кг/га, а в варианте с гидрогелем, внесенным в дозе 300 кг/га — диапазон доступной влаги увеличивается с 17 до 22.3 %, по сравнению с контрольным вариантом, где доступная влага составляет всего 8–10 %.

1 г гидрогеля «Ритин-10» удерживает 300 мл воды, то есть дополнительно получаем 3 мм влаги. Очевидно, что внести «Ритин-10» в дозе, обеспечивающей весь период роста и развития растений не возможно, однако при наличии осадков он позволяет повысить коэффициент использования годовых осадков с 0.48 до 0.87 на песчаных почвах в циклах «полной отдачи влаги» – «полного впитывания». По оценкам внесения гидрогеля «Ритин-10» даже в дозе 100 кг/га можно обеспечить как минимум 10 циклов набухания в вегетационный период и удержать дополнительно 210 м³ влаги.

Полевые исследования гидрогеля «Ритин-10», проведенные Агрофизическим НИИ, подтверждают эффективность использования полимерного геля в сельскохозяйственном производстве. Гидрогель «Ритин-10» можно эффективно использовать при выращивании зерновых культур, в том случае если он вносится локально путем инкрустации семян из расчета обеспечения полного водопотребления в период прорастания семян, появления всходов и формирования корневой системы. Например, для ячменя в период формирования корневой системы требуется 12–15 мм, для пшеницы от всходов до кущения – 36 мм влаги. При обеспечении зоны всходов и развития корневой системы овощных культур (5–10 см) доступной влагой в количестве 1.5 мм, для инкрустации семян необходимо 0.009 г гидрогеля «Ритин-10» на одиночное семя

при норме высева 200–250 кг/га. Повышение эффективности азотных удобрений обеспечивается снижением гравитационного стока воды, удерживаемой гелем. На орошаемых землях необходимо поддерживать влажность на уровне не менее 70–80 % от наименьшей влагоемкости. Если влаги будет удержано внесением гидрогеля в количестве 20–30 % полевой влагоемкости, то эффективность орошаемых земель будет значительно повышена.

Таким образом, применение влагонабухающих полимеров можно рассматривать, как один из инновационных нетрадиционных подходов в современных агротехнологиях, который может значительно увеличить урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур.

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

УДК 631.41

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО ПОД РАЗЛИЧНЫМИ ЦЕНОЗАМИ

Р.Р. Ахметзянова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, riana1372@mail.ru

The increasing extensive use of arable land and the ongoing transfer of arable land to the Deposit makes it necessary to study the properties and regimes of soils of different uses.

Усиливающееся экстенсивное использование пахотных угодий и продолжающийся перевод пашни в залежь вызывает необходимость сопряженного изучения свойств и режимов почв различного использования.

Согласно полученным данным длительное экстенсивное сельскохозяйственное использование чернозема типичного Курской области вызывает неблагоприятные изменения свойств в первую очередь обуславливающих его плодородие. К таким свойствам относятся содержание гумуса и структурное состояние чернозема. Вовлечение чернозема в пашню и длительное экстенсивное использование сопровождается изменением условий гумусообразования, что приводит к снижению содержания гумуса. Под влиянием бессменной озимой пшеницы потери гумуса составили 24 % от его исходного содержания. Под влиянием бессменной кукурузы потери гумуса достигли 32 %, а под влиянием бессменного пара 48 %. В результате минерализации гумуса, являющегося основным агрегирующим агентом, ухудшилась водоустойчивость

структуры чернозема. В варианте с бессменной озимой пшеницей количество водоустойчивых агрегатов уменьшилось на 30 % или в 1.6 раза по сравнению с целинным черноземом. В варианте с бессменной кукурузой водоустойчивых агрегатов стало меньше на 39 % или в 1.9 раза. С точки зрения водоустойчивости структура чернозема трансформировалась в ценозах занятых сельскохозяйственными культурами с избыточно высокой в хорошую. Под влиянием бессменного пара содержание водоустойчивых агрегатов уменьшилось на 75 % или почти в 11 раз, структура стала не водоустойчивой. При этом средний диаметр водоустойчивых агрегатов уменьшился в вариантах с бессменной озимой пшеницей, бессменной кукурузой и бессменным паром в 2.8, 3.6 и 4.8 раза соответственно, тогда как содержание водопептизируемого ила возросло в 2.8–4.7 раза, а реакция среды на 0.16–0.57 единицы рН. Наряду с этим, в черноземе агроценозов уменьшилось на 5.3–6.7 мг-экв содержание обменного кальция, на 0.4–2.27 мг-экв гидролитическая кислотность, на 35–97 мг/кг почвы содержание органофосфатов, а отношение органических форм фосфора к минеральным снизилось с 6.1 до 1.5–2.9. Наиболее существенные негативные изменения свойств чернозема типичного произошли под влиянием бессменного пара. Причем они были столь глубокими, что за 20 лет после перевода бессменного пара в залежь свойства чернозема в большинстве своем восстановились лишь до уровня, свойственного вариантам с возделыванием сельскохозяйственных культур.

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

УДК 631.41

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДИСТОГО СОРБЕНТА В ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЕДЬЮ ПОЧВЕ

А.В. Барахов, С.С. Манджиева, М.В. Бурачевская,
Г.О. Коркин, Т.М. Хассан

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
tolik.barakhov@mail.ru

Improvement of polluted soils is important for the Rostov region. Pollutants entering the soil (among them the most dangerous heavy metals (TM)) are absorbed by soil components and redistributed between them. Sorption remediation is used to enhance the absorption and retention capacity of soils and reduce the content of biologically available metal compounds. In

the role of sorbent used: biochar. The dose of metal was (660 mg/kg). In this work, the method of parallel extraction was used. The introduction of biochar in different doses led to a decrease in Cu mobility in the soil.

Одной из экологических функций почв является защита от загрязняющих веществ природных вод, воздуха и растений. Выполнение этой функции обеспечивается поглотительной способностью почв. Поступающие в почву загрязняющие вещества (среди них наиболее опасные тяжелые металлы (ТМ)) поглощаются почвенными компонентами и перераспределяются между ними. Для усиления поглотительной и удерживающей способности почв и снижения содержания биологически доступных соединений металлов используется сорбционная ремедиация.

В основе выбора сорбента лежат механизмы прочного закрепления металлов. В настоящее время большое распространение получил биочар, который обладает рядом уникальных текстурных характеристик таких как, высокая пористая структура и большой объем микро- и мезопор.

Цель настоящей работы – на основе представлений о прочности закрепления металлов почвенными компонентами оценить эффективность применения биочара в качестве детоксиканта на загрязненном ацетатом меди черноземе.

Объектом исследования являлся чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. В данной работе применяли метод параллельных вытяжек (Минкина и др., 2008). Доза внесения металла составила (660 мг/кг). В качестве мелиоративного средства применяли биочар. Опыт был заложен по следующей схеме 1. контроль (почва без загрязнения); 2. почва с внесением металла (Cu); 3. Cu + 2.5 % биочар; 4. Cu + 5 % биочар.

В черноземе обыкновенном общее содержание Cu (41.2 мг/кг) и содержание подвижных соединений (обменные 0.5 мг/кг, комплексные 1.2 мг/кг и специфически сорбированные 2.4 мг/кг) соответствуют фоновому.

После внесения Cu (660 мг/кг) выявлено повышение непрочно связанных соединений: обменных до 76.8 мг/кг, комплексных до 103.2 мг/кг и специфически сорбированных до 116.7 мг/кг.

Добавление к загрязненной почве 2.5 % и 5 % биочара способствовало уменьшению подвижности. Содержание обменных соединений снижается до 25.4 мг/кг на дозе 2.5 % биочара и до 15.6 мг/кг на дозе 5 % биочара, комплексных – до 32.6 мг/кг и до 21.5 мг/кг, специфически сорбированных – до 46.9 и до 39.3 мг/кг.

Внесение органического сорбента биочара привело к уменьшению подвижности Си в почве (обменных, комплексных, специфически сорбированных соединений).

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 19-34-90185.

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

УДК 581.1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА НА ИЗМЕНЕНИЕ КВАНТОВОГО ВЫХОДА ФОТОСИСТЕМЫ II ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

А.И. Барбашев, С.Н. Сушкова, Е.М. Антоненко, Т.С. Дудникова,

Н.А. Дорохова, В.С. Лысенко, В.А. Чохели

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

barbashev_andrei@mail.ru

An increase in the quantum yield of photosystem 2 in spring barley from an increase in the concentration of BaP in the soil was found. The quantum yield of photosystem 2 increased relative to the control samples, which indicates the effect of BaP soil contamination on the photochemical system of spring barley.

Многолетние исследования позволили обозначить такое опасное соединение, как бенз(а)пирен (БаП), который необходимо постоянно контролировать, как с точки зрения его собственной токсичности, так и с позиции наиболее вероятного поступления в окружающую среду. Растения очень чувствительны и быстро реагируют на присутствие БаП, поскольку он может влиять на первичные и вторичные процессы при фотосинтезе. Целью работы было оценить влияние БаП на изменение квантового выхода фотосистемы II (Fv/Fm) в ячмене яровом.

Исследования проводили в условиях вегетационного опыта, который был заложен в 2019 г. Почву просеивали через сито диаметром 1 мм и помещали по 2 кг в вегетационные сосуды емкостью 4 л. На поверхность почвы вносили раствор БаП в ацетонитриле из расчета создания концентрации загрязнителя в почве 20, 200, 400 и 800 нг/г. Сосуды засевали тест-культурой ячмень яровой (*Hordeum vulgare*) сорта «Донской-100». Измерение фотохимического квантового выхода ФС2 (Fv/Fm) проводили методом ИФХ-флуориметрии.

Получены данные по квантовому выходу фотосистемы II для ячменя ярового, выращенного в условиях модельного вегетационного опыта с искусственным загрязнением почвы БаП (рис.).

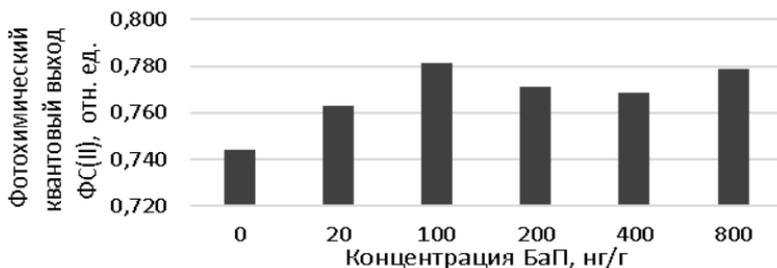


Рисунок. Зависимость фотохимического квантового выхода фотосистемы 2 в ячмене яровом от концентрации БаП в почве.

В контрольных образцах показатель квантового выхода фотосистемы II был равен 0.744. С увеличением концентрации БаП значения квантового выхода возрастали до 0.763 при концентрации БаП равной 20 нг/г, 0.781 при 100 нг/г, а также 0.771, 0.769 и 0.779 при 200, 400 и 800 нг/г соответственно.

Таким образом, установлено увеличение значений квантового выхода фотосистемы II ячменя ярового при возрастании концентрации БаП в почве. Показатель квантового выхода фотосистемы II увеличивался относительно контрольных образцов, что свидетельствует о воздействии загрязнения почвы БаП на фотохимическую систему ячменя ярового.

Исследование выполнено при поддержке РНФ № № 19-74-10046.

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

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОКАРИОТНОГО СООБЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ХЛОРИД- И НИТРАТСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

А.П. Власова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
anastasya.nast-vlasova@yandex.ru

The work examines the result of two controlled experiments: long-term (three months) and short-term (two weeks). The experiments concerned the structure prokaryotic community of chernozem under the influence of different concentrations of mineral fertilizers containing chloride and nitrate ions. It was found that the joint use of chloride and nitrate containing fertilizers leads to inhibition of microbiological activity and changes in the structure of the prokaryotic community.

На кафедре агрохимии факультета почвоведения активно исследуют вопрос о совместном действии основных форм удобрений на биологическую активность систем. Так был обнаружен интересный эффект: внесение хлорида калия совместно с азотно-фосфорным удобрением в почву сопровождается снижением поступления в растения азота и фосфора. Предположительно, это происходит из-за снижения активности почвенных микроорганизмов, вызванное совместным влиянием ионов хлора и нитрата.

Целью работы являлась оценка структуры прокариотного сообщества чернозема обыкновенного при повышенном содержании хлорида и нитрата в почве. Задачи исследования: оценить динамику эмиссии диоксида углерода из чернозема при внесении хлорида и нитрата; изучить влияние присутствия хлорида и нитрата на биомассу прокариотного сообщества, определение структуры прокариотного комплекса; выявление филумов бактерий и архей, чувствительных или устойчивых к повышенной концентрации хлорида и нитрата в почве.

Объекты и методы: Объектами исследования были образцы почв чернозема обыкновенного, на котором проводились 2 опыта: долговременный вегетационный опыт (3 месяца) и кратковременный модельный опыт (2 недели) по внесению минеральных удобрений: нитрата аммония, двойного суперфосфата и хлорида калия в различных концентрациях. NH_4NO_3 (2 концентрации: 7.8 мг/100 г и 23.4 мг/100 г), K_2PO_4 (1 концентрация: 11.9 мг/100 г), KCl (2 концентрации: 5.7 мг/100 г или 17.1 мг/100 г).

Методы: газовая хроматография, метод FISH, real time PCR.

Результаты исследования: Внесение минеральных удобрений, даже в малых дозах, значительно изменяет структуру биологически активного микробного комплекса. При краткосрочном компостировании азотных и хлоридсодержащих удобрений с почвой в метаболически активном прокариотном комплексе выявлено снижение в 1.5 раза численности представителей домена Bacteria, что совпадает с долгосрочным экспериментом.

Как при долгосрочном, так и при краткосрочном компостировании среди представителей домена Bacteria практически все группы оказались чувствительными за исключением представителей групп *Firmicutes* и *Verrucomicrobia*. Для некоторых представителей филогенетической группы *Actinobacteria* чувствительность к ионам хлора подтверждается на родовом уровне (*Streptomyces* и *Micromonospora*). И для *Streptomyces* и для *Micromonospora* характерно снижение числа копий участка ДНК

в варианте с совместным внесением азотно-фосфорных удобрений и хлорида калия, что показывает их неустойчивость к данным видам удобрений. Для домена Archaea представители филума *Euryarchaeota* выявляются как наиболее устойчивые к наличию ионов хлора.

В образцах плодородного чернозема, при долгосрочном компостировании хлорида калия совместно с азотно-фосфорными удобрениями, установлено подавление эмиссии диоксида углерода. Негативный эффект проявлялся при содержании в почве хлорида и нитрата существенно ниже границы, установленной для слабозасоленных почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.В. Манучаровой.

УДК 57.044

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ РАЗНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС НА РОСТ БАКТЕРИЙ

А.Н. Волошин, В.В. Тихонов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
andrey.vol@yahoo.com

Influence of different molecular fractions of humic acid by brand Merk (> 10 , 3–10, 1–3 and < 3 kDa) was studied at maximal specific speed of growth of 3 bacteria that were distinguished from natural habitats. According to molecular mass of humic acid's fractions and concentrations, humic acid had stimulative, neutral and inhibitory effects on bacteria. There was no significant influence on *Exiguobacterium* sp. and *Oerskovia* sp. growth. It was shown that for *Bacillus* sp. fractions >10 and 3–10 kDa in concentration of 1 ppm had the highest stimulating ability.

Гуминовые кислоты (ГК) широко встречаются в почвах и водах (Орлов, 1990), обладают биологической активностью по отношению к широкому кругу организмов (Попов, 2004), в том числе к микроорганизмам (Тихонов и др., 2010). Молекулярная масса напрямую связана с природой, и как следствие, с составом ГК. Ранее на растениях было показано, что низкомолекулярные ГК обладали большей биологической активностью, чем высокомолекулярные фракции (Muscolo et al., 2006). Исследований, касающихся биологической активности разномолекулярных фракций ГК по отношению к микроорганизмам, не проводилось. Целью исследования было изучить роль гуминовых кислот разных молекулярных масс на рост бактерий.

Гуминовые кислоты были представлены Aldrich (cas № 1415-93-6), растворялись в 0.01 М NaOH и доводились до pH 6 с помощью 1 М HCl. Разделение ГК на фракции проводили методом ультрафильтрации с помощью установки фирмы Amicon и фильтров Millipore с размером пор 1, 3 и 10 кДа. Бактерии были выделены из аллювиальных почв и вод р. Межа и ее притока Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника, помещались на питательный агар ГПД и идентифицированы по 16 S-pPHK, как *Exiguobacterium* sp., *Bacillus* sp. и *Oerskovia* sp. Эти микроорганизмы культивировали на стерильной среде ГПД с добавлением ГК в концентрации 1, 5, 10 и 50 ppm. Влияние ГК на рост бактерий оценивалось фотометрически (Tecan Sunrise, 620 нм) в кинетическом режиме с шагом 1 час. Максимальную удельную скорость роста определяли по кривой роста бактерий, логарифмируя ее логичтиский участок.

Рост *Exiguobacterium* sp. подавлялся всеми фракциями и при всех концентрациях ГК. На скорость роста *Oerskovia* sp. не оказывали влияния ни концентрации, ни разных фракции ГК. Рост *Bacillus* sp. стимулировался фракцией ГК > 10 кДа в концентрации 1 ppm, а также фракцией 3–10 кДа в концентрациях 1, 5 и 10 ppm. Остальные фракции не оказывали достоверного влияния по сравнению с контролем.

Литература

Орлов Д.С. Гуминовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1990. 325 с.

Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. 248 с.

Тихонов В.В., Якушев А.В., Завгородняя Ю.А., Бызов Б.А., Демин В.В. Действие гуминовых кислот на рост бактерий // Почвоведение. 2010. № 3. С. 333–341.

Muscolo A., Sidari M., Attinà E., Francioso O., Tugnoli V., Nardi S. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure // Soil Sci. Soc. 2006. V. 71. P. 75–85

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект № 18-74-00088.

Работа рекомендована к.б.н., м.н.с. В.В. Тихоновым.

МИКРОБНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОДЗОЛИСТОЙ ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ОСТАТОЧНО-КАРБОНАТНОЙ ПОЧВЫ НА ЭТАПЕ ЕЕ АГРОГЕННОГО И ПОСТАГРОГЕННОГО РАЗВИТИЯ

Э.А. Генрих^{1,2}, Ю.А. Виноградова², В.А. Ковалева², Е.М. Перминова²

¹Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина,
genrih.edvard@yandex.ru

²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар,
vinogradova@ib.komisc.ru

The compositional features of microbial complexes in Albic Luvisol developed on carbonate moraine deposits and their change at the stage of agro- and post-agrogenesis are considered. The regularities of the profile distribution in them of the number of bacteria, fungal spores, the length of the mycelium and the structure of biomass are established. It is shown that the abundance and ratio of biomass of various groups of microorganisms can be used to assess the state of soils of post-agrogenic ecosystems at the present stage of their transformation.

Известно, что одним из наиболее чувствительных и динамичных показателей процесса почвообразования в меняющихся условиях среды является биологическая активность почвы, которая в значительной степени определяется структурой микробных комплексов. В рамках данной работы определены закономерности профильного изменения некоторых параметров (структура микробной биомассы, численность бактерий и спор, длина мицелия грибов, содержание эколого-трофических групп микроорганизмов), характеризующих комплекс микробиоты в почвах подзолистого типа, развитых на карбонатных моренных отложениях, и их агро- и постагрогенных аналогов.

Показано, что агрогенная и постагрогенная трансформация почв бывших пахотных угодий обуславливает соответствующие изменения морфологического строения верхней части профиля подзолистых остаточно-карбонатных почв с обособлением дернового и гумусоаккумулятивного горизонтов. Физико-химические свойства верхних горизонтов почв определяются спецификой современного использования данных участков (наличие или отсутствие периодического сенокошения), а нижней части профиля (кислотность, содержание обменных оснований) – наличием и особенностями распределения обломков карбонатов.

Установлены закономерности профильного распределения численности бактерий, спор грибов, длины мицелия и структуры биомассы

в подзолистой почве сосново-елового леса, развитой на карбонатной морене. Показано, что функциональная активность микроорганизмов в наибольшей степени выражена в органогенном горизонте, что связано с наибольшим разнообразием и степенью доступности здесь питательного субстрата. В структуре биомассы доминирующее положение занимает биомасса грибного мицелия, биомасса прокариотических организмов и спор грибов – незначительна. В минеральной части профиля численность и биомасса бактерий и спор грибов снижены на 1–2 порядка, грибного мицелия – на 3–5 порядков. В структуре биомассы на первое место выходят споры грибов.

Численность и соотношение биомассы различных групп микроорганизмов могут быть использованы для оценки состояния почв постагрогенных экосистем на современном этапе их трансформации. В залежных почвах снижена величина микробной биомассы за счет уменьшения длины грибного мицелия, возрастает вклад в суммарную биомассу прокариот и спор грибов, отмечено возрастание в экологотрофической структуре микробных сообществ роли актиномицетов и бактерий олиготрофного комплекса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Коми в рамках научного проекта № 20-44-110009 p_a.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом Е.М. Лаптевой.

УДК 631.45

МЕТОД ОЦЕНКИ АЛЛЕЛОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ

И.В. Горепекин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
decembrist96@yandex.ru

A high-performance laboratory technique for the soil allelotoxicity assessment has been developed. It allows conducting studies on real soils in optimal water-air conditions for seed development.

Целью работы является разработка методики оценки влияния аллелотоксичности почв на прорастание семян зерновых культур.

При определении аллелотоксичности мы исходили из постулата, что для каждой почвы или субстрата существует свой диапазон потенциала почвенной влаги (ППВ), который обеспечивает оптимальные водно-воздушные условия и, соответственно, максимальную скорость

развития в них семян. Сравнение скорости развития семян при оптимальном ППВ на инертном субстрате, не содержащем аллелотоксинов, со скоростью развития семян при оптимальном ППВ на изучаемой почве, содержащей аллелотоксины, должно давать возможность оценить аллелотоксичность почв в процентах замедления скорости развития семян на почвах по сравнению с песком. Однако, проведение подобных экспериментов невозможно в равновесных условиях.

Семена на начальном этапе своего развития (в течение первых двух суток) потребляют количество воды, более чем в полтора раза превышающее их собственный вес. В связи с этим, навеска семян 7.5 г заберет из почвы примерно 12 г воды. Примем для расчета, что оптимальная влажность почв составляет 25 %, а равновесными считаются условия, при которых колебания значений влажности почв не превышают 0.5 %. Т.е. для проведения эксперимента в равновесных условиях на 7.5 г семян требуется 3 кг почвы. Это – 1 повторность. Работа в шестикратной повторности требует использования в опыте 18 кг почвы на один эксперимент. С учетом контроля мы должны работать уже с 36 кг почвы и песка. Очевидно, что в лабораторных условиях проводить эксперименты с таким количеством субстратов практически невозможно. Поэтому было принято решение работать в неравновесных условиях.

В качестве фиксируемого показателя для оценки влияния аллелотоксичности почв на прорастание семян была выбрана длина проростков. В ходе экспериментов было обнаружено, что насыпной объем, который проросшие семена занимают в цилиндре с водой, прямо пропорционален суммарной длине их проростков. Установленная закономерность позволила примерно в 30 раз повысить производительность экспериментов по сравнению с измерением длины проростков семян вручную.

Достоверность полученных разработанной методикой результатов была проверена в два этапа. На первом этапе было проведено сравнение двух показателей, которые отражают совокупность биохимических процессов, протекающих в семенах: длины проростков и выделения углекислоты прорастающими семенами. Эксперименты, проведенные на песке и почвах зонального ряда, показали, что положение точек максимальных значений биологической активности семян совпадает для всех изученных образцов. На следующем этапе необходимо было понять, насколько достоверно рассмотренные показатели передают значения ППВ, так как именно этот показатель определяет количество воды, которые смогут потребить семена при прорастании. Для 4 почвенных образцов (2 дерново-подзолистых и 2 серых лесных) были построены кривые ОГХ капиллярной области. Получаемые результаты по методу

ОГХ коррелировали с результатами разработанного метода на всех изученных образцах.

Разработанный метод был использован для оценки влияния предистории и химических свойств почв на значения их аллелотоксичности.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. Г.Н. Федотовым.

УДК 631.4; 574.56

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ОКРЕСТНОСТИ ОСЕНЦОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

С.М. Горохова, Ч.Д. Шаймухаметова, Н.М. Щуренко
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, gorohova.s@hotmail.com

A slight variation of a magnetic susceptibility of arable haplic gleysols was found in the industrial hub in Perm

Почвенный покров агроландшафтов, расположенных в пределах границ крупных промышленных городов и вдоль транспортных коммуникаций, подвержен загрязнению тяжелыми металлами из разных источников. Одним из методов эколого-геохимической оценки почвенного покрова является измерение магнитной восприимчивости (МВ). Цель исследования: охарактеризовать магнитную восприимчивость почв в зоне влияния Осенцовского промышленного узла г. Перми.

Объектом исследования были пахотные дерново-поверхностные-глееватые тяжелосуглинистые почвы на древнеаллювиальных отложениях, расположенные в юго-восточной части Пермской агломерации. Трансекта длиной 370 м. была заложена вдоль преобладающего направления перемещения воздушных масс, т.е. в юго-западном направлении от Осенцовского промышленного узла. Определение магнитной восприимчивости проводили каппаметром КТ-6 в пятикратной повторности на площадке площадью 1 м², шаг опробования 10 м.

Содержание гумуса в изученных почвах среднее, реакция среды нейтральная, сумма обменных оснований очень высокая, емкость катионного обмена высокая, степень насыщенности основаниями высокая, обеспеченность подвижным фосфором очень высокая. В профиле дерново-поверхностно-глеевой почвы МВ выше в пахотном горизонте и уменьшается в горизонте с признаками оглеения. В почвообразующей породе МВ несколько выше, чем в почве (рис.).

В отдельных точках трансекты МВ поверхностного горизонта почвы незначительно варьирует ($V = 7.9 \%$).

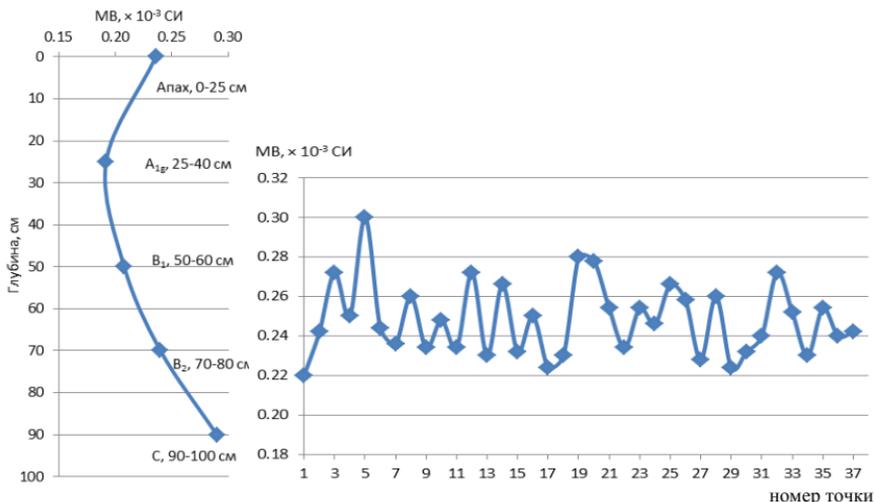


Рисунок. Магнитная восприимчивость дерново-поверхностно-глеевой почвы: слева – почвенный разрез ($n = 25$), справа – трансекта ($n = 185$).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90070 «Оценка и меры по снижению экологических рисков загрязнения почв тяжелыми металлами в составе магнитных частиц при ведении агрохозяйства на территориях с высоким уровнем антропогенной нагрузки на окружающую среду и почвенный покров».

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

УДК 615.275.4

ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ПЕЛОИДОВ

Д.А. Горшков

Самарский государственный медицинский университет,

flsgors@gmail.com

Environmentally friendly medicine plays a huge role nowadays, someone like humic substances. In this paper we presented data of repair effect of humic acids on injured striated skeletal muscle. It was found to reduce edema and inflammation. In histological research we founded an activa-

tion of myosatellite cells, proliferation of microvessels. Injection of humic substances increased the recovery process by 21 % compared with the group receiving no treatment.

Повреждения скелетных мышц и последующая реабилитация больных является причиной временной нетрудоспособности пациента, поэтому проблема регенерации мышечной ткани является актуальной задачей в клинической практике. Перспективными субстанциями, улучшающими трофику и пролиферацию тканей, являются гуминовые вещества. В настоящее время возрастает спрос на экологически чистые субстанции природного происхождения, к которым относятся гуминовые пелоидопрепараты. Так как организм человека в процессе жизни постоянно находится в условиях гуминового фона, то исследуемая группа веществ безвредна для организма, не вызывает аллергических реакций и обладает высокой биодоступностью.

Целью работы являлось исследование пролиферации поперечно-полосатой мышечной ткани (ППМТ) под действием гуминовых пелоидопрепаратов в посттравматическом периоде.

Получение фракций гуминовых веществ из низкоминерализованных иловых сульфидных грязей оз. Молочка ФГУ «Санаторий «Сергиевские минеральные воды»» осуществлялось по авторской методике (Патент RU 2480224 С2). Гуминовые вещества модифицировались 1.0 % раствором цинка хлорида для придания препарату дополнительного репаративного эффекта. Объектом исследования были группы мышей линии Wistar с перерастяжением мышц бедра. Экспериментальной группе животных после растяжения мышцы в течение 6 дней подкожно в область бедра вводили 0.2 мл исследуемого препарата с массовой долей гумата цинка 0.1 %. Группой сравнения служили животные, которым подкожно в область бедра вводили 0.2 мл 0.9 % раствор натрия хлорида. В ходе гистологических исследований было установлено, что под действием гуматов наблюдалось уменьшение интерстициального отека, подавление процессов распада в области разрыва мышечных волокон, более активное разрастание микроциркуляторного русла в поврежденную область, миграция макрофагов, следовательно, заметное уменьшение воспалительной реакции, одновременно гуминовые пелоидопрепараты активируют репаративный гистогенез в ППМТ в более короткое время, чем в группе сравнения: активизируются миосателлиты, обнаруживаются миобласты, миосимпласты, стимулируется отделение от частично поврежденных мышечных волокон ядерно-саркоплазменных территорий. У экспериментальной группы животных

миотубы появляются на 3–5 суток раньше, чем у группы сравнения, что свидетельствует об увеличении процесса репарации на 21 %.

Полученные данные доказывают пролиферативное действие модифицированных препаратов на основе гуминовых веществ пелоидов по отношению к повреждениям ППМТ, стимулируя репаративный гистогенез мышечной ткани. Учитывая индифферентность гуминовых веществ к здоровым тканям, отсутствие противопоказаний, а также низкую себестоимость, в будущем пелоидопрепараты можно использовать для реабилитации в клинической и санаторно-курортной практике.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.П. Аввакумовой.

УДК 631.4

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

С.В. Дыдышко, С.В. Шульгина

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, siarheidydyszka@mail.ru

Based on the general principle of the relationship between the fractions of the particle size distribution and soil humus, the data of humus-particle-size relationships are obtained through dynamic equilibrium constants, which can be used as a new method to assess the degree of soil fertility and stability as a result of agrogenic effects.

В качестве объектов исследований выбраны дерново-палево-подзолистые почвы, сформировавшиеся на мощных лессовидных суглинках различной степени агрогенной трансформации в Ошмянско-Минском и Оршанско-Мстиславском почвенно-экологических районах. Эти почвы занимают 14 % пахотных земель республики и являются одними из самых плодородных и интенсивно используемых в сельскохозяйственном производстве. Для выявления взаимосвязей между фракциями гранулометрического состава и содержанием гумуса использована методика В.С. Крыщенко и выполнены расчеты следующих показателей: базовое значение ила ($a_{\text{дт}}$, %) в физической глине, насыщенность физической глины илом/пылью ($V_{\text{д}}/V_{\text{б}}$, %), константы динамического равновесия ($K_{\text{а}}$, $K_{\text{б}}$), содержание гумуса в почве ($u_{\text{г}}$, %) и физической глине ($x_{\text{р}}$, %) и насыщенность физической глины гумусом (W , %). Оценка степени устойчивости почв выполнена по методике, разработанной в секторе

агрочвоведения, картографирования и оценки почв с учетом величин отклонений свойств полученных показателей в окультуренных и средне-эродированных аналогах от их естественного состояния.

Таблица. Оценка степени устойчивости дерново-палево-подзолистых почв к агрогенным воздействиям на основании гумус-гранулометрических показателей.

Почва	Критерий							
	а _ф	V _а	V _б	К	у _г	х _р	W	КУП
Ошмянско-Минский ПЭР								
6–17, окультуренная	1	1	1	1	2	2	2	1.3*
9–17, окультуренная	1	1	1	1	2	2	2	1.3
7–17, среднеэродированная	3	3	3	3	2	3	3	3.7
Оршанско-Мстиславский ПЭР								
17–17, окультуренная	1	2	3	1	1	2	2	2.0
13–17, окультуренная	2	2	3	2	2	3	3	3.7
16–17, среднеэродированная	3	3	3	1	3	3	3	4.3

*Категории устойчивости почв: КУП ≤ 1.3 – наиболее устойчивые; 1.31–2.60 – устойчивые; 2.61–3.90 – менее устойчивые; > 3.91 – неустойчивые.

Таким образом, согласно полученным данным установлено, что окультуренные почвы Ошмянско-Минского ПЭР являются наиболее устойчивыми – коэффициенты устойчивости минимальные и составляют 1.3 (табл.). Пахотный аналог (разрез 17–17) Оршанско-Мстиславского ПЭР – устойчивым (КУП = 2.0), а окультуренная почва (разрез 13–17) менее устойчивая (3.7). Среднеэродированная почва Ошмянско-Минского ПЭР менее устойчива, а в Оршанско-Мстиславском ПЭР – неустойчива по сравнению с окультуренными аналогами (коэффициент составил 3.7 против 4.3 соответственно).

Работа рекомендована, к.с.-х.н., доц., зав. сектором агропочвоведения, картографирования и оценки почв Т.Н. Азаренок.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Заборовская¹, М.С. Кудайбергенов², А.Х. Хасанова³

¹Астраханский государственный университет,
zaborovskaya.alex@yandex.ru

²Астраханский государственный университет, merek.ru@mail.ru

³Астраханский государственный университет,
khasanova.amie@gmail.com

Agroecological potential. Fertility astrakhan soils. Soil reclamation. Soil buffering. Trace elements in the soil. Soil ecology. Soil degradation. Soils of the Astrakhan region. Climate of the Astrakhan region.

Основными неблагоприятными явлениями, которые прогрессируют при интенсивном земледелии и приводит к снижению плодородия почв в Астраханской области являются: дефляция почв, подъем уровня грунтовых вод и связанное с ним вторичное засоление, переувлажнение почв, осолонцевание, уплотнение, дегумификация и обеднение элементами питания.

По природным условиям Астраханская область представляет самую засушливую часть Европейской территории России, это район пустынно-степного типа почвообразования, который характеризуется малым количеством атмосферных осадков, сухостью воздуха и высоким испарением. Эти зональные природные факторы дополняются здесь заметным участием в процессе почвообразования каспийских и волжских вод. Климат Астраханской области резко континентальный – с высокими температурами летом – до +45–50 °С, низкими зимой – до –40 °С, большими годовыми и летними суточными амплитудами температуры воздуха, малым количеством осадков и большой испаряемостью. Годовая сумма осадков колеблется от 180–200 мм на юге до 280–290 мм на севере. Климат Астраханской области определяет преобладающее развитие процессов дефляции и физического выветривания, способствующих широкому развитию пустынных геосистем.

На территории Астраханской области распространены различные типы почв. Они представлены в северных районах зональными светлокаштановыми почвами, в более южных районах – бурными полупустынными, в Волго-Ахтубинской пойме, дельте и подстепных ильменях – пойменными. Интразональные – солонцы и солончаки встречаются повсеместно среди всех типов почв.

В результате проведенных исследований почвенного покрова районов Астраханской области отмечена потенциальная опасность натриевого осолонцевания пахотного слоя почв, где доля натрия в почвенно-поглощающем комплексе превышает 1 %. Агрохимическая оценка почв свидетельствует о низком содержании гумуса (0.7–2.4 %), нитратного азота (4.8–8.7 %). Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем по области составил 0.7 тонны на гектар. Вносимые дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют потерю (при сборе урожая) питательных веществ почв.

Одним из важнейших факторов обеспечения воспроизводства плодородия почв является оросительная мелиорация, культуртехнические и противозерозионные работы в сочетании с агрохимическими, агролесомелиоративными и другими мероприятиями. Только при этом условии обеспечивается наивысшая эффективность мелиорированных земель.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Л.В. Яковлевой.

УДК 631.8

СОДЕРЖАНИЕ БИОМИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИИ КУКУРУЗЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

А.С. Зиборов, Е.П. Пропастина

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
anton.ziborow@yandex.ru

The report addresses the content of biomicroelements (Zn, Cu, Co, Mn) in corn plants, depending on the fertilizer applied to ordinary carbonate chernozem. The conducted studies demonstrate the relationship between the yield of corn not only on the content, but also on the ratio of trace elements. A significant relationship was established between the yield of corn and the ratio of elements: Zn / Co ($r = 0.73$), Zn / Mn ($r = 0.86$), Cu / Co ($r = 0.87$), Cu / Mn ($r = 0.80$). The studies were carried out in 2017–2018, in the territory of the state section «Tselinsky» of the Rostov region.

Микроэлементный состав сельскохозяйственных растений является одним из важнейших показателей их биологической ценности. Кукуруза относится к растениям со сравнительно высокой способностью усваивать микроэлементы. В опыте проанализировано содержание биомикроэлементов (Zn, Cu, Co, Mn) в зависимости от вносимых удобрений.

Полевые опыты проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории гос-сортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2017–2018 гг совместно с международным институтом питания растений.

Опытная культура – кукуруза (*Zea mays*). Предшественник – нут (*Cicer arietinum*). Почва – чернозем обыкновенный карбонатный сред-немощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Характери-стика агрохимических показателей пахотного слоя: рН – 7.7; содержа-ние гумуса – 3.22 %; аммонийного азота – 14 мг/кг; нитратного азота – 16 мг/кг; подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину) – 24 и 332 мг/кг соответственно.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную се-литру, аммофос и калий хлористый, цинк серноокислый. Удобрения вно-сили согласно следующей схеме:

1. N30P40 под предпосевную культивацию;
2. N9P40 под предпосевную культивацию;
3. N85P70K40, включая N50P50K20 под предпосевную культиваци-ю, N5P20K20 при посеве (2 см сбоку семян), N30 в междурядную подкормку в стадию 3–5 листьев + Zn (обработка семян);
4. N17P70K40, включая N12P50K20 под предпосевную культиваци-ю, N5P20K20 при посеве (2 см сбоку семян) + Zn (обработка семян).

Содержание Zn, Cu, Co, Mn в растениях кукурузы определяли в солянокислом растворе сухой золы с атомно-абсорбционным окончани-ем.

Математическую обработку экспериментальных данных выпол-няли с использованием компьютерных методов (пакет программ Microsoft Excel и Statistica 13.3).

Установлено, что содержание Zn в зерне кукурузы в среднем за 2 года исследований варьировало от 16.02 до 19.32 мг/кг, Cu – от 1.29 до 1.97 мг/кг, Co – от 0.061 до 0.074 мг/кг, Mn – от 11.66 до 15.24 мг/кг. Полученные данные соответствуют среднему содержанию микроэле-ментов в зерне кукурузы, согласно в ряду исследований (Лукашов, 2006; Хижняк, 2011; Овсянникова, и др. 2016).

Установлено, что внесение удобрений увеличивает содержание микроэлементов в зерне кукурузы, однако полученные данные не пре-вышают ПДК. Содержание биомикроэлементов в зерне кукурузы можно представить следующим рядом: Zn > Mn > Cu > Co.

Выявлены элементы, в наибольшей степени повлиявшие на ми-неральное питание растений кукурузы и ее продуктивность: Zn ($r = 0.89$ при $p = 0.05$) и Cu ($r = 0.83$). Следует отметить, что урожайность куку-

рузы во многом зависит не только от содержания, но и от соотношения микроэлементов. Установлена существенная зависимость между урожайностью кукурузы и соотношениями элементов: Zn/Co ($r = 0.73$), Zn/Mn ($r = 0.86$), Cu/Co ($r = 0.87$), Cu/Mn ($r = 0.80$).

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

УДК: 631.415

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ФРАКЦИЙ ИЛА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ДЕРНОВО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ

П.А. Ильичев

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

In forest ecosystems, the soils of floodplains of small rivers and streams are a powerful geochemical barrier to the migration of many elements mobilized during the process of soil formation. The sorption properties of soils and the ability of soils to create buffer systems are largely determined by the composition of clay minerals. This investigation is dedicated to researching of the mineral composition of the silt fraction and its sub-fractions extracted from the horizons of Umbric Gleysol located in the floodplain of the stream.

В лесных экосистемах почвы пойм небольших рек и ручьев являются мощным геохимическим барьером на пути миграции множества элементов, мобилизованных в ходе процесса почвообразования. Сорбционные свойства почв и способность почв к созданию буферных систем во многом определяются составом глинистых минералов. Исследование посвящено изучению минерального состава илистой фракции и ее подфракций, выделенных из горизонтов дерново-глеевой почвы, расположенной в пойме ручья.

Объектом исследования была илистая фракция, выделенная из горизонтов АУ, АВ_g, D дерново-глеевой почвы, отобранной на территории Центрально-лесного заповедника. Выделение илистой фракции (<1 мкм) проводили методом седиментации, без проведения предварительных химических обработок, так как последние могут вызвать изменения в минеральном составе ила. Разделение ила на подфракции (1–0.2 мкм, 0.2–0.06 мкм и < 0.06 – подфракции 1–3 соответственно) осуществляли центрифугированием. Минеральный состав определяли ме-

тодом рентгендифрактометрии. Некоторые структурные параметры глинистых минералов определяли путем моделирования экспериментальных дифракционных картин с помощью программы NEWMOD©.

Получили, что илистая фракция всех изученных горизонтов исследованной дерново-глеевой почвы на 96.4–97.0 % 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. В илистой фракции основных генетических горизонтов почвы были диагностированы каолинит, иллит, вермикулит, хлорит и смешанослойные минералы – иллит-сметтит(вермикулит) и хлорит-вермикулит. Подфракции ила дифференцированы по минеральному составу. Подфракция 1 по минеральному составу аналогична составу ила в целом. В подфракции 2 доля смешанослойных минералов увеличивается по сравнению с илом в целом. В подфракции 3 смешанослойные минералы преобладают над индивидуальными.

Работа рекомендована д.б.н., заведующим кафедрой химии почв И.И. Толпешта.

УДК 631.427

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА ПОСТУПЛЕНИЕ КАДМИЯ И АЗОТА В РАСТЕНИЯ ЯЧМЕНЯ

Ю.Р. Искандирова

Санкт-Петербургский государственный университет,
jiskandirova@gmail.com

This research provides information that it is advisable to introduce biochar into soil contaminated with cadmium for reducing content of cadmium in plants, and plant residues for increasing the removal of cadmium from soil for phytoremediation.

Объект исследования – агродерново-подзолистая супесчаная почва (Меньковский филиал Агрофизического института, Ленинградская обл.).

Цель исследования – установить влияние биоугля и растительных остатков на поступление кадмия и азота в растения ячменя.

Действующие факторы – биоуголь, бобово-злаковые растительные остатки и кадмий ($CdCl_2$). Биоуголь и бобово-злаковые растительные остатки, состоящие из клевера и тимофеевки в равных отношении

ях, вносили в сосуды из расчета 3 г/кг сухой почвы. Кадмий вносили в почву в дозе 50 мг/кг.

Модельный вегетационный опыт включал 8 вариантов: контроль – чистая почва, почва+биоуголь, почва + растительные остатки, и совместное внесение биоугля с растительными остатками, как с кадмием, так и без него.

Для каждого варианта использовали сосуды, вмещающие 0.5 кг почвы. Повторность опыта трёхкратная. Компостирование почвы осуществлялось в течение 30 суток при оптимальной температуре и влажности.

Биоуголь снижал влияние кадмия на накопление аммония в почве, в два раза, а растительные остатки – в 4 раза. Совместное применение биоугля и растительных остатков полностью ликвидировало ингибирование кадмием накопление $N-NH_4$ в почве.

Применение биоугля снижало эффект кадмия на накопление $N-NO_3$ в почве на 7 %, а применение растительных остатков – в 7 раз. Совместное применение биоугля и растительных остатков снизило ингибирование кадмием накопления $N-NO_3$ в почве почти в 2 раза.

При внесении биоугля, действие кадмия на нитрифицирующую способность почвы снизилось в 2 раза по сравнению с фоном, а при внесении растительных остатков и совместном внесении биоугля и растительных остатков токсичность кадмия не была обнаружена.

Таким образом, наибольшее влияние на снижение действия кадмия в отношении процессов аммонификации и нитрификации оказали растительные остатки.

Кадмий снижал продуктивность ячменя в 2.0–2.5 раза. По фону биоугля увеличение сухой биомассы произошло только на 25–28 %, по фону растительных остатков – на 60–65 %, при совместном внесении биоугля и растительных остатков увеличение сухой биомассы ячменя произошло на 70 %.

Концентрация Cd в растениях была наибольшей без применения биоугля и растительных остатков (7.49–6.38 мг/кг сухой массы). Внесение биоугля снизило концентрацию Cd в растениях в 3 раза. Совместно применение биоугля и растительных остатков не изменило концентрацию Cd в растениях ячменя по сравнению с вариантом, где был внесён один биоуголь. Применение растительных остатков незначительно повлияло на концентрацию Cd в растениях.

Кадмий резко снизил усвоение азота растениями ячменя. Вынос азота составил 16–17 мг/сосуд по сравнению с почвой без Cd (50–51 мг/сосуд). Биоуголь несколько улучшил усвоение азота растениями

из почвы (27–32 мг/сосуд) за счёт сорбции Cd. Растительные остатки значительно увеличили вынос азота биомассой члена (43–48 мг/сосуд).

Таким образом, рекомендуется вносить биоуголь в почву, загрязненную Cd, для снижения содержания его в растениях, а растительные остатки – для увеличения выноса Cd из почвы для осуществления фиторемедиации.

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

УДК 631.452: 631.81

ИЗМЕНЕНИЕ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ЕГО АНТРОПОГЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

А.Н. Кожокина

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, annakozh27@yandex.ru

The results of studies on the indicators of the potash regime of Luvic Chernozem at the end of five rotations of crop rotation are presented, which showed that the content of the mobile and metabolic forms of potassium, both when fertilizing and in the absence thereof, corresponded to the class of increased provision of soil with potassium. Moreover, in the latter case, a depletion of the potassium fund of Luvic Chernozem as a whole was observed, and the availability of potassium to plants decreased.

Целью наших исследований было изучить калийное состояние чернозема выщелоченного по завершению пяти ротаций зернопаропропашного севооборота. Исследования выполнялись в полевом опыте, заложенном на чернозёме выщелоченном. Чередование культур в севообороте: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овсяная смесь на зелёный корм – озимая пшеница – ячмень. После завершения пятой ротации севооборота (2018 г.) были отобраны почвенные образцы с семи вариантов опыта: 1. Контроль (без удобрений) 2. 40 т/га навоза. 3. Фон + $N_{47.5}P_{47.5}K_{47.5}$. 5. Фон + $N_{95}P_{95}K_{95}$. 12. Фон + дефекаат + $N_{47.5}P_{47.5}K_{47.5}$. 13. Фон + дефекаат. 15. $N_{47.5}P_{47.5}K_{47.5}$ + дефекаат.

Результаты проведенных исследований показали, что наибольшее содержание в почве подвижного калия (метод Чирикова) обеспечивало многолетнее внесение двойной дозы минеральных удобрений (высокая обеспеченность). При использовании минеральных удобрений в одинарной дозе в различных сочетаниях с навозом и дефекаатом (варианты

3, 12 и 15) содержание этой формы калия было практически одинаковым (103–107 мг/кг почвы) и соответствовало классу повышенной обеспеченности почвы калием (4-ый класс). На остальных вариантах опыта оно, хотя и было ниже, но также находилось на уровне 4-ого класса. Стоит отметить и достаточно высокое содержание подвижного калия (117 мг/кг почвы) на контрольном варианте, где удобрения не вносились в течение тридцати лет.

Содержание труднообменного калия (метод Масловой) подчинялось практически таким же закономерностям распределения по вариантам опыта. Несколько иначе антропогенное использование чернозема выщелоченного повлияло на легкообменную форму калия (метод Голубевой). Так, к ее увеличению приводило внесение минеральных удобрений (варианты 3, 5, 12 и 15), а в случае их отсутствия оно уменьшалось на 1.0–1.5 мг/кг почвы (варианты 1, 2 и 13).

Потенциальная буферная способность почвы в отношении калия (РВСК^К) наиболее низкое значение принимала на контроле. Внесение навоза увеличивало ее практически в четыре раза, а применение на его фоне минеральных удобрений, в зависимости от дозы, в 5–8 раз по отношению к контролю. РВСК^К увеличивалась и на мелиорируемых вариантах опыта, но в меньшей степени. Согласно классификации Беккета, на вариантах с внесением одинарной и двойной доз минеральных удобрений (варианты 3 и 5) РВСК^К оценивалась как средняя, на вариантах 2, 12, 13 и 15 – низкая, а на контрольном варианте – очень низкая.

Таким образом, можно заключить, что, внесение удобрений оказывало благоприятное влияние на калийный режим чернозема выщелоченного. Однако только количественное определение содержания подвижной и обменной форм калия не давало его объективной оценки, так как оно на контрольном варианте было несколько выше вариантов с оптимальной дозой минеральных удобрений. Изучение РВСК^К показало, что при многолетнем возделывании культур без минеральных удобрений наблюдается снижение непосредственно доступного для питания растений калия в сторону труднодоступного подвижного и ухудшается способность почвы поддерживать свое калийное состояние.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Н.Г. Мязиным.

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТА АСФАЛЬТА НА СОДЕРЖАНИЕ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВОГРУНТАХ
В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В.А. Кочеткова

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

There is a large amount of wastewater sediments of car washes produced in Moscow. The purpose of this work is to identify the influence of wastewater sediment as a component of asphalt on the content of heavy metals in soil in a model experiment. As the result of the work, the total content and mobile forms of heavy metals after a spill of the rainfall rate of one month were determined. We compared results with the threshold limit value standards.

Увеличение объемов потребления воды, как в хозяйственно-бытовой сфере, так и в производствах, сопровождается возрастанием объемов сточных вод. После определенной обработки осадки сточных вод (ОСВ) становятся весьма перспективным сырьем с широкой сферой применения. Однако, они представляют и угрозу для окружающей среды, как с экологической, так и с гигиенической точки зрения. Поэтому важно искать способы их применения и утилизации с минимальным ущербом для окружающей среды.

В Москве образуется большое количество осадков сточных вод автомоек, которые являются экологически небезопасными и не могут быть использованы для рекультивации загрязненных земель. Один из вариантов использования ОСВ с низким содержанием органических веществ – применение в качестве компонента при изготовлении асфальтовых смесей. При поиске подходов к утилизации или иного использования осадков сточных вод важно учитывать возможные последствия для окружающей среды.

Цель моей работы: Выявить влияние осадка сточных вод как компонента асфальта на содержание тяжёлых металлов в почвогрунтах в условиях модельного эксперимента.

В качестве объекта исследования использовались почвогрунты парка Зарядье.

Образцы почвогрунтов помещались в контейнеры одинакового объема, для которых была рассчитана годовая норма осадков в мл, исходя из среднемесячной нормы для Московской области.

Было поставлено три варианта эксперимента: с осадком сточных вод, с асфальтом, изготовленным по обычной технологии и с асфальтом, сплавленным с осадком сточных вод, а также контрольный (фоновый образец).

Каждый вариант эксперимента поставлен в 4-х кратной повторяемости. В работе определялось содержание подвижных (ацетатно-аммонийная вытяжка) и валовых форм тяжелых металлов (азотнокислая вытяжка) в почве.

В результате работы было определено валовое содержание и подвижные формы тяжелых металлов после пролива нормы осадков за один месяц. Было проведено сравнение с нормативами ПДК (ОДК), рассчитаны превышения над фоном и проведена оценка загрязнения почвогрунта.

В результате было показано, что через месяц воздействия смывов с асфальтов и осадка происходит загрязнение почвогрунтов, превышение нормативов ПДК (ОДК) для следующих элементов составило: медь (1.5 раза), марганец (2.9), свинец (1.4). Различия в вариантах опыта были незначительны.

Превышение относительно фона (исходного содержания ТМ в почвогрунтах парка Зарядье) составило для меди – 4.2 раза, для марганца – 5 раз, для цинка – 1.7 раз и для свинца в 5.6 раз. Суммарный коэффициент загрязнения Z_c составил 17.5, что соответствует умеренно опасной категории загрязнения.

Загрязнение обусловлено присутствием металлов в исходных компонентах асфальта и осадка сточных вод.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.А. Тимофеевой.

УДК 632.125

ОПЫТ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВА СП «ДОНСКОЕ»)

Н.Р. Крючков

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

nrkryuchkov@gmail.com

This research examines soil degradation rates with the help of physicochemical analysis, remote sensing and modelling. During field studies in July and August 2019, 131 samples were obtained for further examination. Such parameters as organic carbon content, soil density, the content of mov-

able phosphorus, pH, heavy metals and arsenic content, toxic salts, cationic capacity and exchanged potassium were assessed in each sample. The results were then compared to data received during a soil survey of the same sites in 1982. With the use of remote sensing and modelling, roughness, soil loss and productivity were calculated.

Деградация почвы является глобальной проблемой, вызванной многими факторами, включая нерациональную обработку почвы, несоответствующие севообороты, чрезмерный выпас скота, добычу полезных ископаемых, строительство и разрастание городов. Особую важность представляет оценка деградации почв современных сельскохозяйственных угодий, так как они являются основным источником продовольствия, гарантом продовольственной безопасности. Современные методы исследований позволяют произвести оценку степени деградации почв, сделать предсказания о развитии дегазационных процессов и склонности сельскохозяйственных угодий к ним.

В качестве объекта исследования были выбраны поля хозяйства СП «Донское» Калачёвского района Волгоградской области. Данное хозяйство является одним из передовых в регионе и получает существенную финансовую поддержку правительства Волгоградской области.

В рамках выполненной работы, произведена оценка степени деградации почв по данным физико-химического обследования, дистанционного зондирования и моделирования.

Для оценки степени деградации почв по физико-химическим свойствам, отбирались образцы почвы методом конверта с пробных площадок 10×10 м по регулярной сетке с шагом в 447 м. Всего отобран 131 образец пробы почвы. В отобранных образцах определялись следующие показатели: содержание органического углерода на анализаторе углерода, плотность – буром Качинского, подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину, pH водной вытяжки, тяжелые металлы и мышьяк, сумма токсичных солей, ЕКО по Бобко-Аскинази.

Образцы были отобраны в ходе экспедиции в июле-августе 2019 г. Для сравнения брались данные ГИПРОЗЕМа, полученные в результате проведения почвенного обследования в 1982 г. Для оценки степени деградации почв использовались Письмо Минприроды РФ от 09.03.1995 г. N 25/8-34 «О методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель» и Письмо Роскомзема от 29.07.1994 N 3-14-2/1139 «О методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель».

По данным дистанционного зондирования и моделирования оценивались такие параметры как расчленённость территории оврагами, потери почвенной массы и показатель продуктивности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-29-05021 мк «Экономика деградации земель и продовольственная безопасность регионов России».

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. кафедрой эрозии и охраны почв факультета Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова О.А. Макаровым.

УДК 631.10

СОДЕРЖАНИЕ Zn В ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

А.В. Кучеренко

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

The article presents the results of studying the content of Zn in Calcic Chernozem under different agricultural use. In the course of the research it was found that the content of the gross form of Zn in the soil profile of the Calcic Chernozem with different agricultural use does not significantly exceed the norms of the UEC and MPC. The amount of zinc down the profile decreases, indicating the influence of humus.

В земледелии почвы являются основным средством производства. Одной из важных характеристик, оказывающих влияние не только на почву, но и на развитие растения в целом, является содержание тяжёлых металлов. Среди большого количества химических элементов, фоновая концентрация которых необходима для живых организмов и сельскохозяйственных культур, особое место занимает Zn. Основные функции Zn в растениях связаны с метаболизмом углеводов, протеинов и фосфата, а также с образованием ауксина, ДНК и рибосом. Соединения этого металла являются одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды. При различном сельскохозяйственном использовании земельных участков меняется и содержание соединений металлов в почве, что может негативно сказаться на качестве получаемого урожая.

Полевые исследования проводили в ОАО «Янтарное» Мартыновского района Ростовской области (2018 год). Почва – чернозем южный

карбонатный среднemosный тяжелосуглинистый. На территории хозяйства с различными сельскохозяйственными культурами было заложено шесть полнопрофильных разрезов: 1801, 1805 – озимая пшеница; 1802, 1804 – виноградник; 1803 – чистый пар; 1806 – плодовый сад. Анализы образцов выполнены в лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ. Для определения валовых форм элементов использовали рентгенофлуоресцентный анализ.

В результате проведенных исследований установлено, что при возделывании различных сельскохозяйственных культур содержание валовой формы Zn в профиле чернозёма южного при различном сельскохозяйственном использовании находится в рамках нормы ОДК (ГН 2.1.7.2511 – 09) и ПДК (ГН 2.1.7.2041 – 06).

Наибольшее количество Zn выявлено в верхнем горизонте почвы под озимой пшеницей (117 мг/кг). Концентрация цинка в верхнем слое почвы (Ap и A) прежде всего отражает биоаккумуляцию этого элемента, а также современное антропогенное влияние. Под виноградником и пловым садом (черешня) в гумусовом горизонте выявлено меньшее количество Zn: 78 мг/кг и 84 мг/кг соответственно. Во всех почвенных профилях отмечается уменьшение количества цинка вниз по профилю, что согласуется с ранее проведенными исследованиями Н. Горбуновой и Н. Протасовой (2008) в условиях Центрального Черноземья и Е. Агафонова (2012) для почв Ростовской области. Авторы утверждают, что органическое вещество почв способно влиять на уменьшение или увеличение концентрации цинка.

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

УДК 631.45

ВЛИЯНИЕ ГУМАТА КАЛИЯ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ БУРЫХ АРИДНЫХ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Е.А. Маслова

Астраханский государственный университет, pro100-ekaterina@mail.ru

The resources and effectiveness of organic fertilizers can be significantly increased through the use of humic preparations based on various natural organic sources containing a large amount of humic acids. This work shows the high agroecological effectiveness of humic preparations on the humus state of Luvic Calcisol in the cultivation of melons in the soil and climatic conditions of the Astrakhan region.

Современная система земледелия невозможна без применения средств защиты и минеральных удобрений. Однако эффективность удобрений ограничена, есть некий предел, по достижении которого увеличение доз минеральных удобрений не приводит к повышению урожайности возделываемых культур. Ресурсы и эффективность органических удобрений могут быть значительно увеличены за счет использования гуминовых препаратов на основе различных природных органических источников, содержащих большое количество гуминовых кислот. В данной работе показана высокая агроэкологическая эффективность гуминовых препаратов на гумусное состояние бурых аридных почв при выращивании бахчевых культур в почвенно-климатических условиях Астраханской области.

Целью работы служило изучение влияния гумата калия на гумусное состояние бурых аридных почв Астраханской области при возделывании бахчевых культур.

Объект исследования – бурая аридная почва Енотаевского района Астраханской области. Бахчевая культура – арбуз (*Citrullus lanatus*) сорта «Атаман». Для исследования был выделен участок площадью 5148 м², находящийся в залежи 3 года, где производились отметки опытных делянок, с последующими обработками гуматом калия. Также был выделен участок с фоновой почвой.

Содержание гумуса в почвенных образцах до обработки гуматом калия на опытных участках на глубине 0–10 см составляло 0.45 %, а на глубине 10–30 см – 0.41 %.

После проведения опыта, содержание гумуса на глубине 0–10 см возросло на 0.11 % и составило 0.56 %, также увеличение гумуса наблюдалось на глубине 10–30 см на 0.07 %, что составило 0.48 %.

Сравнивая содержание гумуса в пахотном горизонте опытных участков и фонового заметно существенная разница. Содержание гумуса на фоновом участке значительно выше, чем его содержание на исследуемых полях. Это может быть связано с долгим отдыхом почв от возделывания сельскохозяйственных культур, а также роста на этих участках травянистой растительности, которая со временем разлагается и переходит в органическое вещество.

Использование препарата позволило увеличить общую урожайность арбуза. Наилучшие результаты оказали дополнительные подкормки растений с совместным применением минеральных удобрений в периоды вегетации. Гумат калия при использовании его на бурых аридных почвах зарекомендовал себя положительно. Постоянное использо-

вание гумата калия при выращивании сельскохозяйственных культур может положительно влиять на гумусное состояние почвы, что как никогда актуально для полупустынных и пустынных зон.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Л.В. Яковлевой.

УДК 631.412

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

А.М. Медведева

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
medvedeva.estelior@yandex.ru

This research evaluated differences in nitrogen content with using of various treatment systems. Results indicated that the distribution of ammonium in a profile of the haplic chernozem significantly does not depend on the used technology. However, the content of nitrate nitrogen with using resource-saving techniques was greater than with traditional tillage.

При возделывании сельскохозяйственных культур в Ростовской области в большинстве случаев используют технологию отвальной вспашки, однако такая обработка часто отрицательно влияет на долгосрочную продуктивность почвы из-за эрозии, потери органического вещества и элементов питания.

Целью нашей работы являлась оценка содержания нитратного и аммонийного азота при использовании различных агротехнологий в черноземе обыкновенном.

Объектом исследования был выбран чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке ЗАО им. С.М. Кирова Песчанокопского района Ростовской области. Согласно классификации почв России, это агрочернозем обыкновенный карбонатный теплый, кратковременно промерзающий. На территории хозяйства минимальная обработка почв используется с 2000 г, прямой посев – с 2008 г.

В течение 5-ти лет (2013–2017 гг), мы проводили экспедиционные исследования с целью определения влияния современных агротехнологий на состояние плодородия почв Нижнего Дона. В результате было заложено шестнадцать полнопрофильных разрезов: 7 – при использовании прямого посева (Semeato TDNG-420, Бразилия); 6 – мини-

мальная обработка на глубину 10–12 см (БДТ-3); 3 – отвальная обработка (вспашка на глубину 25–27 см, ПЛН-4-35), возделываемая культура – озимая пшеница. Как эталон, отобраны образцы почвы из пяти полно-профильных разрезов на целинном участке. Пробы почвы отбирали по почвенным горизонтам с последующим выделением среднего образца. Содержание нитратного азота определяли по методу Грандваль-Ляжу; аммонийного азота по ГОСТ 26489 в модификации ЦИНАО. Математическая обработка полученных результатов проводилась в программе STATISTICA 10.

Согласно полученным результатам, в органогенных горизонтах за все время исследования на глубине 0–30 см существенных различий в интенсивности процесса аммонификации не выявлено, содержание N-NH₄ при различных агротехнологиях составило 23.0–24.8 мг/кг. Статистическая обработка результатов указывает на то, что используемая технология обработки не оказывала существенного влияния на количество аммония.

Максимальное содержание нитратного азота отмечали при использовании ресурсосберегающих обработок (нулевая, минимальная). Общее содержание нитратного азота в слое почвы 0–30 см при минимальной обработке было на 5–7 мг/кг почвы больше, чем при вспашке. При длительном применении мелких обработок в севообороте наибольшее количество питательных веществ сосредотачивалось в верхнем горизонте (0–20 см), заметно снижаясь с глубиной, тогда как при вспашке нитраты распределялись более равномерно по всему профилю почвы. Отмеченная закономерность в распределении элементов питания связана с биологической разнокачественностью почвенных слоев при различных агротехнологиях. Полученные нами результаты, вполне объяснимы, поскольку интенсивность нитрификационных процессов в большей степени определяется гидротермическими условиями почвы (влажность и аэрация), а способ обработки почвы существенно влияет на водный, температурный режимы и микробиологическую активность.

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

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К РАЗМЫВАНИЮ ДОЖДЁМ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

А.В. Мищенко

МГУ им. М.В. Ломоносова, nast0896@mail.ru

The structural state is significantly affected by the processing methods. It is necessary to maintain a favorable structural state of soils. The practical use of rational tillage systems, taking into account soil and climatic conditions, will increase the efficiency of plant protection products.

To study the influence of agricultural technologies of different intensities on the structural state and resistance of Phaeozem to water erosion and blur by rain.

На структурное состояние почв и устойчивость к водной эрозии оказывают существенное влияние способы обработки. Необходимо поддерживать благоприятное структурное состояние почв. Использование на практике рациональных систем обработки почвы с учетом почвенно-климатических условий позволит повысить эффективность применения удобрений и средств защиты растений, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить качество получаемой продукции.

В качестве объекта исследования был выбран участок опытного поля по изучению адаптивно-ландшафтных систем земледелия ВНИИСХ Суздальского района Владимирской области. Опыт осуществляется по схеме – обработки: общепринятая отвальная, комбинированно-энергосберегающая, комбинированно-ярусная и противозрозийная; удобрения: контроль, 30 кг/га N, 60 кг/га N; культуры: чёрный и занятый пары.

Цель работы – исследовать влияние агротехнологий разной интенсивности на структурное состояние и устойчивость серых лесных почв Владимирского Ополя к водной эрозии и размыванию дождём.

Методы. Определение содержания гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91 Почвы, «Методы определения органического вещества», определение водопрочности агрегатов по методу Саввинова, моделирование дождя на Лабораторной дождевальной установке, определение реологических свойств почвы с использованием ротационного вискозиметра «РЕОТЕСТ-2».

В результате проведённой работы были определены критические скорости разбрызгивания почвы при разных способах обработки

для слоя 0–20 см. Критические скорости выше на занятом пару. Наибольшие скорости дал образец при отвальной обработке на черном пару и при энергосберегающей обработке на занятом пару. Определены реологические свойства почв при разных способах обработки. Показано, что на модуль упругости и вязкости способы обработки оказывают слабое влияние. Наименьшее сопротивление сдвигу серая лесная почва при энергосберегающей обработке. Оценено содержание Сорг в агрегатах разной крупности в серой лесной и серой лесной со вторым гумусовым горизонтом почвы в слоях 0–20 см и 20–40 см при энергосберегающей обработке. Показано, что в слое 0–20 см содержание гумуса в агрегатах разной крупности сильно варьирует, а в слое 20–40 см не имеет сильных различий.

В целом, наиболее благоприятная структура с преобладанием агрономически ценных агрегатов складывается при энергосберегающей минимальной обработке в слое (0–20 см), при общепринятой отвальной, комбинированно-ярусной и противозероэрозийной обработках распределение агрегатов по фракциям похоже по всем видам обработки. При противозероэрозийной и комбинированно-ярусной обработках высока доля крупных агрегатов (>10 мм) в пахотном и подпахотном слоях.

Работа рекомендована в.н.с., д.с.н. Д.В. Карповой.

УДК 631.841; 631.871

ДИНАМИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С БИОУГЛЕМ

М.А. Москвин

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Агрофизический научно-исследовательский институт»,

voron27_88@mail.ru

The presence of biochar in the Umbric Albic Luvisol had no significant effect on urease activity, while activity of catalase was significantly ($p < 0.05$) increased in an average of 1.2 times, as well as of peroxidase and polyphenol oxidase – in 1.1 times, basically during the changes in the physical properties of the soil, especially aeration. Calculation of the activity of polyphenol oxidase to peroxidase testified to strengthen of mineralization on 10–13 % for soils with biochar, compared to the treatments without biochar.

Биоуголь относится к классу карбонизированных веществ из-за общности характерного структурного элемента – атомной сетки циклически полимеризованного углерода, валентно соединённого между собой. Органическое вещество биоугля включает аморфные и кристаллические ароматические структуры, которые обладают кратко- и долговременной устойчивостью к биотической и абиотической минерализации.

Результаты многочисленных исследований показали, что биоуголь обладает высоким потенциалом к секвестированию атмосферного углерода в почвах, способствует улучшению их физико-химического, физического и биохимического качества и экологического равновесного состояния в окружающей среде. Различные технологические условия производства биоугля (тип биомассы, температура, скорость пиролиза) обуславливают различия в его биохимическом составе и структуре органического вещества и, как следствие, различия в его физических, физико-химических, гидрофизических, микробиологических и биохимических свойствах. Поэтому в настоящее время существуют неопределённости в научно-обоснованной оценке временной изменчивости и устойчивости биоугля в почвах.

Для обоснования эффективности использования биоугля необходимо четко представлять направленность его влияния на процессы, протекающие в почве. Биологическая диагностика почв по ферментативной активности позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров и делает возможным давать оценку протекания процессов при использовании различных агроприемов и предотвращать снижение плодородия почв.

С целью оценки влияния внесения биоугля в дерново-подзолистые почвы на временные изменения ферментативной активности изучались: уреазы (уреоамидогидролазы), каталазы ($H_2O_2:H_2O_2$ -оксидоредуктазы), пероксидазы (1,2,3-пирогаллол: H_2O_2 -оксидоредуктазы) и полифенолоксидазы (*O*-дифенол:кислород-оксидоредуктазы). Выбор данных ферментов обусловлен их высокой чувствительностью к различным воздействиям и значимостью в трансформации почвенного органического вещества, от которой зависит цикл азота. Определение ферментативной активности проводили посредством общепринятых стандартных методов.

Результаты исследований показали, что внесение биоугля в дозе 10 т га^{-1} не оказывало существенного влияния на динамику уреазной активности. В то же время активность изучаемых оксидоредуктаз в почве с биоуглем достоверно ($p < 0.05$) возрастала: каталазная активность в среднем в 1.15 раз, пероксидазы и полифенолоксидазы в 1.1 раз, что связано с изменением физических свойств почвы при внесении биоугля,

и, в первую, очередь азрации. Величина отношения активности полифенолоксидазы к пероксидазе свидетельствовала об усилении процессов минерализации гумусовых веществ в вариантах почвы с биоуглем на 10–13 %, по сравнению с вариантами эксперимента без биоугля.

Работа рекомендована к.б.н. Е.Я. Рижия.

УДК 630.161

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА
ГКУ «ЧУСОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» ЧУСОВСКОГО РАЙОНА
ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.А. Нилогова

Пермский государственный аграрно-технологический университет
elizaveta.nilogova@yandex.ru

The aim of this work was to study the physical and chemical properties of the soils of the forest nursery in the STI «Chusovsky Forest» in the Chusovsky district. The content of physical clay in the horizon AU is 59 %. The porosity of the soils is 53–68 %. The pH is from 3.8 to 4.6 throughout the profile.

The following indicators are also given: sum of exchange bases, hydrolytic acidity, cationic exchange capacity, humus content, the content of mobile forms of phosphorus.

Для создания лесных культур на землях лесного пользования, с целью воспроизводства высокопродуктивных насаждений хозяйственно-ценных главных пород, а также сохранения и повышения природоохранных и других полезных свойств леса применяют искусственное лесовозобновление. Проводимые мероприятия по обеспечению условий должны обеспечивать надежное и быстрое создание высокопродуктивных насаждений таких пород. Почва непосредственно влияет на формирование состава, строения и структуры насаждений, их продуктивность.

Объектами исследований являются почвы лесного питомника и плантации ГКУ «Чусовское лесничество» п. Калино Чусовского района Пермского края. Выращиваемая порода – Ель сибирская. Деревья на плантации находятся в возрасте 50 лет. Возраст молодняка в питомнике 3–5 лет. Для изучения почв было заложено 4 разреза, в том числе по одному разрезу в лесу и питомнике и 2 на лесной плантации. Площадь питомника была разбита на 4 элементарных участка, с каждого такого

участка был взят смешанный образец почвы. Исследования физических и физико-химических свойств были выполнены по стандартным методам.

Почвы питомника дерново-подзолистые. Почвообразующими породами для них служат делювиальные глины. Мощность горизонта A_2 в почвах питомника 5–14 см, что позволяет классифицировать почвы как дерново-мелко- и неглубокоподзолистые. Материнская порода залегает на глубине 50–60 см. Горизонт $A_{\text{пах}}$ имеет мощность 24–27 см.

Почвы питомника глинистые с содержанием физической глины в гор. $A_{\text{пах}}$ 47–52 %. Для питомников лесных культур наиболее благоприятными считаются супесчаные и легкосуглинистые почвы, более тяжелый состав почв требует дополнительных мероприятий по окультуриванию. Однако последнее внесение органических удобрений, в виде торфа, для улучшения структурного состава и улучшения плодородия почв питомника было выполнено в 1999–2000 гг. Тем не менее, физическое состояние пахотных горизонтов следует признать удовлетворительным: плотность $A_{\text{пах}}$ колеблется в пределах $0.9\text{--}1.1 \text{ г/см}^3$, порозность почв 60–63 % оценивается как отличная.

Исследуемые почвы имеют низкие значения рН 3.7–4.0. Емкость катионного обмена в $A_{\text{пах}}$ составляет 20–23 мг-экв./100 г, степень насыщенности поглощающего комплекса основаниями 75–86 %. Содержание гумуса характеризуется высоким варьированием (коэффициент вариации 39 %), в питомнике оно составляет 2.3–3.4 %, на плантации увеличивается до 3.0–4.5 %. Запасы гумуса в слое 0–20 см 45–47 т/га, что в отношении культуры ели характеризуется средней обеспеченностью. Содержание подвижных форм фосфора в питомнике низкое 10–13 мг/кг почвы и мало отличается от лесной почвы, где оно составляет 7–11 мг/кг почвы. На плантации содержание фосфора возрастает в слое 0–16 см до 56 мг/кг, вероятно, за счет биогенной аккумуляции.

Кислая реакция почвенных растворов и низкое содержание фосфора являются факторами, снижающих плодородие почв питомника. Для регулирования кислотности рекомендовано провести известкование в междурядьях. Дозы известковой муки, рассчитанные на сдвиг рН относительно оптимального значения 5.3, составляют 13 т/га.

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

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (Cu, Zn, Mn)
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ

С.В. Огородникова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
lalalala008@mail.ru

The article is devoted to the influence of fertilizers and trace elements on the growth and development of lawn grasses. The objects of research are pasture *Lolium perenne* and *Festuca rubra*. The results show that the introduction of fertilizers and trace elements into the soil has a positive effect on the development of red Fescue and leads to the growth of biomass by more than 2 times compared to the control.

На урбанизированных территориях подверженных сильному антропогенному воздействию в настоящее время проводится озеленение больших площадей с использованием газонных трав. Газоны должны иметь определенные качества: хорошую энергию прорастания, износостойчивость, засухоустойчивость, теневыносливость и т.д. Известно, что при закладке газона используют грунты на 70 % состоящие из торфа, и как правило, обедненные микроэлементами. Исследованиями [1] показано, что при выращивании газонных трав на таких грунтах растения страдают от недостатка микроэлементов. Поэтому важно изучить влияние микроэлементов на формирование травяного покрова, его качество и устойчивость в условиях мегаполиса. В литературе такие данные практически отсутствуют. Цель работы: изучение действия Cu, Zn, Mn на продуктивность и качественный состав газонных трав в условиях мегаполиса. Объекты исследования – райграс пастбищный (*Lolium perenne*) и овсяница красная (*Festuca rubra*).

Для оценки влияния микроэлементов был проведен вегетационный опыт, включающий в себя 10 вариантов различающихся между собой наличием удобрений (NPK) и микроэлементов. Опыт заложен в 3-х повторностях. Срезка биомассы проводилась 4 раза в течение вегетационного сезона через каждые 20 дней (рис.).

Расчет наименьшей существенной разности (НСР) показывает, что для всех укосов результаты взвешиваний биомассы вариантов в которые были внесены NPK и микроэлементы достоверно отличаются от контроля.

По результатам работы можно сделать вывод, что внесение в грунт NPK и микроэлементов, позитивно влияет на развитие овсяницы

красной и приводит к росту биомассы более чем в 2 раза по сравнению с контролем.

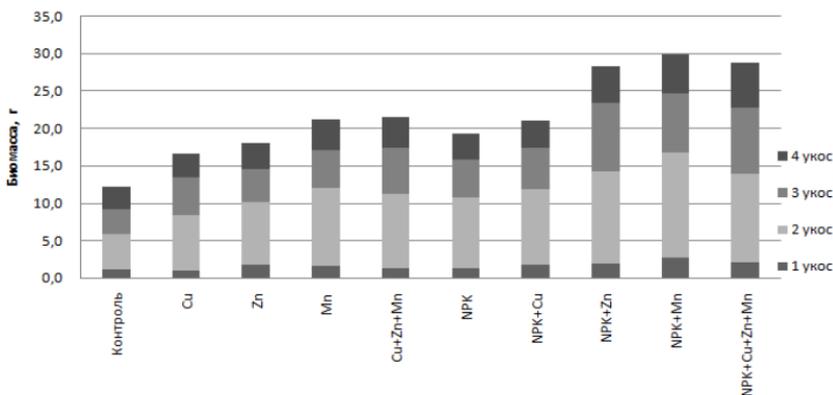


Рисунок. Результаты взвешивания свежей биомассы овсяницы красной для разных вариантов опыта.

Литература

1. Шурушин К.А., Большеева Т.Н. Эффективность минеральных удобрений при выращивании газонных трав на осушенных верховых торфяниках // Проблемы агрохимии и экологии. – № 3. – 2011. – С. 30–35.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.С. Егоровым.

УДК 631.4

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.Д. Петросян

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», Владимир, petrosyan_rafael@mail.ru

The results of studies on the creation of the first for the Russian Federation State Register of Soil Resources of the Vladimir Region are presented. The register is based on regional requests to increase the efficiency of use and protection of soil resources, improve the mechanism for paying land use, and improve the state cadastral valuation of land.

Почвы выступают объектами земельного и природоохранного законодательства, на которые распространяется конституционная норма совместного ведения РФ и субъектов РФ (статья 72 Конституции РФ).

Отмеченная особенность предьявляет необходимость развития почвенно-информационного обеспечения 2-х уровней – федерального и регионального. Цель доклада – представить первый для РФ государственный реестр почвенных ресурсов Владимирской области (далее – ГРПРВО).

ГРПРВО призван обеспечить почвенную нормативно-правовую основу регулирования комплекса земельных отношений для повышения эффективности использования почвенных ресурсов и их охраны, совершенствования механизма платности землепользования, стабилизации бюджетных доходов регионов, совершенствования государственной кадастровой оценки земель и др.

Этапы создания ГРПРВО включают: 1. анализ основных региональных государственных нормативно-правовых актов, содержащих нормы земельного права, регионального законодательства в области землепользования и охраны почвенных ресурсов, в соответствии с которыми формируется концепция ГРПРВО; 2. инвентаризацию данных о почвенных ресурсах региона (ЕГРПР, Госкомзем, и данные почвенных разрезов); 3. формирование базы почвенных данных, включая: а) номенклатурно-таксономическую детализацию атрибутивной информации (корреляция почв ГОСКОМЗЕМ с почвами ЕГРПР); б) геометрическую агрегацию контуров (природно-сельскохозяйственное районирование, агроклиматическое районирование, муниципальные образования, почвенная карта ЕГРПР) с дальнейшим образованием территориально почвенно-оценочных единиц; в) создание и описание цифровой модели почвенной базы данных; 4. оценку потенциала почвенных ресурсов на уровне субъекта: а) приоритетность вовлечения залежных земель в оборот; б) оценка потенциала качества почв под развитие с/х культур; в) паспортизация качества почв хозяйств региона; г) кадастровую оценку почв земель сельскохозяйственного назначения; д) выделение особо ценных земель.

Обсуждение ГРПРВО в администрации Владимирской области показало: 1. целесообразность использования данного продукта в управленческих решениях органов власти в области землепользования; 2. возможность его применения для целей почвенных исследований, мониторинга сельскохозяйственных земель в регионе; 3. целесообразность формирования на его основе государственных программ, проектов и др.

Работа рекомендована д.г.н. В.С. Столбовым.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА КУКУРУЗЫ
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ КАРБОНАТНОМ

Е.П. Пропастина, А.С. Зиборов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
prokaterina199920@gmail.com

The data on the study of the influence of heavy metals on the quality of corn grain are presented. The studies were carried out in 2017–2018, on the territory of the state section «Tselinsky» of the Rostov region.

Как известно, расширение сельскохозяйственной деятельности приводит к ухудшению экологической системы. Из-за этого значительные площади посева подвергаются воздействию токсичных веществ, которые негативно влияют не только на качество и количество урожая, но и имеют прямое отношение к проблеме здоровья человека и животных. Поэтому в условиях напряженной экологической ситуации необходимо контролировать количество природных токсикантов (Ni, Cd, Pb).

Полевые опыты проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории гос-сортаучастка «Целинский» Ростовской области в 2017–2018 гг. совместно с международным институтом питания растений.

Опытная культура – кукуруза (*Zea mays*). Предшественник – нут (*Cicer arietinum*). Почва – чернозем обыкновенный карбонатный средне-мощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Характеристика агрохимических показателей пахотного слоя: рН – 7.7; содержание гумуса – 3.22 %; аммонийного азота – 14 мг/кг; нитратного азота – 16 мг/кг; подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину) – 24 и 332 мг/кг соответственно. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос и калий хлористый, цинк сернокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1. N30P40 под предпосевную культивацию;
2. N9P40 под предпосевную культивацию;
3. N85P70K40 + Zn (обработка семян);
4. N17P70K40 + Zn (обработка семян).

Содержание кадмия, свинца и никеля в зерне кукурузы определяли в солянокислом растворе сухой золы с атомно-абсорбционным окончанием.

Математическую обработку экспериментальных данных выполняли с использованием компьютерных методов (пакет программ Microsoft Excel и Statistica 13.3).

Содержание Ni в зерне кукурузы в среднем за 2 года исследований колеблется от 0.53 до 0.67 мг/кг, что соответствует среднему уровню. По обобщенным данным, среднее содержание этого металла в зерне кукурузы – 0.84 мг/кг сухого вещества (Саеt, 1990). Содержание Pb варьирует в интервале от 0.21 до 0.27 мг/кг и не превышает ПДК (0.5 мг/кг). Содержание Cd в зерне кукурузы колеблется в интервале от 0.017 до 0.038 мг/кг. По сводным данным (Кабата-Пендиас и др., 1989), нормальное содержание Cd в надземной части растений составляет 0.05–0.6 мг/кг сухого вещества.

Установлено, что увеличение доз минеральных удобрений ведет, как правило, к незначительному повышению содержания Cd, Pb и Ni в зерне кукурузы. Их содержание можно представить следующим рядом: Ni>Pb>Cd. Полученное в опыте зерно кукурузы может использоваться в продовольственных целях, так как превышения гигиенических нормативов не выявлено. Таким образом, научно обоснованная система удобрений, используемая при выращивании кукурузы на черноземе обыкновенном карбонатном, позволяет получить экологически чистую продукцию.

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

УДК 631.438:631.4

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

И.С. Станилевич

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск,
istanilevich@mail.ru

In field experiments conducted on loamy sand Umbric Albic Luvisols, close negative correlations between the agrochemical indexes of soil and the accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr by plants were found. Ranges of soil humus, potassium, phosphorus, calcium and acidity providing minimum accumulation of radionuclides by crops are calculated.

На накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr растениями оказывают влияние агрохимические показатели почв: содержание гумуса, pH, содержание калия и кальция. Цель исследования заключалась в определении параметров

агрохимических показателей дерново-подзолистой супесчаной почвы, обеспечивающих минимум накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr растениями.

Исследования проводились путем отбора сопряженных образцов растений и почвы в производственных посевах Хойникского и Брагинского районов Гомельской области. Агрохимические показатели определялись по общепринятым методикам. Измерения удельной активности ^{137}Cs проводили спектрометрическим, ^{90}Sr радиохимическим методами. Коэффициенты перехода (K_p) радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в растения рассчитывались, как отношение удельной активности радионуклида в растении (Бк кг^{-1}) к плотности загрязнения почвы радионуклидом (кБк м^{-2}).

По результатам анализа растительных и сопряженных почвенных образцов, отобранных в производственных посевах, рассчитаны параболические зависимости между значениями рН, содержанием гумуса, подвижного калия, обменного кальция, и величиной накопления радионуклидов урожаем. На основании уравнений, полученных при квадратичной аппроксимации, рассчитаны значения агрохимических показателей, при которых отмечено минимальное накопление радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr растениеводческой продукцией. Содержание гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве, при котором отмечено минимальное накопление ^{137}Cs составляет для кукурузы – 3.15 %, тимофеевки луговой – 3.24 %, клевера лугового – 2.92 %, люцерны – 2.86 %; минимальное накопление ^{90}Sr для клевера лугового – 3.17 %, кукурузы – 3.06 %, люцерны – 3.62 %; тимофеевки луговой – 3.34 % и донника белого – 2.11 %. Содержание подвижного калия, при котором отмечено минимальное накопление ^{137}Cs зерновыми культурами находится в пределах 413–419 мг/кг, рапсом 454 мг/кг, картофелем 465 мг/кг, кукурузой 432 мг/кг, клевером луговым 506 мг/кг, люцерной 437 мг/кг, и донником белым 327 мг/кг. Значения рН, при которых отмечено минимальное накопление ^{90}Sr зерновыми культурами (озимая рожь, яровая пшеница, ячмень) находится в пределах 6.82–6.90, бобовых культур (клевер луговой, люпин, люцерна) – 6.09–6.52, рапса – 6.62, картофеля – 6.84 и кукурузы – 6.78. Содержание обменного Са, при котором отмечается минимальное накопление ^{90}Sr зерновыми культурами находится в пределах 1300–1400 мг/кг, рапса – 1195 мг/кг, кукурузы – 1236 мг/кг, картофеля – 1260 мг/кг, люпина – 826 мг/кг, донником белым – 926 мг/кг, люцерной – 1502 мг/кг. На долю почв с агрохимическими показателями, при которых отмечается минимальное накопление радионуклидов в продукцию растениеводства, приходится третья часть пахотных почв

Гомельской области. Таким образом повышая плодородие почвы можно снизить накопление радионуклидов растениями.

Работа рекомендована заведующим лабораторией мониторинга плодородия почв и экологии РУП «Институт почвоведения и агрохимии», д.с.-х.н. Ю.В. Путятиним.

УДК 579.26

СТРЕПТОМИЦЕТЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С МОКРИЦАМИ
ARMADILLIDIUM VULGARE И *PORCELLIO SCABER*

К.Г. Студинский

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

The streptomycetes associated with *Armadillidium vulgare* and *Porcellio scaber* were studied. A different ratio of sections in the intestine, on the surface and in the body of woodlice was revealed. The antibiotic activity of 18 strains of associative streptomycetes in relation to 8 test cultures was studied.

Роль ассоциативной микробиоты беспозвоночных в процессах питания, защиты от патогенов, жизнедеятельности и функционирования в почве остается дискуссионным вопросом (Бызов, 2003, Тиунов, 2007). Показано, что таксономический состав и физиолого-биохимические свойства пищеварительного тракта червей отличаются от почвенных (Бызов и др., 2015). Мокрицы участвуют в деструкции органического вещества и играют значительную роль в процессах почвообразования (Гонгальский и др., 2011), но малоизученным остается их микробиом и функциональные особенности. Цель работы – изучить таксономический состав и антибиотическую активность актиномицетов, ассоциированных с мокрицами. В работе использовались мокрицы *Armadillidium vulgare* и *Porcellio scaber*, отобранные на территории почвенного стационара МГУ. Актиномицеты рода *Streptomyces* выделялись из тканей, кишечника и поверхности мокриц. Идентификацию актиномицетов проводили по морфологическим признакам. Антибиотическую активность изучали методом агаровых блоков на тест-организмах: *Arthrobacter globiformis*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium* sp., *Rhodococcus erythropolis*, *Erwinia* sp., *Chromobacterium* sp., *Micrococcus* sp., *Xanthomonas* sp. Доминантами актиномицетного комплекса на поверхности изопод являлись стрептомицеты секции *Helvolo-Flavus* (77 %),

реже встречались представители *Albus* (11 %) *Cinereus* (9 %) и *Roseus* (3 %). В кишечниках, соотношение секций *Helvolo-Flavus* (26 %), *Albus* (27 %) и *Cinereus* (30 %) было примерно одинаково, в меньшем количестве присутствовала секция *Roseus* (17 %). В тканях мокриц доминирующей секцией являлась *Cinereus* (66 %), все остальные секции *Albus* (8 %), *Helvolo-Flavus* (17 %), *Roseus* (7 %) встречались реже. В контрольной почве доминировала секция *Albus* (53 %), остальные секции: *Cinereus* (26 %), *Roseus* (7 %) и *Helvolo-Flavus* (7 %). Из ассоциаций с изоподами выделено 18 штаммов стрептомицетов, ни один из них не подавлял рост *Erwinia* sp. Возможно это связано с тем, что протеобактерии образуют ассоциации с изоподами, известно, что последние питаются преимущественно грамположительными бактериями (Ihnen, Zimmer, 2007). Антибиотическая активность к остальным тест-культурам будет представлена на конференции.

Литература

1. Бызов Б.А. Зоомикробные взаимодействия в почве: дис. ... докт. биол. наук: М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2003. 322 с.
2. Бызов Б.А., Тихонов В.В., Нечитайло Т.Ю., Демин В.В., Звягинцев Д.Г. Таксономический состав и физиолого-биохимические свойства бактерий пищеварительного тракта дождевых червей // Почвоведение. 2015. № 3. С.308–316.
3. Гонгальский К.Б., Кузнецова Д.М. Фауна и население мокриц полуострова Абрау (Северо-Западный Кавказ) // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 8. С. 916–922.
4. Тиунов А.В. Метабиоз в почвенной системе: влияние дождевых червей на структуру и функционирование почвенной биоты: дисс. ... докт. биол. наук. М.: Институт проблем экологии и эволюции РАН, 2007. 284 с.
5. Ihnen K., Zimmer M. Selective consumption and digestion of litter microbes by *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidea) // *Pedobiologia*. 2008. V. 51. P. 335–342.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Т.А. Грачевой.

УДК 631.811.1:631.445.41+633.16

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО
И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

П.А. Сушкевич

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, dpa93@mail.ru

The theses present the results of studies on the influence of different forms of nitrogen fertilizers on the food regime of Luvic Chernozem and barley grain yield.

Целью исследований являлось изучение влияния азотных удобрений разных форм на содержание в почве минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия, а также урожайность зерна ячменя. Исследования проводили в 2019 году на черноземе выщелоченном малогумусном тяжелосуглинистом в полевом севообороте по следующей схеме: 1. Контроль (без удобрений) 2. N15P60K60 (фон), 3. Фон+ аммиачная селитра 4. Фон + сульфат аммония. В качестве удобрений на втором варианте использовали аммофос (N15P60) и хлористый калий (K60). На 3 и 4 вариантах доза азотного удобрения дополнялась до 60 кг/га действующего вещества соответственно аммиачной селитрой (34.6 % N) и сульфатом аммония (20 % N).

Как показали результаты исследований азотные удобрения оказали существенное влияние на запасы минерального азота в почве. Так если на контрольном варианте во время всходов запасы минерального азота были 111 кг/га, то при внесении N15 (2 вариант) – 133 кг/га, а при дозе N60 154 и 151 кг/га соответственно на варианте с аммиачной селитрой и сульфатом аммония. К уборке запасы минерального азота значительно снижались и различия по вариантам были уже незначительными (от 56 кг/га на контроле до 57–59 кг/га на удобренных вариантах).

Определение содержания подвижного фосфора в почве показало, что, во-первых, оно выше в слое 0–20 по сравнению со слоем 20–40 см, а, во-вторых, различия между контролем и удобренными вариантами гораздо менее ярко выражены чем по минеральному азоту. Так, во время всходов в слое 0–20 см содержание подвижного фосфора на контроле было 75 мг/кг почвы, на удобренных вариантах 76–79 мг/кг почвы, в слое 20–40 см эти показатели были соответственно 55 и 57–61 мг/кг почвы. К уборке содержание подвижного фосфора снижалось незначительно, а отмеченные закономерности по слоям почвы сохранились.

Внесение калийных удобрений оказывало более существенное влияние на содержание обменного калия. Во время всходов содержание обменного калия в контроле было 115 мг/кг почвы в слое 0–20 см, а при внесении калийных удобрений оно изменялось от 147 до 156 мг/кг почвы. В слое 20–40 см эти показатели были соответственно 108 и 121 – 132 мг/кг почвы. К уборке содержание обменного калия также, как и подвижного фосфора снижалось незначительно как в слое 0–20 так и 20–40 см.

Учет урожая в опыте показал, что удобрения оказали существенное влияние на его величину. Так если на контроле она была 19.8 ц/га, на фоновом варианте 28.2 ц/га, то при внесении полного минерального удобрения N60P60K60 – 31.6–33.5 ц/га. При этом сульфат аммония действовал эффективнее аммиачной селитры. Таким образом, удобрения оказали положительное влияние, как на пищевой режим чернозема выщелоченного, так и на урожайность зерна ячменя.

Работа рекомендована д.б.н. А.И. Илларионовым.

УДК 631.10

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ПРИБРЕЖНОЙ И ОСТРОВНОЙ ЧАСТЕЙ ДЕЛЬТЫ ДОНА

К.С. Сушко

Южный научный центр РАН, Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, kirkka@yandex.ru

The results of the study of alluvial soils of the Don delta are presented. Analyzed the factors affecting the properties and composition of soils. It is noted that at the moment in the region the anthropogenic water effect on the soils of the don Delta is increasing, which causes changes in the structure of the soil cover.

Дельта реки Дон представляет собой уникальную природную экосистему, которая характеризуется наличием практически не затронутых антропогенным воздействием эталонных ландшафтов, высоким биологическим разнообразием, наличием уникальных местообитаний. Дельта Дона участвует в формировании биоресурсного потенциала Азовского моря и Таганрогского залива, а также является резервом земельного фонда региона. Особую актуальность в исследовании почв региона обуславливает планируемое гидротехническое строительство на Нижнем Дону, что повлечет изменение твердого и жидкого стока.

Почвы островных и прибрежных территорий дельты Дона относятся к группе типов аллювиальных пойменных и дельтовых почв. Отличительной чертой почв является регулярное затопление паводковыми водами и отложением слоев аллювия. Периодическое затопление паводками и близость грунтовых вод обуславливают особенности водного режима и генезиса, что отражается в специфике их строения.

Объектами исследования стали почвы и грунты на островных и прибрежных частях дельты Дона (гирло Мериновое, гирло Кутерьма, гирло Широкое, река Мертвый Донец, ерик Церковный, гирло Свиное).

При зарегулировании речного стока Дона Цимлянским водохранилищем исчезла прерывистость и слоистость почвообразования. Паводки перестали промывать почвы дельты от солей, аккумулируемых в послепаводковые периоды из грунтовых вод. Повсеместно расширяются деградационные процессы засоления, осолонцевания, слитизации и др. Немалую роль играют антропогенные факторы среды, к которым относятся различные гидротехнические сооружения, стоки, пастбищная нагрузка и иные источники антропогенного воздействия.

При исследовании прибрежных и островных ландшафтов отбор почв и грунтов производился с использованием почвенного бура. Всего было заложено 11 шурфов на глубину 1.21–1.82 м. Образцы почв отбились послойно каждые 40 см. Всего было отобрано 37 образцов почв.

В результате проведенных исследований выявлено, что в настоящее время происходит перераспределение, а также изменение структуры песчаного аллювия по профилю почв дельты Дона. В почвенном профиле отмечаются четкие признаки гидрогенной аккумуляции веществ и дельтовых условий почвообразования. Физико-химические свойства аллювиальных почв связаны с условиями развития почвообразовательных процессов – поемного, аллювиального, дернового и глеевого. В структуре почвенного покрова дельты Дона произошли изменения – луговые и лугово-аллювиальные почвы крупных водотоков преобразовались в маломощные аллювиальные слоистые почвы, сформированные на пойменных и старичных песках, в результате заиления и перераспределения стоков твердых наносов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-05-80022 «Реконструкция и изменение палеоландшафтов в эпоху голоцена под влиянием природных и антропогенных процессов на примере акватории Таганрогского залива и прилегающего участка дельты Дона».

Работа рекомендована д.г.н., проф. Л.А. Беспаловой.

НАКОПЛЕНИЕ И ИНАКТИВАЦИЯ Zn В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ

А.А. Фролова, Н.П. Черникова, С.А. Антоненко,
Чаплыгин В.А., С.С. Манджиева, Г.О. Коркин

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

frolova1999lika@gmail.com

The arrival of high doses of Zn negatively affected the development and productivity of spring barley. The introduction of biochar into the soil at a concentration of 2.5 % allowed us to reduce the negative impact of the metal.

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием промышленности во всём мире усиливается загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами (ТМ) в масштабах, которые не свойственны природе. Они опасны своим кумулятивным действием и сохранением токсических свойств в течение длительного времени. В силу этого возрастание содержания ТМ в окружающей среде становится серьёзной экологической проблемой современности. Цинк является важнейшим микроэлементом для растений и опасным элементом при его избытке. Избыток цинка вызывает подавление роста растений, синтеза хлорофилла, деградацию хлоропластов, нарушение поглощения питательных элементов.

Объекты исследования – ячмень яровой двурядный (*Hordeum vulgare* subsp. *distichon* (L.) Koern.) сорта «Одесский 100» и верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного карбонатного мощного среднегумусного тяжелосуглинистого на лессовидных суглинках ООПТ «Персиановская заповедная степь» (Октябрьский район Ростовской области).

Методы исследования. Для выполнения поставленной цели был заложен модельный вегетационный опыт. В пластиковые сосуды ёмкостью 2 л с дренажем помещали по 2 кг почвы, просеянной через сито 5 мм. Схема опыта представляла собой: 1 вариант – контрольный образец с чистой почвой; 2 вариант – почва с добавлением водного раствора ацетата Zn в дозе 440 мг/кг; 3 вариант – почва с концентрацией 440 мг/кг Zn с добавлением 2.5 % от общего объёма почвы биоуголь крупной фракции 3–5 мм. Влажность почвы поддерживали на уровне 60 % полной влагоёмкости. Растения отбирали в фазу колошения и измеряли морфометрические показатели.

Результаты исследования показали, что загрязнение почвы Zn привело к уменьшению высоты растения, длины корня и длины листьев. В контрольном образце длина корня составила 18.61 ± 1.2 см, в загряз-

ненном образце – 15.4 ± 1.2 см. Высота растения на загрязненном варианте была на 47.6 % меньше, по сравнению с контрольным образцом. Внесение биоуголь оказало положительное воздействие на все показатели. Высота растения увеличилась на 7.5 %, длина корня и длина листа на 14.5 % по сравнению с показателями в загрязненном образце.

Таким образом, содержание Zn в почве, превосходящее ОДК, приводит к замедлению основных физиологических процессов растений. Внесение биочара в почву в концентрации 2.5 % позволило снизить негативное воздействие избытка Zn на ячмень.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента, № МК-2818.2019.5

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

УДК 631.43 (571.63)

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОЧАРА

А.И. Хохлова, А.В. Брикманс

Дальневосточный федеральный университет, anastasyach7@mail.ru

For the first time for agricultural soils in the south of Primorsky Region, a change in the particle size distribution is studied with the introduction of biochar as a variant of low-carbon meliorant in Luvisc Anthrosols sub-drainage and drainage-free systems. It is shown that when biochar is applied in different doses (1 and 3 kg/m²), the granulometric composition of soils is facilitated, which in the future will positively affect soil fertility.

Возникновение и развитие земледелия мотивирует изучение изменений свойств почв, перешедших из естественного состояния в агро-экосистемы и приобретших статус агрозёмов. При организации угодий и севооборотов решается вопрос о полном и рациональном использовании всех земель с целью получения максимального количества продукции при наименьших затратах средств и труда. Однако при систематическом возделывании сельскохозяйственной продукции почва подвергается колоссальной нагрузке, что оказывает негативное влияние на ее агрофизические свойства.

Объект исследования – почвы Приморской овощной опытной станции с овощным севооборотом с применением глубокого дренажа (120 см) и без дренажа. С 2018 г. в качестве мелиоранта для улучшения

физических свойств почв впервые внесли биочар (1 и 3 кг на м²) как структурный улучшитель для агропочв. В связи с этим целью исследования является изучение изменения физических свойств агропочв юга Приморского края при внесении биочара.

На контрольных участках (без вноса удобрений) были заложены опорные разрезы (агротемногумусовый подбел) с морфологией: AP (0–30 см) – агрогумусовый, темно-серый, тяжелосуглинистый, крупнопылеватый, переход четкий, граница ровная; E1 (30–49 см) – элювиальный отбеленный, серовато-белый с желтоватым и оранжевым оттенком, среднесуглинистый, тонкослоистый, марганцевые конкреции, осветляющие примазки, пятнистый, переход постепенный; BT1 (49–83 см) – текстурный, буро-желтовато-коричневый, плотный, глинистый, многопорядковая структура, много железистых стяжений, плотный, пластинчатый, вязкий, переход постепенный; BT2 (83–104 см) – текстурный, коричневатобурый, призматичной структуры, очень плотный, вязкий, глинистый, липкий.

Показано, что агроземы в 2017 г. по гранулометрическому составу являлись глиной легкой, сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе 47 %, в бездренажной системе 50 %. В 2018 г. в контроле, без биочара гранулометрический состав не изменился – глина легкая, сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе составила 49 %, в бездренажной системе 50 %. В дозе 1 кг биочара наблюдались незначительные изменения: гранулометрический состав из глины легкой перешел в суглинок тяжелый (сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе составила 50 %, в бездренажной системе 53 %). В дозе 3 кг биочара гранулометрический состав является суглинком тяжелым (сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе составила 52 %, в бездренажной системе 52 %). В 2019 г. в дозе 1 кг биочара гранулометрический состав является суглинком тяжелым (сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе составила 55 %, в бездренажной системе 54 %). При дозе 3 кг биочара гранулометрический состав является суглинком тяжелым (сумма фракций >0.01 мм в дренажной системе составила 57 %, в бездренажной системе 54 %).

Применение биочара в течение 2018–2019 гг. улучшило физические свойства почв, гранулометрический состав с глины легкой изменился на суглинок тяжелый.

Работа рекомендована д.г.-м.н., зав. лабораторией газогеохимии ТОИ ДВО РАН Р.Б. Шакировым.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА
В ПОЧВАХ ЗАЛЕЖЕЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Черкасов, В.П. Паршинская
Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, nickcherkanchez@mail.ru

In article we show the dynamics of soil organic matter in soils in the postacrogenic ecosystem of the Arkhangelsk Region. The dependence of the increase of soil organic matter in the soil on abandoned lands over time was revealed.

Вторая половина XX века ознаменовалась отрицательными тенденциями в развитии сельского хозяйства России. Архангельская область не стала исключением, где было заброшено около 200 тыс. га сельскохозяйственных угодий [1].

Со временем эти земли испытали на себе различные, повлиявшие на их изменение, процессы, такие как: зарастание лесом, заболачивание и др. Все они значительно отличаются от тех, что происходят на почвах, сформированных благодаря естественному развитию почвообразования. Исходя из этого, целью нашей работы является оценка динамики содержания гумуса в почвах на залежах Архангельской области.

Были отобраны образцы из пахотного горизонта подзолистых почв в Ленском и Холмогорском районах Архангельской области. В качестве контроля использовали естественные лесные массивы. В лабораторных условиях определяли содержание органического углерода (гумуса) по Тюрину [2]. Для статистической обработки полученных данных использовали пакет Excel.

С повышением возраста залежей до 80–100 лет содержание гумуса увеличивается до 4–6 % по сравнению с целинными почвами, где его доля составляет около 2 % (рис.). Это может быть связано с большим количеством травяного опада, на развитие которого повлияло внесение органических удобрений в период активного освоения земель. При этом низкое содержание гумуса в почвах пахотных угодий и в залежах молодого возраста обусловлено большим выносом сельскохозяйственными культурами питательных веществ и отсутствием возврата их в почву.

Таким образом, содержание гумуса в почвах Архангельской области на бывших сельскохозяйственных землях со временем увеличивается по сравнению с почвами естественных лесных массивов и залежами молодого возраста.

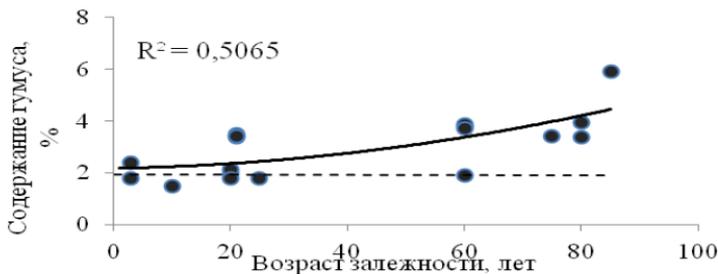


Рисунок. Динамика содержания гумуса (%) с возрастом залежей (пунктирной линией – среднее содержание гумуса на контроле).

Литература

1. Серый В.С., Минин Н.С. Заселение залежных земель в Архангельской области древесными и кустарниковыми породами // Экологические проблемы севера: межвуз. сб. науч. тр. 2009. № 12. с. 56–57.
2. Наквасина Е.Н. Агрохимические свойства почв: уч. пособ. Архангельск, 2009. 101 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.Г. Волковым.

УДК 631.4

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАСШТАБНЫХ УРОВНЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА КАК ФАКТОРА ГИДРОМОРФИЗМА ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

П.М. Шилов

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, pavelshilovv@gmail.com

Non-chernozem territory is a zone of risky farming with selective development of the most favorable lands. We performed spectral analysis of SRTM for the territory of the Non-Chernozem region for the aim of modeling soil hydromorphism. 26 % of the dominant hydromorphic soils is described by spatial variability of the glacial or water-glacial landforms with linear sizes of more than 210 km and their elements with sizes of 16–46 km.

Нечерноземье – зона рискованного земледелия с выборочным освоением очагов наиболее благоприятных земель. Диагностика степени пригодности земель для земледелия в пределах провинций и районов Нечерноземья сводится к описанию двух типов условий: 1. эдафических (плодородие, характеристики тепловлагообеспеченности); 2. социально-

экономических (например, таких как удаленность от крупных населенных пунктов). Данные условия образуют сложную мозаику распределения земель разного качества. В связи с этим предпринята оценка лимитирующих агроэкологических условий с индивидуальными факторами их дифференциации, например, с рельефом земной поверхности. Цель данной работы – выявить влияние пространственной организации рельефа на неоднородность гидроморфизма почв Нечерноземья. Объектом исследования является квадратный участок площадью более 700 тыс. км², охватывающий все центральное Нечерноземье Русской равнины. Почвенно-географическая характеристика гидроморфизма приведена из Единого государственного реестра почвенных ресурсов России. На основе спектрального анализа цифровой модели рельефа SRTM с разрешением 90 м выделены четыре уровня организации рельефа – структуры с четырьмя линейными размерами менее 16 км, 16–46 км, 46–210 км и более 210 км. Общий перепад высот в пределах каждого иерархического уровня сопоставлен с частотой встречаемости почв разной степени переувлажнения. Выявлено, что 26 % суммарного переувлажнения почв связано с пространственной изменчивостью макроформ рельефа ледникового или водно-ледникового генезиса с характерными размерами более 210 км и их элементов с размерами 16–46 км. Безусловно, пока данная модель обладает неполнотой, так как построена для описания изменчивости доминантной почвы без учета соотношения полугидроморфных и гидроморфных почв внутри контура.

Работа рекомендована к.г.н. Д.Н. Козловым.

УДК 54.062

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОБУФЕРНОГО ИНДЕКСА

ГУМИНОВЫХ СУБСТАНЦИЙ ПЕЛОИДОВ

М.А. Энгель, Я.Д. Каренских, А.О. Петрова

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России

mimi300601@mail.ru

The anthropogenic load on the biosphere caused the protective biosphere function of humic substances, which are able to absorb ecotoxicants of different structures. The protective function of humic substances, the main pool of which are humic acids, under chemical stress is provided by their ability to accumulate organic pollutants and heavy metals from the environment due to the manifestation of their adsorption and complexing properties.

Антропогенная нагрузка на биосферу обусловила протекторную биосферную функцию гуминовых веществ, которые способны поглощать экотоксиканты различной структуры. Защитная функция гуминовых веществ, главным пулом которых являются гуминовые кислоты, в условиях химического стресса обеспечивается их способностью аккумулировать из окружающей среды органические загрязнители и тяжелые металлы за счет проявления своих адсорбционных и комплексообразующих свойств.

Целью работы явилось исследование металлосвязывающих свойств гумусовых кислот (ГСК) пелоидов.

Объектами исследования являлись выделенные из иловых сульфидных грязей (пелоидов): гуминовые, гиматомелановые и гумусовые кислоты. В ходе эксперимента образцы этих высокомолекулярных органических веществ насыщали ионами цинка, свинца и кадмия путем осаждения 1.0 %-ными растворами соответствующих солей металлов (сульфата цинка, нитрата свинца, хлорида кадмия) с молярной концентрацией (1 М). Полученные осадки отделяли фильтрованием и промывали дистиллированной водой. По разнице количеств введенных ионов и содержанием их в фильтратах определяли количество металла, связанного с органическими веществами пелоидов. Содержание металлов в фильтрате определяли комплексонометрическим титрованием 0.1 М раствором трилона Б в присутствии ацетатного буфера с помощью микробюретки. В качестве металлоиндикатора использовали ксиленовый оранжевый.

Обработка результатов титрования позволила определить количество металлов, депонированных пелоидопрепаратами. Было установлено, что максимальная степень депонирования все субстанции проявляют относительно ионов магния, оставаясь в подвижном состоянии. Минимальная емкость обнаружена для ионов свинца, незначительные количества которого переводят гумусовые кислоты в неподвижные агрегаты, нивелируя тем самым токсический эффект ионов.

Таким образом, являясь природными лигандами, гумусовые кислоты обладают высоким сродством к ионам металлов, вызывая их иммобилизацию. Выяснено, что гумусовые кислоты пелоидов обладают природной избирательностью в отношении ионов-биогенов и ионов-токсикантов.

Литература

1. Аввакумова Н.П., Кривопалова М.А., Глубокова М.Н., Катунина Е.Е., Жданова А.В. Гуминовые вещества как регуляторы экологического гомеостаза // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2-2. С. 267–271.
 2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Т.1: Учебник / Под ред. Ищенко А.А. М.: Academia, 2018. 512 с.
 3. Катунина Е.Е. Экологическая и биохимическая активность гиматомелановых кислот пелоидов: дис. канд. биол. наук. Самара, 2007. 162 с.
 4. Шарло Г. Методы аналитической химии. М.: Химия, 1965. 538 с.
- Работа рекомендована к.х.н., доц. М.А. Кривопаловой и к.б.н., доц. Е.Е. Катунинной.

УДК 630.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ А.А. Яковлев, С.А. Суворов

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, artem95692@gmail.com

This article discusses the growth features of Siberian larch (*Larix sibirica* Led.) on Albic Luvisol. The characteristics of tree stands and soil conditions of the investigated areas are given.

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Led.) – одна из самых востребованных в хозяйственном плане и наиболее широко распространенная древесная порода на территории РФ. С целью увеличения запаса данной породы были проведены попытки интродукции в различных регионах лесной зоны, в частности в Ленинградской области. В данной работе обобщаются и анализируются опыты по созданию культур лиственницы сибирской на подзолистых почвах.

В качестве опытных участков были выбраны следующие объекты: 1. культуры Арнольда (расположенные в Лисинском УОЛ); 2. культуры в Орлинском лесничестве.

Культуры Арнольда были заложены в 1847 году проф. Ф.К. Арнольдом. В качестве обработки почвы использовалась перештыковка лопатой. Культуры создавались посадкой семян с размещением

1.42×1.42 м. Культуры в Орлинском лесничестве созданы в 1982 г. посадкой 2-х летних сеянцев с закрытой корневой системой с размещением 3.5×1 м. Таксационные характеристики насаждений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Таксационные характеристики культур на опытных участках.

№ участка	Состав/возраст	D _{ср} , см	H _{ср} , м	Запас на 1 га, м ³	Z ^M _{общ.ср.} , м ³ /ГОД
1	6ЛЦ ₁₇₀ 4С ₁₇₀ +Е+Пх	41	31	578	3.4
2	10ЛЦ ₄₀	23	17	83	2.3

Исследуемые культуры произрастают на окультуренных подзолистых почвах с различными агрохимическими показателями. Культуры Арнольда располагаются на модергумусной среднеокультуренной слабоподзолистой иллювиально-железистой суглинистой на моренном суглинке, насаждения в Орлинском лесничестве произрастают на модермульгумусной сильноокультуренной слабоподзолистой иллювиально-железистой суглинистой на валунном суглинке почве. Агрохимические характеристики приведены в табл. 2.

Таблица 2. Агрохимические показатели почв на опытных участках.

№ участка	Индекс и мощность горизонта, см	Гумус, %	pH _{H2O}	pH _{KCl}	NO ₃ , мг/100 г	CaCO ₃ , %
1	A ₁ 3–26	3.72	5.91	3.62	0.69	2.96
	A ₂ 26–41	1.23	5.96	3.82	1.24	2.52
	B _{fe} >41	0.85	5.91	3.91	0.73	1.20
2	A ₁ 2–34	5.14	6.79	5.64	2.03	2.64
	A ₂ 34–42	0.89	6.59	5.45	2.26	2.42
	B _{fe} > 42	0.46	7.00	5.10	2.27	1.76

В условиях Ленинградской области лиственница сибирская (*Larix sibirica* Led.) успешно продуцирует фитомассу на почвах с близкой к нейтральной реакции среды и с мощным гумусовым горизонтом, который на территории области встречается в основном на постагрогенных землях. Данные условия оптимальны для минерального питания древо-стоя.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Д.А. Даниловым.

Секция III

Геохимические потоки в почве

ESTIMATION OF THE CARBON CONTENT OF THE ECOSYSTEM
PARAMO NATIONAL PARK PODOCARPUS-ECUADOR

J.D. Quinde^{1,2}; G.I. Moreno^{3,2}; P.A. Álvarez^{4,2}

¹Universidad federal del Sur, juandar1994@gmail.com

²Nacional University of Loja

³Gent universiteit Belgium, gaby14290@gmail.com

⁴Karlsruher Institut für Technologie, pablo.alvarez@unl.edu.ec

The Paramo National park (NPP) form a neotropical high altitude ecoregion distributed mainly along the Andean mountain range in Peru, Ecuador, Colombia and Venezuela, extend between the upper tree-line and the perennial snow-border (3200 to 5000 meters above sea level). The paramos play a fundamental role in sustaining the lives of millions of people, providing essential ecosystem services as water production for urban use, irrigation and hydropower generation. Paramos soils and vegetation provide efficient forms of carbon storage and sequestration. In addition, the paramo has great potential of carbon storage, due to the low rates of mineralization and high recycling of nutrients, as a consequence of its low temperatures and constant rain.

The research was carried out with the purpose of quantifying the carbon retained in the soil of the park national park podocarpus NPP and its spatial distribution, for which 80 temporary plots of 1 m² were installed, to determine the carbon content in the soil, two samples of soil were taken, one disturbed to determine the carbon content in the soil by the modified method of Walkley and Black (1947) and the second sample in a Kopecky cylinder to determine the density Apparent and hydrophysical constants of the soil. In addition, was measured the thickness of the layer organic to determine its spatial distribution. The IDW interpolation method was used in the ArcGis 10.3 software.

As a result the average carbon content was 163.11 ha⁻¹, where the soil contributed 90 % of carbon with one with a high positive correlation ($r = 0.99$). Spatially the highest total carbon contents were found in the lake systems of the «Lagunas del Compadre», and the lowest contained in the north and south ends of the paramo ecosystem. The external variables that influenced its carbon content were: altitude ($rs = 0.45$), temperature ($rs = -0.47$), soil Hd % to CC (1/3 atm) ($rs = 0.64$) And the soil Hd % at Sat (0 atm) ($rs = 0.79$).

CHEMICAL COMPOSITION OF HUMIC ACIDS AS AFFECTED BY COMPOST APPLICATION

K. Bahenská

Česká republika, Mendelova universita v Brně
xbahensk@mendelu.cz

Compost is one of the important exogenous organic material, which is improving soil organic matter content and quality. The aim of this study was to evaluate changes in chemical composition and structure of humic acids after amending soil with compost. Pot experiments were carried out in Phytotron CLF PlantMaster (Wertingen, Germany). Regime is 20 °C for day, 18 °C for night, air moisture 65 %, duration of sunshine is 12 h, and intensity of lighting is 300 $\mu\text{M m}^{-1} \text{s}^{-1}$. Ratio of compost and soil was 1:20. Lettuce (*Lactuca sativa*) was chosen as the tested plant. After plant harvesting basic soil chemical properties were determined using standard analytical methods. HA were isolated according to the procedure of IHSS (International Humus Substances Society). CHNS elemental analyzer PE 2400 (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) was used for elemental composition characterization. DRIFT spectra were recorded on Nicolet Avatar 320 FT-IR spectrometer (Thermo Nicolet Corporation, Madison, WI, USA). A homogenous mixture of 100 mg HA samples and 300 mg dried KBr was used. Following absorption bands were determined: aromatic C=C groups at 1620–1546 cm^{-1} ; amido C=O groups at 1655–1654 cm^{-1} ; carboxyl C=O groups at 1720–1690 cm^{-1} ; aliphatic CH, CH₂, and CH₃ groups at 2942–2920 cm^{-1} ; and O–H groups at 3500–3200 cm^{-1} . Higher intensity of aliphatic C–H and O–H groups is evident – see Fig.

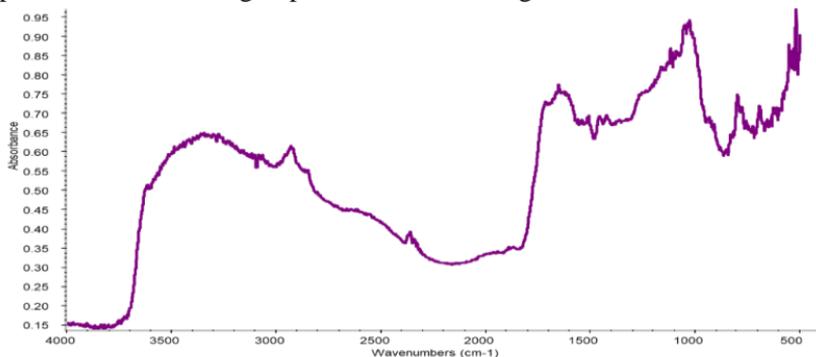


Figure. DRIFT spectrum of HA isolated from compost.

Acknowledgement: Project No QJ 181233 (NAZV, MZE).

The paper is recommended by Doctor of Biological Science, assoc. prof. L. Pospíšilová.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ
В ПОЧВАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ЛУАРЫ

А.А. Аверьянов, А.Г. Рюмин

Санкт-Петербургский государственный университет,
averianov.a.a@yandex.ru

The forms of copper compounds in the Loire valley vineyard soils were researched by the method of sequential fractionation of McLaren & Crawford in the modification of D.V. Ladonin. Among the forms of copper compounds, fractions associated with organic matter and with iron and manganese hydroxides predominate, the proportion of which increases with an increase in the total copper content.

В производственной практике винодельческой отрасли сельского хозяйства широкое применение находят пестициды, включающие в себя соединения меди. Они используются в качестве фунгицидов. Постоянное использование медьсодержащих препаратов приводит к ее аккумуляции в почве в токсичных для винограда концентрациях, что сопровождается ухудшением роста растений и вызывает хлороз, как следствие, сказывается на конечной продукции [1]. В условиях неблагоприятного для винодельческой отрасли океанического климата, способствующего развитию грибковых заболеваний виноградного растения, проблема производства экологически безопасной винодельческой продукции является одной из приоритетных задач для департамента Атлантическая Луара, на фоне реализуемого правительством Франции курса на сокращение использования пестицидов в сельскохозяйственной отрасли во Франции [2].

В современных исследованиях показано, что изучение только валового содержания тяжелых металлов в почвах является недостаточным. Делать выводы о вероятных процессах трансформации техногенных форм ТМ в почве и об их дальнейшей перспективе в данном случае затруднительно. Наличие разных форм соединений ТМ, отличающихся как по подвижности и биологической доступности для винограда, так и по механизмам их закрепления в почве, определяют уровень их экологической опасности и требует детального изучения. В настоящее время основными методами, позволяющими подробно исследовать поведение ТМ в почвах, являются методы определения группового (фракционного) состава их соединений [3].

Целью работы являлись геохимические исследования поведения тяжелых металлов в почвах виноградников долины реки Луары АОР Muscadet Cotes de Grandlieu (Франция) в бурых выщелоченных супесчаных почвах. Отбор проб производился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. В ходе исследования определялся фракционный состав соединений Cu, а также ее кислоторастворимые и подвижные формы в вытяжках 1 н HNO₃ и ацетатно-аммонийного буфера соответственно. В качестве метода экстрагирования была использована схема последовательного фракционирования McLaren & Crawford в модификации Ладонина Д.В. (McLaren, Crawford, 1973; Ладонин, 2006), обеспечивающая наименьшее перераспределение ТМ по фракциям в ходе проведения анализа и наименьшее вторичное поглощение.

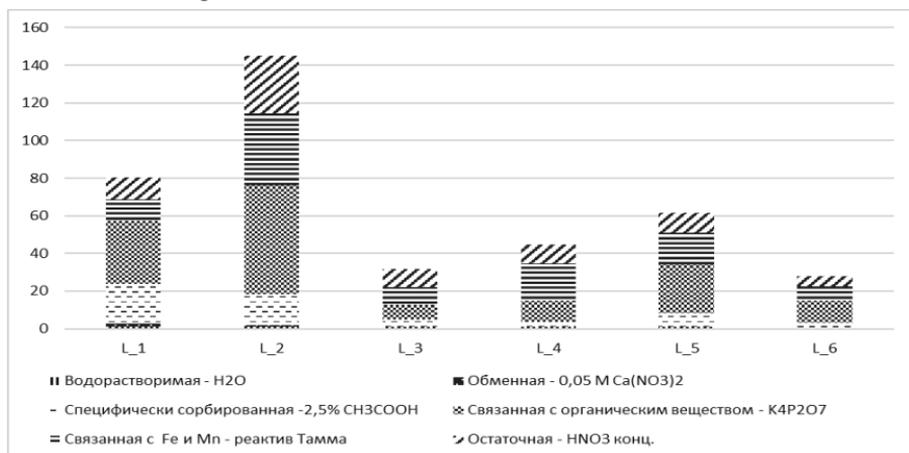


Рисунок. Фракционный состав соединений Cu в почвах виноградников Долины реки Луары (Франция), мг/кг почвы.

Полученные данные (рис.) свидетельствуют о том, что на исследуемых территориях виноградников концентрация меди находится в допустимых пределах. Максимальный показатель её валового содержания 145.13 мг/кг не превышает установленные во Франции нормативы в 300 мг/кг, NF U 44-051 (2006). Среди форм соединений меди преобладают фракции, связанные с органическим веществом и с гидроксидами железа и марганца (рис.), доля которых возрастает при увеличении валового содержания меди. Данные фракции включают в себя металлы, прочно скрепленные со своими фазами-носителями и не участвующие в миграционных процессах и биогенной аккумуляции без сильнодействующего внешнего воздействия на них или полного разрушения [3].

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 2016.

2. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Франции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agriculture.gouv.fr/lutilisation-des-pesticides-en-france-etat-des-lieux-et-perspectives-de-reduction/>, свободный – (18.01.1996)

3. Д.В. Ладонин. Методы определения фракционного состава соединений тяжёлых металлов в почвах. В кн. Теория и практика химического анализа почв. Под ред. Л.А. Воробьёвой. М., ГЕОС, 2006, с. 293–309.

Исследования проведены при поддержке ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» научного парка СПбГУ, проект № 108-11644.

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

УДК 631.95.631.85

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ ООО «СПК ПРИГОРОДНЫЙ»

М.А. Балбекина

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
maryabalbekina@mail.ru

In this study, a comparative environmental assessment of agricultural land was carried out. An improvement in ecological status was noted.

Почвы, являющиеся основными компонентами сбалансированных природных экосистем, находятся в динамическом равновесии со всеми другими компонентами биосферы, но в результате интенсивного использования почв в различной сельскохозяйственной деятельности они зачастую теряют природное плодородие (2). Экологическая оценка играет важную роль, так как она определяет уровень загрязнения природной среды, причины деградации земель, определяет уровень нарушения экологического равновесия в экосистемах, а также включает в себя оценку среды обитания человека в целом (1).

Целью данного исследования является оценка агроэкологического состояния почв земель сельскохозяйственных угодий ООО «Пригородный».

В задачи данного исследования входило: определение содержания в пахотном горизонте почв валовых форм тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, цинк, ртуть) и мышьяка; определение содержания

пахотном горизонте почв бенз(а)пирена; сравнительная экологическая оценка результатов с 2013 годом.; оценка эколого-токсикологического состояния почв по заявленным показателям на 2018 год.

Результаты лабораторных исследований проб почв на содержание валовых форм тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, цинк, ртуть), мышьяка и бен(а)пирена, свидетельствуют о том, что во всех проанализированных пробах содержание токсикантов ниже 1.0 ПДК (ОДК).

На всей обследованной площади почв сельхозугодий (100 %) отсутствует загрязнение по ртути, на преобладающей части обследованных земель (94 %) отсутствует загрязнение по меди и свинцу (87.1 %). На всей обследованной площади (10 %) имеет место загрязнение мышьяком в допустимых пределах (ниже ПДК) и примерно на половине обследованной площади имеет место допустимый уровень загрязнения по цинку (51.2 %) и по кадмию (55.7 %).

Содержание бенз(а)пирена в пахотном горизонте почв земель сельскохозяйственных угодий на обследованной площади находится ниже ПДК. Земли с таким содержанием бенз(а)пирена в пахотном горизонте относятся к категории загрязнения «допустимая».

В отличие от данных предыдущего обследования (2013 г.), при котором были обнаружены небольшие участки земель сельхозугодий с почвами, имеющими загрязнение выше ПДК по свинцу, мышьяку и бенз(а)пирену, по результатам эколого-токсикологического обследования почв на обследованной площади ни по одному из исследованных токсикантов не выявлено. Это свидетельствует о целенаправленной работе в хозяйстве по улучшению экологического состояния почв сельскохозяйственных угодий. Регулярно проводятся мероприятия по известкованию, внесению органических удобрений и другие.

Сельскохозяйственное использование обследованных земель не ограничено для возделывания всех культур. Однако, принимая во внимание, что наибольшая часть сельскохозяйственных угодий ООО «СПК Пригородный» непосредственно примыкает к черте города Санкт-Петербург, систематический мониторинг эколого-токсикологического состояния почв земель сельскохозяйственных угодий остается за хозяйством постоянно актуальным.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: ВО Агропромиздат.

2. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.В. Ельшаевой.

УДК 631.41

ПОГЛОЩЕНИЕ МЕДИ ЛУГОВОЙ ПОЧВОЙ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Т.В. Бауэр

Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону,
bauertatyana@mail.ru

The effect of changing the range of introduced concentrations of copper on its absorption by meadow soil was studied. As the range of applied concentrations expands, there is a significant decrease in the intensity of metal adsorption and an increase in the sorption capacity of the soil.

В последнее время необходимость оценки устойчивости почв приобретает все большую актуальность в связи с возрастающими техногенными нагрузками на окружающую среду. Исследование природы устойчивости почв по отношению к тяжелым металлам связано с изучением закономерностей поглощения загрязняющих веществ почвами при различном уровне техногенного воздействия. Цель работы – исследовать влияние диапазона вносимых концентраций меди на поглощение металла луговой почвой.

В качестве объекта исследования выбран верхний гумусовый горизонт (0–20 см) луговой тяжелосуглинистой почвы, характеризующейся следующими физическими и химическими свойствами: С орг – 4.3 %, рН – 7.5; ЕКО – 40.3 сМ(+)/кг; обменные катионы ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) – 38.1 сМ(+)/кг; CaCO_3 – 0.6 %; содержание физической глины – 55.8 %, ила – 32.0 %. В исследованиях использовали фракцию почвы меньше 1 мм в естественной катионной форме. К навескам почвы приливали десятикратные (по весу) количества растворов $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в интервале концентраций 0.05–1.0 мМ/л и 0.05–100 мМ/л. Суспензии взбалтывали в течение часа и оставляли на сутки в состоянии покоя, после чего фильтровали. Содержание металла в фильтратах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Количество поглощенных катионов Cu^{2+} рассчитывали по разности между концентрациями металла в исходном и равновесном растворе. Статистическую обработку результатов производили программы SigmaPlot 12.5 при доверительной вероятности 0.95.

Поглощение Cu исследуемой почвой из растворов нитратных солей металла в диапазоне вносимых концентраций от 0.05 до 100 мМ/л и 0.05 до 1 мМ/л описывается уравнением Ленгмюра:

$$C_{\text{ад}} = C_{\infty} K_{\text{л}} C_{\text{р}} / (1 + K_{\text{л}} C_{\text{р}}),$$

где $C_{\text{ад}}$ – количество поглощенных катионов, C_{∞} – величина максимальной адсорбции металла, $\text{мМ} \cdot \text{кг}^{-1}$; $C_{\text{р}}$ – концентрация металла в равновесном растворе, $\text{мМ} \cdot \text{л}^{-1}$; $K_{\text{л}}$ – константа Ленгмюра, $\text{л} \cdot \text{мМ}^{-1}$.

Расчитанные значения параметров адсорбции Zn существенно отличаются для низкого и высокого диапазона ее концентраций. С увеличением концентраций металла в диапазоне 0.05 до 100 мМ/л по сравнению с диапазоном внесения от 0.05 до 1.0 мМ/л константа $K_{\text{л}}$, характеризующая прочность связи металла с почвой, падает в 203 раза (с 103.7 ± 6.30 до $0.51 \pm 0.10 \text{ л} \cdot \text{мМ}^{-1}$). При этом величина максимальной адсорбции C_{∞} возрастает в 24 раза (21.38 ± 3.97 до $520.62 \pm 28.89 \text{ мМ} \cdot \text{кг}^{-1}$).

Таким образом, диапазон концентраций меди в контактирующих растворах влияет на параметры адсорбции металла почвой. По мере увеличения диапазона вносимых концентраций до высоких доз наблюдается значительное снижение интенсивности адсорбции металла и увеличение сорбционной емкости почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-60041.

УДК 631.4

ТРАНСФОРМАЦИЯ СВОЙСТВ БУРОЗЕМОВ ОПОДЗОЛЕННЫХ
И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ТИПИЧНЫХ ПОЧВ
В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛЕСАХ г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Т.Ю. Габерштейн

ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН
г. Екатеринбург, alseeda@mail.ru

In Retisols and Luvisols were studed morphology, density of addition, and particle size distribution in urban forests and outside the city.

Почвы в городской среде выполняют такие же функции, что и в естественных условиях, однако испытывают огромную антропогенную нагрузку. Такие почвы принято делить на естественные ненарушенные и антропогенно преобразованные, которые делятся на поверхностно и глубоко преобразованные. Последнюю группу – урбаноземы, пристально изучают несколько десятилетий. Естественным слабонарушенным почвам в городских условиях уделяется недостаточно внимания.

Для изучения изменений почвенного покрова были выбраны 14 пробных площадок в урбанизированных лесах г. Екатеринбурга, и 11 площадок за городом, на них были заложены почвенные разрезы, отобраны образцы по генетическим горизонтам и измерена мощность подстилки в десятикратной повторности. Исследуемые территории имеют сходные условия рельефа и растительности (сосновые леса II и III класса бонитета, средняя часть пологих склонов). В образцах почв были определены мощность, плотность сложения, гранулометрический состав (методом лазерной дифракции), содержание общего углерода (на приборе Multi C/N).

Наибольшее влияние урбанизации можно отметить в верхних горизонтах (подстилке и гумусовом слое). Вне города мощность подстилок была больше в 2 раза для буроземов оподзоленных и в 1.5 раза для дерново-подзолистых типичных почв, чем на городских площадках. Средняя мощность гумусового горизонта примерно одинаковая и составляет 7.7 ± 0.44 см, 7.6 ± 2.68 см для буроземов оподзоленных и 11.5 ± 2.14 см, 10.5 ± 2.19 см для дерново-подзолистых типичных почв за городом и в городских лесах, соответственно. В ходе исследований не было выявлено значимых отличий в плотности сложения гумусовых горизонтов на загородных площадках и в городских лесах. Это связано с тем, что выбранные площадки в городских лесах не затрагивают участков с хорошо развитой тропиной сетью, на которых другими исследованиями выявлена повышенная плотность сложения. Гумусовые горизонты загородных почв в основном представлены средним суглинком (значения физической глины изменяются от 30.7 % до 42.3 %), для урбанизированных территорий характерен более широкий разброс этой величины (от 27.7 % до 48.0 %). Показатели физической глины вниз по профилю для буроземов оподзоленных практически не меняются, а в дерново-подзолистых типичных наблюдается элювиальный вынос, как в городских лесах, так и за городом. Общий углерод вниз по профилю убывает. Среднее содержание углерода в урбанизированных лесах в гумусовом горизонте выше, чем в загородных (для буроземов оподзоленных 8.4 ± 2.9 и 5.95 ± 2.2 , для дерново-подзолистых типичных почв 7.7 ± 1.6 и 3.8 ± 1.0).

Таким образом, естественные почвы в городских лесах, подвергаясь механическому воздействию, сохраняют основные свойства, характерные зональным ненарушенным почвам и выполняют свои функции.

ХАРАКТЕР ВНУТРИПРОФИЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВИНЦА В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ ЯКУТИИ

А.Г. Гололобова, А.А. Габышева

Научно-исследовательский Институт прикладной экологии Севера
имени профессора Д.Д. Саввинова Северо-Восточного федерального
университета им. М.К. Аммосова, nuta0687@mail.ru

It explored three types of permafrost soils with low power of the soil profile: permafrost fawn-brown podzolized, permafrost fawn-brown and homogeneous non-gleyed cryozem. The experiment identified high correlation dependence of the lead content on humus values, as well as the average negative dependence on pH. The mineral horizons have the greatest sorption capacity.

В последнее время в связи с быстрыми темпами роста промышленного производства увеличивается содержание загрязняющих веществ в окружающей среде. Одним из наиболее токсичных поллютантов является свинец, который относится к самым высокотоксичным элементам (1 класс опасности). Свинцовая пыль оседает на поверхность почвы, адсорбируется органическим веществом, передвигается по профилю с почвенными растворами, но выносится за пределы почвенного профиля в небольших количествах.

Территория исследования находится на северо-западе Республики Саха (Якутия) РФ, в пределах Оленекского улуса, в 400 км к югу от побережья моря Лаптевых, на водоразделе рек Удя и Чимара. Объектом изучения послужили мерзлотный палево-бурый оподзоленный, мерзлотный палево-бурый и криозем гомогенный неоглеенный типы почв. Данные типы почв характеризуются небольшой мощностью почвенного профиля, мерзлотным водным режимом и наличием льдистой мерзлоты. Химико-аналитические работы проводились в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ общепринятыми методами в почвоведении.

Исследуемые образцы мерзлотных почв характеризуются среднекислой и слабокислой реакцией среды (рН 4.4–5.9). Содержание гумуса с глубиной почвенного разреза снижается. Наибольшее значение гумуса зафиксировано в верхних слоях мерзлотной палево-бурой оподзоленной почвы, наименьшее – в криоземе гомогенном неоглеенном.

Содержание подвижной формы свинца в мерзлотных почвах варьируется от 1.63 до 2.94 мг/кг. При этом его максимальное содержание

Pb отмечено в верхних слоях почвенного профиля. В мерзлотном палево-буром оподзоленном и криоземе гомогенном неоглеенном наблюдается увеличение содержания Pb в нижних горизонтах, что связано с прочной фиксацией органическим веществом. Доказательством связи свинца с органическим веществом является высокая корреляционная зависимость ($r = 0.91$ и $r = 0.96$ соответственно). При корреляционном анализе, также установлена средняя отрицательная зависимость содержания свинца от pH в мерзлотном палево-буром оподзоленном и криоземе гомогенном неоглеенном типах почв ($r = -0.67$ и $r = -0.81$ соответственно). В мерзлотном палево-буром типе почв корреляционная зависимость содержания свинца от pH и гумуса не зафиксирована.

По экспериментальным данным внутрипрофильной сорбции Pb наблюдается, что Pb максимально поглощается нижними надмерзлотными горизонтами (ниже 44 см), где степень сорбции достигает 94 %. На глубине 26–44 см свинец сорбируется значительно хуже (максимальная степень адсорбции 67 %). В верхнем органогенном и органоминеральном горизонтах свинец поглощается достаточно хорошо (85–88 %). Это связано с наличием биогенного и надмерзлотного геохимических барьеров в мерзлотных почвах.

Таким образом, по возрастанию содержания подвижных форм Pb исследуемые почвы можно расположить в ряд: криозем гомогенный неоглеенный < мерзлотный палево-бурый < мерзлотный палево-бурый оподзоленный. Установлена высокая корреляционная зависимость содержания свинца от значений гумуса и средняя отрицательная зависимость от pH. Минеральные горизонты обладают наибольшей сорбционной способностью.

УДК 631.416.8

СОДЕРЖАНИЕ ТОРИЯ-232 И РАДИЯ-226 В ПОЧВАХ ЛУЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

К.В. Голубева, А.А. Акатова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, ksyuk-golubeva@yandex.ru

The greatest activity of ^{232}Th and ^{226}Ra was found in alluvial soils. In Umbric Albic Luvisol formed on fluvioglacial sands, the content of ^{226}Ra was the lowest. The correlation between the content of radionuclides and organic matter, as well as phosphorus in soils and soil acidity was studied.

В почве присутствуют почти все известные в природе химические элементы, в том числе и радионуклиды, которые обуславливают радиоактивность почв. С агроэкологической точки большое значение имеет содержание естественных долгоживущих радионуклидов, ^{232}Th и ^{226}Ra . Их присутствие в почвах естественных экосистем может быть обусловлено составом почвообразующих пород и привносом с поверхностными водами. В почвах агроэкосистем их количество может быть увеличено за счет внесения удобрений.

Целью данной работы явилось определение зависимости содержания ^{232}Th и ^{226}Ra в почвах Лужской возвышенности от их агрохимических показателей. На Лужской возвышенности было заложено 6 разрезов и отобраны пробы из всех горизонтов. В табл. представлены данные, полученные для гумусового горизонта исследуемых почв: 1. дерново-среднеподзолистая глееватая обычная на моренном суглинке; 2. аллювиальная лугово-болотная среднесуглинистая на аллювии; 3. аллювиально-луговая среднесуглинистая на аллювии; 4. дерново-слабоподзолистая супесчаная иллювиально-железистая на флювиогляциальных песках; 5. дерново-слабоподзолистая глееватая обычная на моренном суглинке; 6. дерново-среднеподзолистая супесчаная контактно-глеевая на флювиогляциальных песках, подстилаемая моренным суглинком.

Таблица. Агрохимические показатели почв и содержание в них ^{232}Th и ^{226}Ra .

Почва	^{232}Th , Бк	^{226}Ra , Бк	C, %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅ , мг/кг
Разрез 1	47.1±7.7	39.0±19.0	0.42±0.12	4.63±0.02	14.6±1.2
Разрез 2	61.1±14	73.2±33.0	6.48±0.11	3.56±0.03	72.5±4.1
Разрез 3	62.0±9.5	50.6±23.0	3.24±0.10	3.75±0.03	7.5±0.9
Разрез 4	18.5±4.7	–	2.16±0.15	4.18±0.02	135.0±0.6
Разрез 5	30.0±5.1	28.6±9.2	1.44±0.32	4.62±0.02	15.4±1.0
Разрез 6	22.2±7.3	–	2.28±0.34	5.10±0.03	140.4±14.7
r (Th)			0.532	–0.713	–0.643
r (Ra)			0.928	–0.904	0.826

Наибольшей активностью ^{232}Th и ^{226}Ra характеризовались аллювиальные почвы, а в дерново-подзолистых почвах, сформированных на флювиогляциальных песках, содержание ^{226}Ra было ниже предела обнаружения гамма-спектрометра.

Методом корреляционного анализа было установлено, что между содержанием ^{226}Ra и исследуемыми агрохимическими показателями

существует тесная корреляционная связь. Увеличение содержания органического вещества и подвижного фосфора в почве, снижение почвенной кислотности способствовало увеличению содержания этого радионуклида в гумусовом горизонте.

Степень связи содержания ^{232}Th в почве с представленными агрохимическими показателями менее тесная. Наиболее выражена прямолинейная корреляционная зависимость между обменной кислотностью почвы и концентрацией ^{232}Th . Увеличение содержания подвижного фосфора в почве сопровождалось снижением содержания радионуклида в верхнем почвенном горизонте.

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.А. Ефремовой.

УДК 631.438: 631.445.2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ И ЦЕЗИЯ-137 В ПРОФИЛЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ САЛТЫКОВСКОГО ЛЕСОПАРКА ГОРОДА БАЛАШИХИ

Е.Н. Деревенец

МГУ имени М.В. Ломоносова, lizaderevenets@yandex.ru

Regressive-accumulative and eluvial-illuvial types of distribution of ^{137}Cs and natural radionuclides respectively were studied in soil profiles of Saltykovsky forest park. ^{137}Cs activity deposits caused by global fallout and are 1.8–3.3 kBq/m². Specific activity levels of natural radionuclides are 13.2–15.9 Bq/kg for ^{226}Ra , 12.8–17.4 Bq/kg for ^{232}Th , 306.0–359.5 Bq/kg for ^{40}K . The effective specific activity of natural radionuclides in the studied Umbric Albic Luvisol does not exceed 370 Bq/kg.

Почвы лесопарковых территорий часто используются в научных исследованиях в качестве фоновых, однако не всегда учитываются особенности их строения и свойств. Лесопарковые зоны выполняют важные экологические функции для всего города, в частности, выступают барьерами на пути воздушной миграции загрязняющих веществ. При этом свойства почв лесопарков могут претерпевать значительные антропогенные изменения. Актуальной задачей является изучение геохимических потоков и распределения естественных радионуклидов, а также возможного накопления техногенных радионуклидов в профилях почв лесопарковых экосистем.

Почвы Салтыковского лесопарка являются постлитогенными текстурно-дифференцированными дерново-подзолистыми типичными мелкими неглубокоосветленными легко- и среднесуглинистыми со слабо развитым профилем на флювиогляциальных отложениях (Классификации почв России, 2004), Albeluvisols Umbric (WRB, 2015). ^{137}Cs зафиксирован по всем точкам опробования в верхних горизонтах (0–30 см), удельная активность в слое 0–10 см составляет от 9.5 до 18.1 Бк/кг. Профиль распределения регрессивно-аккумулятивный, что является характерной чертой поведения этого техногенного радионуклида. Для ^{137}Cs отмечена неоднородность миграции в почве. В профиле сосново-березового биогеоценоза ^{137}Cs мигрировал до глубины 40 см, что может быть связано с локальной выраженностью биотурбационных процессов или антропогенными турбациями. Плотность загрязнения ^{137}Cs составляет от 1.8 до 3.3 кБк/м², что обусловлено глобальными выпадениями.

Для естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) отмечен элювиально-иллювиальный тип профильного распределения, однако степень его проявления различна. Данный тип распределения отчетливо выражен в профиле почвы, занимающей относительно пониженное положение в рельефе и имеющей наиболее контрастное изменение гранулометрического состава с глубиной. В исследованных почвенных профилях максимум удельной активности естественных радионуклидов зафиксирован в горизонтах ЕВ и В (20–40 см). Минимум отмечен в нижней части гумусово-аккумулятивного и подзолистом горизонтах и при переходе к почвообразующей породе на глубине 60 см. Такой характер профильного распределения связан с элювиально-иллювиальными процессами, протекающими в дерново-подзолистых почвах. Средние значения удельной активности в профилях составляют для ^{226}Ra – от 13.2 до 15.9 Бк/кг, для ^{232}Th – от 12.8 до 17.4 Бк/кг, для ^{40}K – от 306 до 359.5 Бк/кг. Данные значения ^{226}Ra и ^{232}Th в 2 раза ниже среднемировых уровней, ^{40}K – на четверть ниже. Эффективная удельная активность естественных радионуклидов, рассчитанная для горизонтов исследованных дерново-подзолистых почв, варьирует в диапазоне от 56.4 до 127.7 Бк/кг, не превышает 370 Бк/кг и не представляет радиационной опасности для населения и экосистем.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Д.Н. Липатовым.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ
НА ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА
«ПРЕДУРАЛЬЕ» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Е.А. Дзюба

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, aea_eco@mail.ru

The results of a study of the geochemical features of the soil cover on the territory of the Ural landscape reserve are presented. For research, 60 test sites were laid in various biotopes (birch forest; spruce forest; overgrown meadow; linden forest; aspen-alder forest; small-leaved forest; floodplain meadow; synanthropic meadow; pine forest; upland meadow) with different landforms (watershed plain; root slope; floodplain and floodplain terrace). In the course of laboratory studies, an agrochemical analysis of soils was carried out, the content of chemical elements was studied, and a correlation was made between them.

Ландшафтный заказник «Предуралье» общей площадью 2290 га занимает территории Кунгурского и Кишертского районов Пермского края. В ландшафтно-типологическом отношении территория заказника «Предуралье» объединяет несколько типов местности: пойменный, надпойменно-террасовый, приречный, долинно-балочный и плакорный. По типам почв территория представлена дерново-подзолистыми, дерново-карбонатными (каменистые), карбонатными и аллювиальными почвами.

Значения актуальной кислотности поверхностных слоев почв варьировали от кислой ($\text{pH} = 4.5$) до нейтральной ($\text{pH} = 7.3$). Потенциальная кислотность отражает подлинную реакцию среды кислых почв. В большинстве проб почв территории исследования выявили содержание карбонатов, эти почвы характеризуются как малокарбонатные. Поверхностные слои исследуемых почв показали высокие значения гидролитической кислотности. Значения суммы обменных оснований находятся на низком уровне. Величина ёмкости катионного обмена (ЕКО) варьировала от значений выше средней до очень высокой, что указывает на благополучное состояние этих почв. Высокие значения ЕКО свидетельствуют о наличии буферных свойств, способствующих сохранению устойчивости почв к деградации. Содержание органического вещества в поверхностных слоях почв на обследованной территории варьирует от низкого значения (0.5 %) до высокого (7.8 %). Для нескольких

почв характерно повышение содержания органического вещества в подповерхностном слое, в несколько раз превышающее значение этого показателя в гумусовом горизонте, что объясняется наличием водорастворимых углеводов, мигрирующих или захороненных в глубине профиля.

По результатам расчета суммарного химического загрязнения почв элементами все полученные значения находятся в пределах нормы (показатель суммарного химического загрязнения почв не превышает значения 5). По распределению химических элементов в почвах ландшафтного заказника «Предуралье» выделено шесть групп биотопов, схожих или отличных по рядам элементов:

1. Березовый лес, мелколиственный лес:

Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>V>Zn>Ni>Co>Pb>Cu>As;

2. Еловый лес, зарастающий лог, синантропный луг, сосновый лес: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>V>Zn>Ni>Co>Pb>As>Cu

3. Липовый лес: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>Zn>V>Ni>Co>Pb>Cu>As

4. Осиново-ольховый лес: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>V>Zn>Ni>Co>Pb>As

5. Пойменный луг: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>V>Zn>Ni>Co>Cu>Pb>As

6. Суходольный луг: Fe>Ti>Mn>Cr>Sr>V>Ni>Zn>Co>Pb>As>Cu

Из полученных рядов элементов видно, что типичным для всех является большее содержание Fe, Ti и Mn. На четвертом месте для всех групп стоит Sr, но в суходольном лугу его место занимает Cr. Осиново-ольховый лес замечен тем, что там не выявлено содержание Cu. Наиболее типичным, включившим в себя три биотопа, оказался ряд: Fe>Ti>Mn>Sr>Cr>V>Zn>Ni>Co>Pb>As>Cu.

По результатам корреляционного анализа можно выделить связи между содержанием некоторых химических элементов. Наиболее высокая зависимость отмечена для Fe с Ni и Co; V с Ni, Co и Fe. Средняя степень зависимости отмечена для Cu со Sr; Ni с Zn; Fe с Zn; Cr с Ni и Fe; V с Cr.

Работа рекомендована д.г.н., проф., зав. кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ С.А. Бузмаковым.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ КАШТАНОВЫХ
ПОЧВ И СОЛОНЦОВ ДАГЕСТАНА, СФОРМИРОВАННЫХ
В РАЗЛИЧНЫХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Дубовик¹, Н.Н. Каширская²

¹Воронежский государственный университет,

zhenya2708486@gmail.com

²ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

A significant decrease in enzymatic activity was detected in the degraded sandy soils of Dagestan. The loss of the upper horizon of clay soils led to an increase in phosphatase activity in the exposed upper layer of the illuvial horizon.

Выпас скота на пастбищах относится к основным антропогенным факторам, способствующим деградации сельскохозяйственных угодий в Терско-Кумской низменности. Целью данного исследования было оценить биологическую активность пастбищных почв Дагестана, сформированных на песках Терско-Кумской низменности (ключевой участок «Кочубей», северный Дагестан) и сравнить ее с биологической активностью пастбищных почв на майкопских глинах (ключевой участок «Буйнакск», центральный Дагестан). Среди пастбищных почв, подверженных интенсивному выпасу, но сохранивших верхний горизонт (умеренная деградация) на терско-кумских песках присутствовали как солонцы, так и каштановые почвы, а на майкопских глинах были обнаружены только солонцы. Интенсивный выпас привел к заметному снижению биологической активности: в солонце, сформированном на глинах, как фосфатазная, так и уреазная активность верхнего почвенного горизонта снизились в 1.5 раза по сравнению с каштановой почвой, где была отмечена незначительная степень деградации. В песчаных почвах умеренная деградация привела к такому же уменьшению уреазной активности, как и на глинах, при этом фосфатазная активность верхнего горизонта резко снижалась – в 4 раза в каштановой почве и в 17 раз в солонце. В нарушенных почвах со сбитым верхним горизонтом (максимальная деградация) как на песках, так и на глинах сохранялась высокая уреазная активность верхнего слоя. Пониженная фосфатазная активность верхнего слоя нарушенной песчаной почвы была сравнима с фосфатазной активностью верхних горизонтов песчаных почв умеренной деградации. В глинистой почве нарушение привело к неожиданному возрастанию фосфатазной активности, как мы полагаем, за счет внесе-

ния навоза в экспонированный верхний слой иллювиального горизонта, что привело к изменениям в структуре микробных сообществ.

Таблица. Ферментативная активность в верхних слоях песчаных и глинистых пастбищных почв Дагестана.

Пастбищные почвы (степень деградации)	Уреазная активность, мкг NH ₄ / г почвы час		Фосфатазная активность, мкг P ₂ O ₅ / г почвы час	
	пески	глины	пески	глины
Каштановые (незначительная)	227	510	86	99
Каштановые (умеренная)	159	–	22	–
Солонцы (умеренная)	149	307	5	64
Нарушенные почвы (максимальная)	196	308	12	358

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Борисовым.

УДК 631.46

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ
МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО
ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ
ЗАПОВЕДНИКА «БЕЛОГОРЬЕ»)

К.С. Душанова¹, П.А. Украинский²

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пущино, kamilla.dushchanova@gmail.com

²Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, ra.ukrainski@gmail.com

The state of microbial communities of Phaeozem in natural ecosystems in the reserved area and anthropogenically transformed ecosystems in the vicinity of the reserve were studied. A catenary approach was used. The catenas laid on the north- and south-facing slopes of the same steepness within same lithological conditions. Changes in soil properties were traced through different locations: watersheds, middle and lower parts of the slopes. The living and active biomass and catabolic diversity of microbial communities were estimated.

Исследовано состояние микробных сообществ в верхнем (0–10 см) слое серых лесных почв в антропогенно-преобразованных и естественных экосистемах на территории и вблизи заповедника «Белогорье» Белгородской области. В работе был использован катенарный подход. Изменения свойств почв оценивали в катенах на разных участках (водоразделе, средней и нижней части склона). Катены закладывали на склонах северной и южной экспозиции в однотипных литологических условиях: катена «Лес» на участке «Лес на Ворскле» и катена «Пашня» на близлежащей пашне.

Живую микробную биомассу оценивали по содержанию почвенных фосфолипидов. В почве катены «Лес» на водоразделе и нижней части склона она составляла около 2300 мкг С/г, 70 % которой была активной и давала дыхательный отклик на внесение глюкозы. В средней части склона живая микробная биомасса была в два раза ниже. В катене «Пашня» наибольшая живая микробная биомасса была выявлена в нижней части склона – около 1200 мкг С/г, а на водоразделе и средней части склона она составляла 55 и 48 % от этого уровня. Это указывает на то, что антропогенное влияние и аккумулятивно-эрозионные процессы снижают активность микробиологических сообществ.

Катаболическое разнообразие микробных сообществ оценивали методом мультисубстратного тестирования дыхательной активности (МСТ). Для МСТ использовали спектр низкомолекулярных субстратов 3-х групп: аминокислот (глицина, аланина, аргинина, гистидина, тирозина и цистеина), натриевых солей карбоновых кислот (аскорбиновой, лимонной, малеиновой, молочной, уксусной, щавелевой и янтарной) и углевода – глюкозы. Внесение аскорбиновой кислоты вызывало наибольшие дыхательные отклики микробных сообществ, самыми вариabельными оказались дыхательные отклики микробных сообществ на внесение янтарной кислоты, глицина, аланина и глюкозы, а дыхательный отклик на аргинин наиболее тесно коррелировал с микробной биомассой.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 17-06-00412.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Т.Э. Хомутовой.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЦЕЗИЯ-137 В ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ
МШИНСКОГО БОЛОТА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ

Е.Д. Иванов

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

In the three surveyed bog ecosystems the distribution of cesium-137 in the peat soil profile is regressive – accumulative. The maximum activity of cesium-137 is confined to the growing part of sphagnum moss, and further decreases with depth increasing.

Заказник «Мшинское болото», расположенный на территории Лужского и Гатчинского районов Ленинградской области, охватывает огромный комплекс верховых сфагновых болот ледникового происхождения, древесная растительность которых представлена болотной формой сосны обыкновенной. На карте радиационного загрязнения Ленинградской области цезием-137 в Заказнике Мшинское болото отмечена зона загрязнения с плотностью 1 Ки/км² [1].

Цель работы – провести оценку содержания цезия-137 в торфяной почве верховых болот расположенных в Заказнике «Мшинское болото» и его окрестностях.

Отбор образцов торфяной почвы проводился в следующих местах сбора.

I. Заказник «Мшинское болото». Содринское болото (N 59°08.302', E 030°21.813'). Мощность торфяной залежи в месте отбора проб составляет 1.4 м. Высота очеса сфагнового мха 10 см, пробы отбирались с шагом 10 см.

II. Заказник «Мшинское болото». Болото Озерное (N 59°03.589', E 030°17.626'). Мощность торфяных отложений 0.8 м.

III. Верховое болото, расположенное на середине дороги от ж.д. станции Чаша к садоводству «Волна». (N 59°04.775', E 030°25.527'). Мощность торфяных отложений 0.8 м.

Данные точки были выбраны для отбора проб, поскольку находятся в местах сбора садоводами дикорастущих съедобных грибов и ягод.

Образцы почвы были высушены в потоке теплого воздуха до воздушно-сухого состояния. Воздушно-сухая масса образцов торфяной почвы, позволяющая создать в измерительной кювете толстый слой, составила 10 г.

Определение суммарной бета-активности (Бк/кг) в сухих почвенных пробах проводили на радиометре бета-излучения «Бета». Детектор – газоразрядный счетчик торцового типа СБТ–10, расположенный в свинцовом домике. Идентификацию радионуклидного состава проб проводили методом сцинтилляционной гамма-спектрометрии.

Для указанных мест сбора были получены следующие результаты.

I. В живом очесе сфагнового мха на Содринском болоте активность 815 ± 62 Бк/кг, в верхней части торфяного горизонта от 0 до 10 см 344 ± 80 Бк/кг, ниже от 10 до 20 см 174 ± 54 Бк/кг.

II. Для болота Озерное эти показатели были следующие Очес 654 ± 81 Бк/кг от 0 до 10 см 371 ± 49 Бк/кг, ниже от 10 до 20 см 288 ± 68 Бк/кг.

III. Активность в очесе сфагнума 830 ± 83 Бк/кг, и далее снижается с глубиной.

Для сухого сырья растительного происхождения, предельно допустимая активность цезия-137 составляет 400 Бк/кг [2].

Для всех мест сбора активность в очесе сфагнового мха превышает установленный норматив, что характерно для района исследования. В трех обследованных болотных экосистемах распределение цезия-137 по профилю торфяной почвы носит регрессивно-аккумулятивный характер. Максимальная активность цезия-137 приурочена к очесу сфагнового мха, и далее снижается с увеличением глубины. Зеленый мох Сфагнум активно аккумулирует цезий-137 нарастающий верхней частью, вовлекая его в биогенный круговорот.

Данные о распределении цезия-137 по профилю торфяной почвы используются для расчета коэффициентов накопления радионуклида дикорастущими съедобными грибами и ягодами.

Литература

1. Ленинградская область. Карта радиоактивного загрязнения местности (цезием – 137). 1:200 000. СПб.: КПЦ «Ленлес». 1992. 30 листов карт.

2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов // Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. Утв. главным государственным санитарным врачом РФ 6 ноября 2001 г., с изменениями от 31 мая 2002 г., 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.

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

УДК 631.412

ПЕРЕНОС ВЛАГИ И РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВАХ
РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ
МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Д.А. Ильина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
ilina.daria0107@gmail.com

In this research it is planned to examine dynamics of soil moisture movement in soil samples depending on their granulometric composition and disruption or non-disruption of their spatial organization. During the plowing, soil pore space is disturbed, which affects transport and conducting functions of the soil. Knowledge of the relationship between pore space structure and water permeability may be significant for soils fertility and toxic substances transfer management.

В работе планируется рассмотреть различия в динамике передвижения почвенной влаги в почвенных образцах в зависимости от их гранулометрического состава и нарушенности или ненарушенности их пространственной организации. Вспашка разрушает поровое пространство почвы, что ведёт к изменениям в процессах массопереноса в пахотном горизонте. Сравнительный анализ передвижения влаги и растворенных веществ в почвах с нарушенным и ненарушенным поровым пространством позволяет изучить связь формы и ориентации порового пространства со структурностью и водопроницаемостью. От строения порового пространства зависит плодородие почвы, а также динамика переноса и накопления токсичных веществ в почвенной толще.

Целью работы является исследование влияния пространственной организации твердой фазы почв разного гранулометрического состава на их транспортные и проводящие функции.

Были поставлены следующие задачи: изучить некоторые физические и химические свойства почв (ρ_s , ρ_b , гранулометрический состав, содержание углерода, структура); оценить динамики фильтрации влаги; определить параметры массопереноса; провести анализ пространственной организации почв.

Объекты исследования: дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава из Тверской и Московской областей, урбано-земы разного гранулометрического состава с территории метеостанции МГУ и из г. Майкоп, Республика Адыгея.

Методы исследования: эксперимент с последовательной фильтрацией воды и КС1 через почвенную колонку с получением выходных кривых и динамики коэффициента фильтрации; определение гранулометрического состава методом пипетки и методом лазерной дифрактометрии; определение плотности твердой фазы почв; исследование структуры методами сухого и мокрого просеивания; изучение порового пространства почв (ОГХ).

Литература

J. Bouma. Soil morphology and preferential flow along macropores // *Agricultural Water Management*. 1981, № 4, с.235–250.

Скворцова Е.Б. Строение порового пространства как геометрический показатель почвенной структуры// *Почвоведение*. 2008, № 11, с. 1354–1361.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой.

УДК 631.10

ТЕМПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДОСЕДИМЕНТОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ БАССЕЙНА РЕКИ ЛОКНА

Т.С. Кошовский, М.М. Иванов, О.Л. Комиссарова, Д.В. Фомичева
МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет
tkzv@ya.ru

Colluvial soils were studied at the positions of the steep slopes of the beam, at the bottom of the beam, on the high, medium and low floodplains of the Lokna River. Morphological features are shown and the rates of their formation are compared.

В почвенном покрове агроландшафтов Среднерусской возвышенности распространены педоседименты – почвенные образования, сформированные из гумусированного материала, привнесённого водными или ветровыми потоками с иных ландшафтно-геохимических позиций. Исследование педоседиментов имеет существенное значение для характеристики денудационно-аккумулятивных структур почвенного покрова, оценки миграции и аккумуляции в ландшафтах органического углерода и биогенных веществ, а также мигрирующих с поверхностными потоками поллютантов. Объекты исследования располагались в бассейне р. Локна, характеризующегося высокой степенью распаханности.

Педоседименты изучены на задернованных крутых склонах балок, сухом днище балки, в поймах рек.

Намытую за пахотный период гумусированную толщу выделяли по комплексу морфологических признаков. Такими признаками служили: повышенная мощность гумусированной части профиля, превышающая средневодосборные значения на величину, большую стандартного отклонения, наличие тонких прослоев субгоризонтальной направленности в профиле почвы, однопорядковая мелкокомковатая или чечевицеобразная структура, рыхлое сложение, местами с понижением плотности с глубиной, присутствие артефактов. Мощность намытого слоя и темпы аккумуляции за последние 30 лет определялись с использованием радиоцезиевого метода.

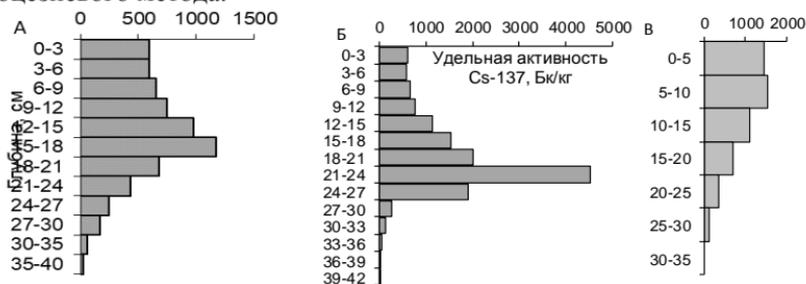


Рисунок. Профильное распределение Cs-137 в исследованных педоседиментах.

На задернованных крутых бортах балки скорость аккумуляции твердофазного материала составила от 1 до 5.0 мм/год (рис. А). Темпы аккумуляции на склонах зависели от конфигурации напашы – вала на границе пашни. Наибольшие темпы обнаружены в позициях, расположенных под участками с частым переливом потоков через напашь: внутрисклоновыми ложбинами, местами со сменой направления границ пашни относительно горизонталей рельефа. В сухом днище балки мощность аккумуляции составила от 3.5 до 5.8 мм/год, при этом повышенная мощность выявлена для участков с более широким днищем и с меньшими уклонами. В пойме реки Локна темп аккумуляции составил 0.7 мм/год для высокой (рис. В), 1.7–2.3 мм/год для средней и 6.7–7.0 мм/год для низкой (рис. Б) пойм.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 18-35-00654 мол_а.

УДК 631.42

СВОЙСТВА ПОЧВЫ ЗЛАКОВОГО ЛУГА ГОРНОЙ ТУНДРЫ ХИБИН ПОД ТРАВЯНОЙ И КУСТАРНИЧКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

В.О. Лифанова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, lifan02@mail.ru

Ericoid mycorrhizal shrubs have a great influence on the soil properties. This is most clearly seen in the mountain tundra, under adverse climatic conditions.

В составе тундровых луговин Хибин, в которых доминируют травы с арбускулярной микоризой, из-за постепенного изменения климата, предположительно, происходит смена растительных ассоциаций [1]. Увеличивается доля вересковых кустарничков с эрикоидной микоризой, обычно поселяющихся в условиях низкой доступности элементов минерального питания, которые обладают большей, чем травы с арбускулярной микоризой, ферментативной активностью [2]. Микоризные грибы вересковых, выделяя в почву гидролитические и окислительные ферменты, воздействуют на процессы трансформации соединений углерода и азота, беря на себя существенную роль в обеспечении минерального питания растения и являясь гарантией приспособления и выживания вересковых в неблагоприятных климатических условиях [3].

Большой интерес представляет возможность проследить результат действия активности эрикоидной микоризы на имеющемся фоне функционирования растений с арбускулярной микоризой. Были изучены некоторые свойства почвы горно-тундрового злакового луга на участках со злаковой растительности (контроль) и кустарничками (черника, голубика, брусника, вороника). Образцы почв в каждом случае брались с глубины 0–5 см в десяти повторностях. Район исследования находится на территории Полярно-альпийского ботанического сада-института имени Н.А. Аврорина (Мурманская обл.).

Установлено, что эрикоидная микориза кустарничков в составе фитоценоза злакового луга оказывает влияние на почвенные свойства, увеличивая содержание подвижного минерального и органического фосфора, экстрагируемого органического азота, соотношение $C_{\text{микр}}/N_{\text{микр}}$ и уменьшая содержание нитратов, активности минерализации органических соединений азота и нитрификации, а также соотношения C/N и C/P в экстрагируемом органическом веществе. Предположительно, высокое содержание органического азота и более низкие ак-

тивности его минерализации и нитрификации в почве под кустарничками с эрикоидной микоризой, в сравнении с почвой под травяной растительностью с арбускулярной микоризой могут свидетельствовать о разном предпочтении в источниках азотного питания растений с разным типом микоризы.

Литература

1. Post E., Forchhammer M.C., Bret-Harte M.S. et al. Ecological dynamics across the Arctic associated with recent climate change // *Science*. 2009. V. 325.

2. Read D.J., Leake J.R., Perez-Moreno J. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes // *Can. J. Bot.* 2004. V. 82.

3. Smith S.E., Smith F.A. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales // *Annual Rev. Plant Biol.* 2011.V. 62.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедрой общего почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова М.И. Макаровым.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ ЛЕДНИКОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.В. Мингареева

ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск

Elena.mingareeva@yandex.ru

The content of natural radionuclides in samples of soil-forming rocks of glacial origin was investigated. Significant correlation relationships between the content of natural radionuclides and pH, as well as with the content of different fractions of particle size distribution, were revealed. A significant scatter (coefficient of variation) of the specific activity of radium-226 and thorium-232 in the studied types of parent rocks was noted.

В почве всегда содержатся естественные радионуклиды (ЕРН). В почву они поступают как «извне» (например, с атмосферными осадками и минеральными удобрениями), так и наследуются от почвообра-

зующей породы. В зависимости от типа почвообразующей породы (ПП) почва наследует не только количественный и качественный состав ЕРН, но и определенные физические и физико-химические свойства (гранулометрический состав, кислотность, наличие геохимических барьеров и др.), которые в свою очередь могут существенно влиять на распределение ЕРН по профилю почв. Также мы можем получить представления об удельной активности ЕРН в почве на ее начальной стадии развития [1]. По представлению Е.М. Самойловой: «почвообразующую породу можно рассматривать как начальное состояние почвенной системы, как почву в нулевой момент времени» [2].

Целью работы явилось исследование содержания естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) в почвообразующих породах, образование которых связано с ледниковой деятельностью.

Образцы отбирались на территории Ленинградской Новгородской, Псковской и Вологодской областей. Образцы представлены различными литологическими типами: ледниковые (морена), озерно-ледниковые (ленточные и звонцовые глины) и водно-ледниковые отложения.

Пробоподготовка и последующий анализ образцов проводились однотипно и по общепринятым методикам, описанным в руководстве Л.А. Воробьевой [3]. Удельную активность (R_A , Бк/кг) радионуклидов определяли методом гамма-спектрометрии во Всероссийском научно-исследовательском институте радиологии и агроэкологии [4]. Для статистического анализа были рассчитаны: среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ), коэффициент вариаций ($V\sigma$, мера относительного разброса случайной величины, по которой можно судить о неоднородности рассматриваемой совокупности) [5].

Гранулометрический состав образцов пород варьирует в широких пределах – от связных песков (водно-ледниковые отложения) до тяжелых глин (озерно-ледниковые). Преобладающими фракциями в моренах и водно-ледниковых отложениях являются средний и мелкий песок (0.25–0.05 мм) и крупная пыль (0.05–0.01 мм), а в озерно-ледниковых отложениях – мелкая пыль и ил. Содержание фракции ила изменяется в очень широком диапазоне – от 1 до 57 %. Реакция среды варьирует от кислой (4.9) до щелочной (8.3). Наиболее высокие значения рН (щелочные) отмечены в моренных отложениях и звонцовых глинах.

Таблица. Результаты статистической обработки данных удельной активности ЕРН.

Радио- нуклид	Кол-во образ- цов (N)	Среднее значение (M) и стандартное отклонение (σ) R_A	Диапазон удельной активности (R_A)	Коэффициент вариаций ($V\sigma$)	Диапазон значений pH водной суспензии	Диапазон содержания фракции	
						<0.001 мм	<0.01 мм
	Ед.	Бк/кг		%		%	
Ледниковые отложения (морены)							
²²⁶ Ra	13	21.5±7.7	13.4–36.0	35.7	5.5–8.3	7–34	27.5–73
²³² Th		33.7±9.4	18.9–49.0	27.8			
⁴⁰ K		711±148	417–890	20.8			
Озерно-ледниковые отложения							
²²⁶ Ra	7	30.2±10.7	22.0–50.0	35.3	5.1–7.9	16–57	61–94
²³² Th		51.2±8.8	37.0–60.8	17.1			
⁴⁰ K		857±219	470–1043	25.5			
Водно-ледниковые отложения							
²²⁶ Ra	5	13.1±6.7	5.1–22.4	51.6	5.3–6.6	1–15	6.5–24
²³² Th		21.8±12.9	11.3–41.0	59.1			
⁴⁰ K		507±152	384–770	30.1			

Статистический анализ полученных данных выявил ряд особенностей в распределении R_A ЕРН (табл.). Так, наиболее высоким средним значением R_A и более широким диапазоном характеризуются всех ЕРН озерно-ледниковые отложения. Увеличение средней удельной активности и диапазона происходит в порядке: водно-ледниковые отложения – ледниковые отложения – озерно-ледниковые отложения. Исключением является ^{232}Th , активность которого в озерно-ледниковых отложениях изменяется в наиболее узком интервале по сравнению с другими породами.

Следует отметить, что озерно-ледниковые отложения, в целом, выделяются своими физико-химическим характеристикам и значениям R_A ЕРН по сравнению с другими типами пород.

Корреляционный анализ всех образцов ПП по содержанию ^{232}Th и ^{40}K выявил существенные обратные взаимосвязи с содержанием фракций песка (1–0.25 и 0.25–0.05 мм), которые подтверждаются существенными прямыми взаимосвязями как с каждой фракцией гранулометрического состава <0.01 мм в отдельности, так и непосредственно с содержанием физической глины (<0.01 мм). Для ^{226}Ra существенная взаимосвязь (прямая) отмечена только с фракцией ила (<0.001 мм). С другими фракциями взаимосвязь радия-226 значительно слабее (до не существенной).

Корреляционные зависимости между удельной активностью ЕРН и свойствами пород (рН и гранулометрический состав) были рассчитаны для каждого типа ПП в отдельности. Существенные взаимосвязи отмечены только с фракциями гранулометрического состава. В моренных отложениях они проявились только для радия (обратная взаимосвязь с содержанием физической глины) и тория (прямая взаимосвязь с фракцией средней пыли – 0.01–0.005 мм), а в озерно-ледниковых – только для радия с фракциями песка (прямая) и мелкой пыли (обратная). В водно-ледниковых отложениях отмечены взаимосвязи всех ЕРН с фракциями мелкой пыли и ила, но из-за небольшого количества образцов (5 ед.) эти данные могут не в полной мере отражать реальную картину.

Литература

1. Мингареева Е.В., Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Радионуклиды ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs в почвах на звонцовых и ленточных глинах / Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2018, Т.10, № 3, с. 207–217.

2. Самойлова Е.М. Почвообразующие породы. М. Изд-во МГУ, 1991. – 176 с., ил.

3. Теория и практика химического анализа почв (под редакцией Л.А. Воробьевой) – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

4. Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения «SpectraLine». Менделеево, 2014. 27 с.

5. Попов А.И., Игамбердиев В.М., Алексеев Ю.В. Статистическая обработка экспериментальных данных. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2009. – 50 с.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.Ф. Апариным.

УДК 540.631.4.633

СОДЕРЖАНИЕ ВА И СR В ПОЧВАХ ЗАСОЛЕННЫХ
АГРОЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
БАРАБИНСКОЙ РАВНИНЫ

А.А. Морозова

Новосибирский государственный аграрный университет
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, valeri_170886@mail.ru

The maximum gross content of barium (Ba) and chromium (Cr) falls on the soil of the eluvial position in the northeastern part of the Baraba plain. In the transit and accumulative positions was not found the accumulation of these elements in the soil profile. Their distribution over the soil profile is more or less uniform. The amount of barium is below the maximum permissible concentration (MAC). The chromium content is on the verge of MAC.

Изучение элементного состава почв в северо-восточной части Барабинской равнины проведено по катене, где в элювиальной позиции сформирована лугово-черноземная обыкновенная среднemoshная среднесуглинистая почва. В транзитной зоне – черноземно-луговая, солончаковатая супесчаная, а в аккумулятивной – солонец луговой средней тяжелосуглинистый. Данные почвы – высокогумусные. В горизонте А содержат гумуса, соответственно – 9.7; 10.7; 5.2 %. Щелочность почв возрастает от элювиальной (нейтральная величина рН) к аккумулятивной (величина рН сильно щелочная).

Цель исследований: 1. определить валовое содержание бария и хрома в почвах засоленных агроландшафтов северо-восточной части Барабинской равнины; 2. дать оценку санитарно – гигиеническому состоянию данной территории по полученным результатам исследований согласно ГОСТу 17.4.1.02-83.

На элювиальной позиции количество бария высокое и колеблется от 480 до 600 мг/кг почвы с небольшими вариациями и приближается к величине кларка (390 мг/кг). На транзитной и аккумулятивной позициях почв катены содержание бария уменьшается – в пределах от 360 до 370 мг/кг в верхних гумусовых горизонтах. В нижних горизонтах его еще меньше. Следует отметить, что на этом фоне выделяется горизонт В_к в транзитной зоне, где бария содержится всего 290 мг/кг. В России значение бария в настоящее время недооценено (Ю.Н. Водяницкий). Установлено, что высокое содержание бария и стронция в растениях и кормах приводит к нарушению кальциевого баланса в живом организме и вызывает «уровскую болезнь».

Валовое содержание хрома в почве элювиальной позиции катены составляет 79.5 мг/кг при ПДК равном 100 мг/кг. С глубиной количество хрома возрастает и находится в пределах ПДК, увеличиваясь в горизонте В до 141 мг/кг. Заметного передвижения его по катене не установлено. В транзитной зоне количество хрома изменяется с глубиной от 51 до 92 мг/кг. В аккумулятивной зоне его содержание несколько больше, чем в транзитной, но ниже чем в элювиальной позиции. Полученные результаты свидетельствуют о том, что передвижение валового содержания хрома по катене незначительное. Он находится в почве в достаточно закрепленном состоянии. Накопления в транзитной и аккумулятивной позициях не выявлено.

Таким образом, в почвах засоленных агроландшафтов Барабы максимальное содержание бария и хрома приходится на элювиальную позицию катены. В транзитной и аккумулятивной зонах их накопления не происходит. Данные химические элементы по профилю почв распределены более-менее равномерно. Содержание бария значительно ниже ПДК, и он не создает угрозы на данной территории для санитарно-гигиенических норм. Содержание хрома находится практически на грани ПДК. Передвижение его по катене не наблюдается.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Н.В. Семендяевой.

УДК 631.423.1, 631.423.4, 631.453, 631.472.54

ЖЕЛЕЗО И АССОЦИИРОВАННЫЕ С НИМ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ
В ПОЧВАХ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЙЛО-ЛЕБЕДИНСКОГО
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Е.А. Низиенко, Д.В. Ладонин

Факультет Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
nk@soil.msu.ru

The research is about fractions of iron and associated heavy metals in soils and road dust in the impact zone of the Stoylo-Lebedinsky mining complex. The content of iron and associated heavy metals in each of the soil fractions is considered. For the most part, precipitation from the mining complex does not lead to a significant quantitative change in the content of trace elements in soils, but qualitatively affect the redistribution of elements by fractions.

Лебединское и Стойленское месторождения Курской магнитной аномалии снабжают крупнейшие в России предприятия по добыче, обогащению железистых кварцитов и производству высококачественного сырья для чёрной металлургии. Разработка полезных ископаемых ведётся открытым способом, что делает неизбежным выбросы пыли в атмосферу и выпадение загрязняющих веществ в зоне активного запыления. В результате деятельности горнодобывающего комплекса (ГДК) сформировалась техногенная зона запыления атмосферы эллипсовидной формы с ориентацией длинной оси вдоль преобладающего направления ветров [1].

Целью работы является оценка содержания различных форм (фракций) тяжелых металлов (ТМ), ассоциированных с железом, в почвах в зоне воздействия Стойло-Лебединского ГДК.

Выделение фракций ассоциированных с железом ТМ в пыли, почвах и грунте проводилось методом последовательных селективных вытяжек (по методу McLaren & Crawford, в модификации Ладонина) [2].

Распределение элементов по фракциям в пыли позволяет судить об источнике происхождения элемента. Так, было показано, что в пределах выделенной зоны наибольшего воздействия ГДК (15 км) для V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Tl, Pb, Th, U увеличивается их содержание во фракциях, менее прочно связанных с элементами. В качестве примера приведено распределение Tl по фракциям в пыли (рис.). Данный факт показывает, что ГДК и/или его отдельные части являются источником поступления ТМ на изучаемую территорию. Распределение элементов

по фракциям в почве позволяет судить о влиянии ГДК на близлежащую территорию. Было показано, что в пределах выделенной зоны наибольшего воздействия ГДК для таких элементов, как V, Zn, Sr, Cd, Pb, Th, U с приближением к ГДК увеличивается содержание ионов, извлекаемых 2.5 % CH_3COOH («специфически сорбированная» фракция). Для V, Cu, U с приближением к ГДК увеличивается, а для Co, Ni, Zn, Cd, наоборот, снижается содержание ионов в обменной фракции. Стронций практически полностью находится в менее устойчивых соединениях, обнаруживаясь в обменной и специфически связанной фракциях. Хотя и прослеживаются очевидные тенденции распространения элементов, сопутствующих добыче железной руды, содержание их в почвах невелико и не вызывает опасений.

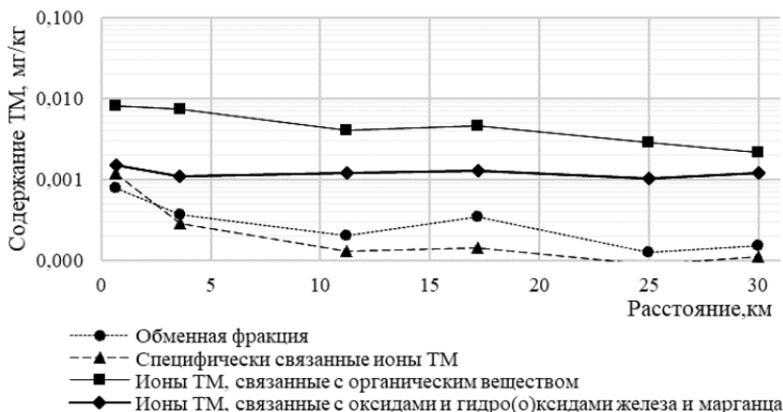


Рисунок. Распределение ТМ по фракциям в пыли.

1. Котенко Е.А., Морозов В.Н., Кушнеренко В.К., Анисимов В.Н. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения // Горная промышленность, 2003. – № 2. – с. 12–16.

2. Теория и практика химического анализа почв (под ред. Воробьевой Л.А.) – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Д.В. Ладониным.

The paper discussed the impact of the copper smelter on soil contamination with copper. In the course of the research it has been found that air pollution industrial plants pollute the surrounding landscapes. The copper content exceeds the background content by 100 times. Maximum copper concentration at the top of the profile, minimum at the bottom. Autonomous landscapes are polluted to a lesser extent than subordinates, indicating lateral copper migration.

Добыча, обогащение и переработка рудного сырья приводит к загрязнению окружающих ландшафтов. Основной вклад в загрязнение вносит цветная металлургия. Горнопромышленные комплексы поставляют в окружающую среду в виде аэропромвыбросов огромное количество загрязняющих веществ, халькофильных, литофильных и сидерофильных элементов. Среди халькофильных элементов медь занимает лидирующее значение.

Цель исследования изучить содержание и распространение меди в геохимически сопряженных ландшафтах Красноуральскогопромузла.

В задачи исследования входило: изучить содержание и распределение меди в профиле почв подверженных антропогенной нагрузке; выявить закономерности распределение меди в сопряженных ландшафтах.

В качестве объекта исследования выбраны почвы расположенные в непосредственной близости от медеплавильного комбината ОАО Святогор, г. Красноуральск, Свердловской области. Почвенный покров в основном представлен дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами разной степени оподзоленности. Почвообразующая порода элюво-делювий выветрелых пород. По гранулометрическому составу почвы преимущественно среднесуглинистые. Исследуемая территория представлена техногенно-нарушенными, селитебными и естественно сформированными ландшафтами.

В результате исследований установлено, что содержание валовой меди в профиле почв колеблется в широком диапазоне от 3.3 до 2350.0 мг/кг. Максимальная ее концентрация отмечается в серогумусовом горизонте. Так как исследуемые почвы находятся в зоне зеленока-

менной полосы, где сосредоточена основная масса месторождений руд цветных металлов, фоновое содержание меди повышено, поэтому для оценки содержания меди было рассчитано фоновое содержание, которое составляет 23.11 ± 2.5 мг/кг. Содержание меди в почвах района техногенно-нарушенных земель в серогумусовых горизонтах составляет от 79.7 до 2350.0 мг/кг и от 20.0 до 224.0 мг/кг в иллювиальных. Превышение относительно фона составляет в среднем в 102 раза для верхних горизонтов и в 10 раз для нижних горизонтов. В сильно загрязненных почвах распределение меди по профилю имеет аккумулятивный характер, а в слабо загрязненных элювиальный. Коэффициент радиальной дифференциации больше 5, что указывает на высокое накопление меди. Коэффициент латеральной дифференциации свидетельствует об аккумулятивном сопряженном виде распределения элемента. Заметна прямая корреляционная зависимость между накоплением в верхних горизонтах меди и содержанием в них гумуса.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что аэропром-выбросы медеплавильного комбината загрязняют окружающие ландшафты. В почвах находящихся вблизи комбината концентрация меди превышает фоновое содержание в 100 раз, а на значительно удаленном расстоянии в 10 раз. Радиальная дифференциация указывает на накопление меди в верхней части профиля. Степень латеральной дифференциации показывает, что подчиненные ландшафты по сравнению с автономными, загрязнены в большей степени.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Шабановым.

УДК 550.4

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ И БИОГЕННОЙ АККУМУЛЯЦИЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ЮГА ВОСТОЧНОЙ РАВНИНЫ

Л.С. Пильгуй, И.Ю. Кудреватых, П.И. Калинин

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино, Россия
Lida-vasileva-94@mail.ru

The productivity and chemical composition of plants, as well as the biological accumulation of elements in the soil along latitudinal gradients were studied. It was found that with a decrease in the average annual rainfall and an increase in temperature, sagebrush associations will shift to northern

latitudes and the concentration of K, S, P, Rb, Sr will be higher in the soil, while the area of cereal associations will decrease, which will lead to a decrease in biogenic soil accumulations of Zn, Ni, Fe, Mn, Cr, V, Mg.

Потепление климата определяет изменение структуры и состава наземных экосистем за счет адаптации растений или их миграции в более подходящие условия окружающей среды. Исследование продуктивности и химического состава растений, а также биологической аккумуляции элементов в профиле почв вдоль широтных градиентов позволяет выявить их особенности, которые определяются климатическими факторами, что в дальнейшем можно использовать для прогнозных оценок изменения наземных экосистем при разных сценариях потепления климата.

Анализировали данные фитомассы и химического состава растительности ($n = 71$), произрастающей в разных природных зонах и на разных типах. На выбранных участках (площадь 50 см^2 , $n = 9$) отбирали все виды сосудистых растений, определяли их фитомассу и проективное покрытие на площадке. В полученных образцах растений и почвы определяли концентрацию Zn, P, Fe, Mn, Cr, V, Ca, K, Al, S, Mg, Sr, Ba, Ti, Rb, Cl, Ni, Br на рентгеновском аппарате «СПЕКТРОСКАН МАКС – GV» (методом рентген-флуоресцентного анализа). Биогенную аккумуляцию химических элементов оценивали с помощью коэффициента биологического поглощения (КБП), который рассчитывается как отношение содержания химического элемента в растительности (без озоления пробы) к его содержанию в почве под ней.

Злаки и полыни встречались во всех изученных ареалах исследования, а крестоцветные, маревые и амарантовые только на бурых-полупустынных почвах. Фитомасса изученных растений на участках варьировала от 0.7 до $327 \text{ мг}/50 \text{ см}^2$, самые высокие значения были выявлены в южных районах. Вклад фитомассы злаков в общую массу растительности на участке прямо пропорционально коррелирует со среднегодовым количеством осадков ($r = 0.78$) и обратно пропорционально со среднегодовой температурой ($r = -0.74$), а фитомасса полыни показала обратную корреляцию со среднегодовым количеством осадков ($r = -0.82$). Наиболее широкий диапазон значений концентрации изученных элементов выявлен у злаков, а самый узкий – у полыней. При этом злаки и полыни показали более высокое содержание Mn, Fe, Zn, Ti, Cr, Ni, а амарантовые и маревые имели выше содержание K, P, S, Cl, Ca, Mg, Sr, Br. КБП > 1 для всех видов и составных частей растений отмечается для S и P. Многофакторный анализ закрепления элементов в фитомассе злаков и полыней показал, что более высокие концентрации в растениях

Zn, Ni, Fe, Mn, Cr, V, Mg отмечаются на черноземе и каштановых почвах, а K, S, P, Rb, Sr – на бурых-полупустынных. При снижении среднегодового количества осадков и увеличении температуры пыльные ассоциации будут продвигаться в северные широты, при этом определяя концентрирование, в том числе и в почве, K, S, P, Rb и Sr, площадь злаковых ассоциации, наоборот, будет уменьшаться, что приведет к снижению биогенной аккумуляции в почве Zn, Ni, Fe, Mn, Cr, V и Mg.

Работа рекомендована д.б.н., чл.-корр., зав. лабораторией А.О. Алексеевым.

УДК 631.412

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ МОНИТОРИНГОВЫХ УЧАСТКОВ о. ВАЛААМ

Г.А. Русаков

Российский государственный гидрометеорологический университет,
medverus@rambler.ru

This article is devoted to the analysis of the content of mobile forms of heavy metals in the soils of the island of Valaam. For the region under consideration, studies in this direction were first conducted. The article identifies local sources of soil pollution of the island. The work presents the main pollutants, the dynamics of their content and distribution along the soil profile in different parts of the island.

Данная работа была сделана в рамках мониторинговых исследований острова Валаам, проводимых сотрудниками и студентами РГГМУ на протяжении многих лет. Задачами, поставленными для исследования, были анализ содержания и оценка загрязнённости почв острова Валаам подвижными формами тяжёлых металлов. Значительная удалённость от материка практически полностью исключает аэральный перенос загрязняющих веществ, локальные источники загрязнения представлены полигоном твёрдых коммунальных отходов, автотранспортом и сельским хозяйством.

Объектом исследования являются почвы полигона твёрдых коммунальных отходов, в качестве объектов сравнения были выбраны скрытоподзолистые почвы, расположенные в непосредственной близости от полигона. Для оценки загрязнения других территорий острова были отобраны образцы почв современных сельхозугодий и лесных биоценозов.

Предметом исследования является содержание подвижных форм тяжёлых металлов в отобранных на исследуемых территориях образцах.

Остров Валаам располагается в северной части Ладожского озера и является самым большим островом всего архипелага – длина острова составляет 9.6 км, а ширина 7.8 км, общая площадь 29.8 км². Рельеф сильно расчленённый, с колебанием высот от 5 до 58 м над уровнем моря. Почвы маломощные от 10 до 60 см, большинство почв сформировались на элювии и элюво-делювии магматических пород и являются высокощелочными, незначительная часть почв образовывалась на ледниковых и озерных отложениях.

Для проведения исследования на территории острова было отобрано тридцать две почвенные пробы. Тяжелые металлы экстрагировались раствором 0.5 молярной азотной кислоты, определение производилось на атомно-эмиссионном спектрометре ICPE. В результате были получены концентрации подвижных форм следующих элементов: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Si, Sr, Zn.

Максимальные значения были зафиксированы для Al – 1536 мг/кг, Fe – 9272 мг/кг, Ca – 13692 мг/кг, Mg – 4104 мг/кг, K – 2022 мг/кг и Si – 1046 мг/кг. Данные значения встречаются в почвах разных участков. Прочие элементы, хоть и превышают в некоторых случаях ПДК и ОДК, но не имеют столь высоких концентраций. Высокое содержание Al и Fe может объясняться их высоким содержанием в материнских горных породах и наличием природных Al-Fe гумусовых плёнок. Такие элементы как As, B, Cd, Mo, Se и Zn в большинстве своём имеют концентрации ниже предела обнаружения методики.

На профильное распределение тяжёлых металлов оказывает высокое влияние состав почвообразующих пород, содержание и распределением органического вещества по почвенному профилю, а также характер использования почв и антропогенная нагрузка на них.

Работа рекомендована к.г.н., доц. кафедры «Прикладной и системной экологии» Н.В. Зуевой и ст. преп. кафедры «Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности» Л.Е. Дмитричевой экологического факультета РГГМУ.

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
НА ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137

К.Н. Сетьева, О.Л. Комиссарова

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет Почвоведения, Москва
kris.setyaeffa@mail.ru

A significant effect of agrotechnical processing of arable chernozems contaminated after the Chernobyl accident on the profile distribution of cesium-137 is shown. During the cultivation of crops, cesium-137 is deepened in the profile, its activity levels in the agroturbated layer are equalized, and up to 60% of the radionuclide stocks are exceeded.

Распределение цезия-137 (^{137}Cs) по профилю радиоактивно загрязненных почв представляет особый интерес, так как от этой характеристики зависит формирование дозы внешнего гамма-излучения, а также интенсивность внедрения радионуклида в биологический круговорот элементов, что особенно актуально для почв пахотных угодий.

Исследование современных особенностей профильного распределения ^{137}Cs в почвах проводили на территории Плавского радиоактивного пятна Тульской области, где плотность поверхностного загрязнения наземных экосистем после чернобыльской аварии составляла 185–555 кБк/м². Объектами исследования служили: а) целинный выщелоченный чернозем суходольного луга, в котором процессы миграции ^{137}Cs по профилю определялись роющей деятельностью мезофауны, нисходящим переносом по корням растений, диффузией и другими естественными процессами; б) пахотный выщелоченный чернозем агроценоза пшеницы, в котором к естественным процессам перераспределения радионуклида по профилю добавлялся процесс агротехнической обработки почвы с оборотом пласта; в) пахотный выщелоченный чернозем агроценоза моркови, где в дополнение к ежегодной вспашке в 2019 г. впервые применили глубокое безотвальное чизелевание на глубину до 50 см. В пределах пострадавших пахотных угодий в первые годы после чернобыльской аварии помимо типовой обработки почв была применена глубокая реабилитационная вспашка на глубину 30 см.

Выявлено, что в современный период в пределах пахотных угодий Плавского радиоактивного пятна плотность радиоактивного загрязнения обследованных почв варьирует в пределах 160–180 кБк/м², а в почвах подчиненных позиций рельефа, занятых природными лугами, увеличивается до 240 кБк/м² за счет переотложения там выносимого со

склонов ^{137}Cs -содержащего мелкозема эрозионного стока. При этом общая глубина массового (>80 %) проникновения ^{137}Cs в почвы составляет: в биогеоценозе луга – до 15–20 см, в агроценозе пшеницы – до 30 см, в агроценозе моркови – до 40 см. Существенно различается и характер профильного распределения радионуклида. В целинной почве луга он имеет поверхностно-аккумулятивный вид, при котором в верхних 0–10 см профиля сосредотачивается $\approx 50\%$, а в слое 10–20 см обнаруживается $\approx 40\%$ общих запасов ^{137}Cs . Мощность дернового горизонта Ad составляет при этом 13 см, и можно полагать, что основным механизмом миграции радиоцезия по профилю служит деятельность корней растений и отложение на поверхности почвы материала, выносимого эрозионным стоком с пахотных угодий. В пахотных черноземах под культурами полевого севооборота в горизонте Ap_{ах} с текущей мощностью 10 см сосредоточено 30 % общих запасов ^{137}Cs , а остальное количество радионуклида \sim равномерно распределено между старопашотными слоями 10–20 и 20–30 см. Таким образом, оборотная вспашка является эффективным приемом гомогенизации профильного распределения экотоксикантов и с ее помощью $\approx 60\%$ ^{137}Cs выводится из основного корнеобитаемого слоя пшеницы. В пахотных черноземах под культурами овощного севооборота распределение запасов ^{137}Cs в верхних 0–20 см профиля, которые подвергались после чернобыльской аварии ежегодной вспашке, также \sim равномерно и составляет 26 и 29 % соответственно для 10-см слоев; в слое 20–30 см, образовавшемся после реабилитационной поставарийной вспашки, сосредоточено в среднем 37 %; при этом, однократное безотвальное чизелевание способствовало выведению $\approx 30\%$ ^{137}Cs за пределы глубины 30 см, где сосредоточены корнеплоды моркови.

Таким образом, приемы агротехнической обработки почв способствуют миграции ^{137}Cs и снижают интенсивность биогеохимических потоков радионуклида.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Т.А. Парамоновой.

УДК 574:630*114.441

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ ПОТОКОВ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ
ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ

К.А. ТИМИРЯЗЕВА

М.В. Тихонова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

Marysechka06@mail.ru

Recently, the expansion of cities and road transport networks in the surrounding forests has been plagued by catastrophic anthropogenic impacts. Urban forests are a filter that cleans the air on a large areas, creating a favorable climate to live in the area. Climate change and forest reduction are interconnected.

В последнее время при расширении городов и дорожно-транспортных сетей территории прилегающих лесов страдают от катастрофического антропогенного воздействия. Городские леса являются фильтром, очищающим воздух на достаточно большой площади, создающим благоприятный климат в районе. Изменение климата и сокращение лесных территорий взаимосвязаны. Для планирования новых лесных территорий и восстановления антропогенно нарушенных лесов, необходимы регулярные исследования влияния древесной и напочвенной растительности на пространственно-временную изменчивость почвенной эмиссии потоков парниковых газов для прогнозирования изменений характеристик микроклимата зеленой территории.

Многолетний экологический мониторинг потоков эмиссии CO_2 и N_2O проводился по трансекте на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, которая является фоновой для северной части Москвы [1]. Регулярные, круглогодичные исследования пяти ключевых участков, расположенных в различных вариантах мезорельефа (рис. 1), продемонстрировали зависимость варьирования потоков от расположения участка, преобладающих древесных пород и их состояния на нем, от процента проективного покрытия напочвенной растительности, свойств почвы и аномальности климатических характеристик сезона [2]. В зависимости от совокупности условий, расположения и почвенно-экологических характеристик ключевых участков, менялись показатели почвенной эмиссии потоков парниковых газов.

Исследования подтверждают зависимость интенсивности поступления углекислого газа из почвы от температуры почвы, на которую влияет не только температура окружающей среды, но и процессы, происходящие при разложении опада и его состоянии (рис. 2).

Оксид азота I поступает в атмосферу в большем количестве в зависимости от влажности почвы и количества осадков, от характера напочвенно-растительного покрова произрастающего на участке отбора проб. Количество органического вещества под пологом леса, зависит не только от влажности и температуры, но и от состояния древесных пород, качества опада, что влияет на скорость и качество разложения листвы и хвои. Что в свою очередь влияет на свойства почвы и на варьирование почвенных потоков.

Максимальная эмиссия N_2O и CO_2 наблюдается на прямом коротком слабопокатом склоне моренного холма северо-восточной экспозиции в нижней части склона, с преобладающей древесной породой липой сердцелистной (*Tilia cordata*) и составляет для N_2O 0.833 г/м^2 в день, CO_2 1312.1 мг/м^2 в день в мае 2019 г. Что связано с погодными условиями, не свойственными весеннему периоду.

Минимальная эмиссия N_2O и CO_2 получена на Подошве пологого слабовогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции, где преобладают хвойные породы и составляет 0.741 г/м^2 в день, значения CO_2 составляют 1157.8 мг/м^2 в день.

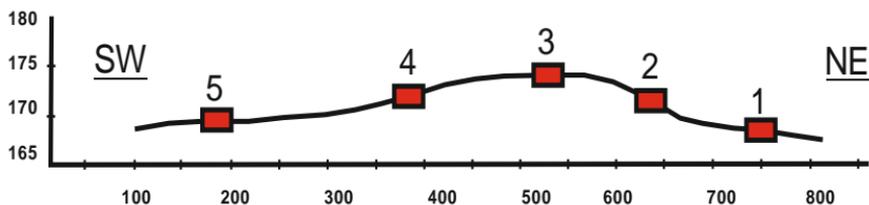


Рисунок 1. Расположение ключевых участков.

1 – подошва прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ); 2 – средняя часть прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ); 3 – водораздельная часть моренного холма (ВМХ); 4 – средняя часть пологого слабовогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (СЮЗ) 5 – подошва пологого слабовогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (ПЮЗ).

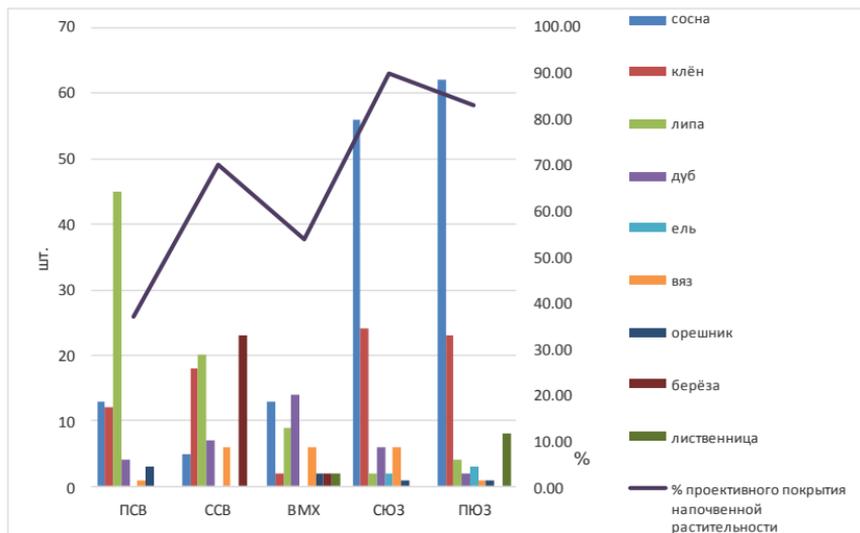


Рисунок 2. Расположение древесных пород на ключевых участках трансекты с указанием % проективного покрытия напочвенной растительности.

По сравнению с ранее проведенными исследованиями, где максимальные значения эмиссии CO_2 приходились на летний период, а N_2O на период после снеготаяния, 2019 год был представлен аномальными температурами воздуха и повышенной влажности в летний период. Что сказалось на сезонном варьировании потоков парниковых газов.

Литература

1. Тихонова М.В. Экологическая оценка пространственно-временной изменчивости почвенной эмиссии N_2O и CO_2 из дерново-подзолистых почв представительной лесной экосистемы Московского мегаполиса: Дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / М.В. Тихонова. – Москва, 2015. – 140 с.
2. Тихонова М.В., Васенев И.И. сборник докладов ТСХА Сборник статей.2018. Экологическая оценка потоков углекислого газа в условиях лесных экосистем. С. 407–409.
3. Тихонова М.В., Алилов Д.Р., Васенев И.И. Экологическая оценка почвенных потоков CO_2 в условиях склонового мезорельефа представительного московского лесопарка: АгроЭкоИнфо 2018, № 3.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОТОКИ РАССЕЙНИЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВУ

Е.Д. Трапезникова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
trapeznikovajenya99@gmail.com

The territory of the South Urals is an industrial region where the anthropogenic pressure on ecological systems reaches a critical level. The object of the scientific study is the slag of the Karabashskiy Copper-Smelting Plant. Consideration of the effect of slag dumps on landscape pollution with heavy metals. Through science found that the soil receives heavy metals leached from the slag of a smelter.

Вследствие интенсивного развития промышленности, разработкой полезных ископаемых, индустриализацией и урбанизацией в последние десятилетия наблюдается активное загрязнение окружающей среды. Добыча и переработка полезных ископаемых оказывает большое влияние на почвенный покров. Возрастание валового содержания тяжелых металлов в техногенно загрязненных почвах сопровождается увеличением подвижных форм этих элементов. Характер распределения и содержания тяжелых металлов в почвенном профиле определяется процессами миграции и аккумуляции. Территория Южного Урала является промышленным регионом, где антропогенная нагрузка на экологические системы достигает критического уровня. Объектом исследования является шлак карабашского медеплавильного комбината. Отходами производства в качестве твердой фазы является сталеплавильный гранулированный шлак.

Целью данной работы является установить влияния шлакоотвала на поступление тяжелых металлов в окружающий ландшафт.

В задачи исследования входило: 1. Исследовать химический состав шлака. 2. Установить его устойчивость к воздействию кислотных осадков. 3. Выявить количество поступающих химических элементов в окружающую среду. 4. Доказать что хранение шлаков на открытом воздухе приводит к их активному выщелачиванию под воздействием кислотных дождей.

На отвалах карабашского медеплавильного комбината были отобраны образцы шлака. Шлак был перенесен в вертикальную трубу длиной 204 см, диаметром 3.5 см и весом в 6 кг. Как показывают результаты исследований, шлак не остаётся инертным к воздействию кис-

лотного дождя. Для оценки устойчивости шлака определяли концентрацию кальция, магния, цинка, свинца и меди. В первый месяц концентрация кальция колеблется в пределах 31.3–108.2 мг/л, на 120–150 сутки диапазон выноса в пределах 5.61–10.44 мг/л. Такая же тенденция проявляется и с магнием в первые 30 суток концентрация магния составляет от 33.3 до 80.15 мг/л, на 60–90 сутки вынос магния отсутствует. Аналогичные данные прослеживаются и по выщелачиванию тяжелых металлов. Максимальное выщелачивание цинка и кадмия проявляется в первые 30 суток, для цинка 1.97–16.50 мг/л, для кадмия 0.236 мг/л. Медь вымывается неравномерно, максимальный вынос меди приходится на первые 120 суток. Свинец наоборот начинает активное выщелачивание на 120 сутки, суммарный вынос на четвертый месяц составляет 1.43 мг/л. Суммарный вынос в пересчете на весь отвал по элементам составляет: Ca – 46.39 кг, Mg – 6.944 кг, Zn – 3.98 кг, Pb – 0.17 кг, Cu – 3.905 кг.

Как видно из полученных данных в результате воздействия кислотных дождей происходит медленное растворение кристаллической структуры исследований. Его растворение во времени сильно варьирует, неравномерное выщелачивание можно объяснить пористостью структуры шлака. Данные свидетельствуют, что наибольший вынос компонентов происходит в первые месяцы.

Работа рекомендована к.с.-х.н. М.В. Шабановым.

УДК 631.412:539.163

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ^{238}U , ^{232}Th И ^{226}Ra В ГОРИЗОНТЕ АУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Т.Ю. Ушакова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, t.ushakova99@gmail.com

The study of speciation of ^{238}U , ^{232}Th and ^{226}Ra in the horizon АУ of Umbric Albic Luvisol by the method of successive extraction by Pavlotskaya. The results showed confirmation of the literature data that this radionuclides line up $\text{Ra} > \text{U} > \text{Th}$ in terms of migration capacity in the soils of the humid zone.

Информация о формах нахождения тяжелых естественных радионуклидов необходима для оценки их биологической доступности при переходе в растения и прогнозирования поведения при миграции этих ради-

онуклидов в сопредельные среды. Актуальность этой темы обусловлена тем, что подобной информации о фоновых, незагрязненных почвах очень мало как в отечественных, так и в зарубежных источниках.

Объект исследования – дерново-подзолистая почва на двучленных отложениях, отобранная на территории УОПЭЦ МГУ «Чашниково» на пологом склоне северо-восточной экспозиции долины р. Клязьма.

Исследование форм нахождения естественных радионуклидов проводилось методом Павлоцкой (Павлоцкая, 1974, Горяченкова и др., 2005, Архипов, 1986).

С помощью данного метода вытесняется шесть фракций: F1 – водорастворимые соединения; F2 – соединения в обменной форме; F3 – кислоторастворимые и неспецифически сорбированные соединения; F4.1 – соединения, необменно связанные с органическим веществом почвы; F4.2 – соединения полуторных оксидов Fe и Al; F5 – остаток. Из отдельной навески выделяется фракция Ff – аморфные соединения железа – реактивом Тамма.

Активность ^{226}Ra измерена альфа-радиометрически на спектрометрическом комплексе «Мультирад» с детектором ZnS(Ag). Содержание ^{232}Th и ^{238}U – на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent ICP-MS 7500.

В ходе исследования выяснилось, что основная часть ^{238}U сосредоточена в минеральном остатке (F5), что означает его слабую мобилизацию в верхнем серогумусовом горизонте. В составе водорастворимых соединений (F1) он практически отсутствует, немного больше ^{238}U – в обменной фракции (F2), что может быть следствием миграции ^{238}U в составе органических комплексов. В составе обменной фракции, наблюдается наибольшее количество элемента среди потенциально подвижных фракций. Содержание ^{238}U , экстрагируемого вместе с аморфными соединениями (Ff), относительно велико по сравнению с остальными фракциями (рис.).

Основная часть ^{226}Ra – в минеральном остатке (около 77 % от суммарной активности). Однако процентное содержание элемента во фракции F5 меньше, чем у ^{238}U . Вероятно, это связано с тем, ^{226}Ra входит в ряд распада ^{238}U , и в ходе превращения выносятся из кристаллических решеток минералов. В составе водорастворимых соединений обнаружено очень небольшое его количество.

В отличие от ^{238}U , он лучше переходит в потенциально подвижные фракции, из чего следует, что радионуклид более мобилен и более доступен для растений. Содержание ^{226}Ra , экстрагируемого вместе с аморфны-

ми соединениями, также больше по сравнению с остальными фракциями, но заметно меньше, чем содержание ^{238}U в той же фракции (рис.).

Наибольшее содержание ^{232}Th наблюдается в минеральном остатке. Преобладание фракции остатка неудивительно для урана, радия и тория в силу их природного происхождения и поступления в профиль из минералов. Содержание ^{232}Th , экстрагируемого вместе с аморфными соединениями, в верхнем горизонте исследуемой почвы больше, чем у ^{238}U и ^{226}Ra . Судя по содержанию в остальных фракциях, можно сказать, что торий менее мобилен, чем все вышеперечисленные радионуклиды (рис.).

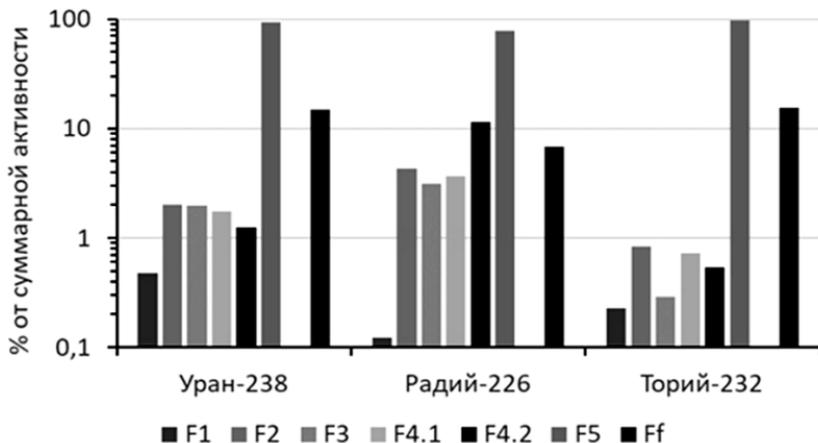


Рисунок. Распределение форм нахождения урана-238, радия-226 и тория-232 в горизонте АУ дерново-подзолистой почвы, %.

Полученные результаты подтвердили литературные данные о том, что по миграционной способности в почвах гумидной зоны радионуклиды выстраиваются в ряд $\text{Ra} > \text{U} > \text{Th}$. Это подтверждает наибольшую способность радия к образованию мобильных соединений. Уран, с одной стороны, трудно выделяется из минеральных соединений, с другой же стороны, он тоже способен образовывать мобильные соединения, хоть и в меньшей степени. Торий же более склонен к образованию труднорастворимых соединений, по крайней мере, в горизонте АУ исследуемой почвы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-04-00584 А.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Д.В. Манаховым.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.В. Чуванов, М.И. Рязанцева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
stas.chuvanov@gmail.com

Predicted climate change causes permafrost degradation and changes in soil moisture regime of palsa mire. In August 2019 we studied four contrasting sites of Palsa Mire complex (North-Western Siberia, Russia): frozen peat mound, fen, thermokarst and young hummock. A manipulative experiment was also conducted to study the influence of wetting / drying on the peat soil properties. Biological activity is higher in wet conditions than dry. In the case of permafrost thawing and a change in palsa mire moisture regime, possibly peat soils biological activity increase or decrease.

Прогнозируемое изменение климата может привести к деградации вечной мерзлоты и изменению влажности торфяных почв плоскобугристого торфяника. И, возможно, изменению скорости минерализации органического вещества в почве, дополнительной эмиссии CO_2 в атмосферу. Целью данной работы является изучение влияния влажности на биологическую активность в торфяных почвах.

Исследования проведены в августе 2018–2019 года на севере Западной Сибири (E 72°51'04.20", N 65°17'43.36", ЯНАО, Надымский район). Были изучены четыре контрастных участка комплекса торфяно-криоземов и торфяных олиготрофных почв, развивающихся в естественных условиях: плоскобугристый торфяник, ложбина, термокарст и участок с агградацией мерзлоты. Измерен поток CO_2 , температура и влажность почвы в слое 0–20 см. Так же был проведен манипуляционный эксперимент для изучения влияния увлажнения/иссушения на свойства торфяной почвы. Образцы почвы были трансплантированы из сухих условий торфяника во влажные условия ложбины и наоборот. Год спустя были взяты пробы с трансплантированных почв для анализа углерода и азота лабильного органического вещества (ЛОВ), базального (БД) и субстрат-индуцированного дыхания (СИД) в лаборатории.

Полевые исследования показали: участок с агградацией мерзлоты и плоскобугристый торфяник являются «самыми холодными» (7.1 и 7.7 °C соответственно), а участки ложбины и термокарст – «самыми теплыми» (12.0 и 16.3 °C). Объемная влажность почвы была относительно высокой (50–60 %) на всех участках, кроме торфяника (34 %), развивающийся в более сухих условиях. Такие контрастные условия влияют на

эмиссию CO_2 из почвы. Самый высокий поток CO_2 был связан с самими теплыми и влажными участками (термокарст и ложбина, 338 ± 139 и 240 ± 189 $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ч}^{-1}$), а низкий – с самыми холодными и сухими (агградация мерзлоты и торфяник, 111 ± 87 и 156 ± 82 $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ч}^{-1}$).

Результаты манипуляционного эксперимента показали, что эмиссия CO_2 незначительно увеличилась (с 158 ± 98 до 223 ± 112 $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ч}^{-1}$) после трансплантации эуτροφного торфа из сухого торфяника (21.5 %) во влажные условия ложбины (52.2 %). При трансплантации олиготрофного торфа из влажных условий в сухие, эмиссия CO_2 уменьшилась в 1.5 раза (с 408 ± 132 до 216 ± 75 $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ч}^{-1}$). Затем образцы трансплантированного торфа исследовались в лаборатории. Биологическая активность влажных образцов эуτροφного торфа значительно увеличилась. Для БД от 2.1 ± 0.4 до 13.4 ± 1.2 и СИД от 6.8 ± 0.1 до 26.0 ± 5.2 $\text{мкгCO}_2/\text{г} \cdot \text{час}$, азота ЛОВ от 71.0 ± 10.0 до 127.8 ± 32.4 мг/кг . В высушенных образцах олиготрофного торфа наблюдалось снижение биологической активности. Для БД от 57.1 ± 5.1 до 26.9 ± 5.0 и СИД от 63.4 ± 6.16 до 47.6 ± 5.4 , азота ЛОВ от 607.0 ± 13.1 до 138.2 ± 27.3 . Углерод ЛОВ не изменился.

Таким образом, в случае таяния мерзлоты и изменения влажности торфов, возможно, значительное изменение биологической активности почвы, а значит и потока CO_2 в атмосферу.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-04-00952А.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.В. Матышаком.

УДК 631.417.1; 631.417.7

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА НА ЛЕНИНСКИХ ГОРАХ)

А.М. Шакурова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
bb394@yandex.ru

This work is related to the theme «Oil Products Content and Stock in Urban Soils». The dependence of oil products content on traffic load was also taken into account. The traffic load was determined by the calculated method, the oil products content was found with the help of Infrared spectroscopy.

Современные урбоэкосистемы подвержены интенсивной антропогенной нагрузке, значительная часть которой обусловлена влиянием транспорта. Одними из основных загрязняющих веществ при повышенной транспортной нагрузке являются нефтепродукты (НП), главным аккумулятором которых становятся городские почвы. Поступая в почву, они нарушают ее свойства (химические, физические и т. д.), препятствуя выполнению её экосистемных функций.

В последние годы, в связи с реорганизацией дорожного движения: ремонтом дорог и перекладкой газонов, расширением метрополитена, транспортная нагрузка на территорию МГУ увеличилась. В период с мая по сентябрь 2019 года на газонах территории МГУ частично был заменён верхний плодородный слой почв, при этом сформировался разновозрастный почвенный покров (полгода и 5 лет, соответственно). Таким образом, была получена возможность оценить содержание и накопление нефтепродуктов в городских почвах на территории МГУ.

Основной целью данного исследования является оценка влияния транспортной нагрузки на содержание и накопление нефтепродуктов в городских почвах (на примере почв территории МГУ им. М.В. Ломоносова на Ленинских горах).

Объектом исследования являлись верхние горизонты городских почв общественно-деловой зоны г. Москвы, приуроченной к территории МГУ им Ломоносова. Смешанные пробы верхних горизонтов составлялись из образцов, которые отбирались в сентябре 2019 г. из точек, находящихся на расстоянии 1 и 3 метра и приуроченных к территории МГУ, с глубины 0–5 см.

Предварительно была оценена транспортная нагрузка на различные участки территории по В.А. Молодцову и А.А. Гуськову (2014), было обозначено три зоны с различными уровнями нагрузки (от слабой до сильной). Содержание нефтепродуктов в почве определялось согласно «Методике выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии» ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 (1998).

Полученные в результате исследования данные показали, что содержание нефтепродуктов в почвах прямо пропорционально уровню транспортной нагрузки для почв возрастом 5 лет зон со слабой и средней нагрузкой, при этом содержание нефтепродуктов в почвах с высоким уровнем транспортной нагрузки было меньше, чем для почв со средним уровнем. Для почв возрастом 0.5 лет наблюдалось относительное нивелирование различий в содержании НП для всех зон с различной транспортной нагрузкой, при этом наибольшее содержание НП обнару-

жено в зоне со слабой нагрузкой. Данные различия обусловлены двумя причинами: зона с сильной нагрузкой соответствовала дороге с наибольшей пропускной способностью, зона со слабой нагрузкой выполняет, в основном, парковочную роль (на холостом ходу НП в среду поступает больше, чем при движении на крейсерской скорости). Накопление НП в почвах происходит неравномерно: исследование показало, что может накапливаться до 30 % углеводов за 10 % времени существования почвы при данных условиях (начальный уровень содержания НП в почвах принят равным нулю).

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. М.С. Розановой.

УДК 631.4

ГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO₂ ИЗ ПРИРОДНЫХ
И АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ
ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА МОСКВЫ

Е.И. Шишкина

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

The article reveals the annual dynamics (2018–2019) of carbon dioxide emissions in the anthropogenically modified soils of the Botanical Garden of Moscow State University on the Vorobievsky Gory and the «Lipoviy Park» in the settlement of Kommunarka, as well as in the natural soils of the natural and historical park Bitsevsky Forest.

Углекислый газ оказывает влияние на климат и наземные экосистемы. В настоящее время учеными во всем мире изучается интенсивность его выделения из природных и антропогенных почв. Показано, что температура и влажность в значительной степени определяют этот процесс.

Цель работы – изучить динамику эмиссии углекислого газа из антропогенных и природных почв некоторых озеленённых территорий г. Москвы в летне-осенний период 2018–2019 гг.

Участки исследования располагались на Теплостанской возвышенности города Москвы. Под одинаковой лесной растительностью с доминированием липы сердцевидной изучалось влияние различных типов почв на динамику эмиссии CO₂. Первая группа – антропогенно-преобразованные почвы в Ботаническом саду МГУ на Воробьевых го-

рах. Вторая – природные почвы в природно-историческом парке «Битцевский лес». Третья – природные почвы с подсыпанным рекультивационным горизонтом в «Липовом парке» в поселке Коммунарка (Новая Москва). В Ботаническом саду также исследованы антропогенные почвы под газоном, а на окраине Битцевского леса – природные почвы под луговой растительностью.

Эмиссия углекислого газа определялась статическим камерным методом (в первой половине дня) в 5 повторностях для каждого из исследуемых участков в летний (июнь, июль) и осенний (октябрь, ноябрь) периоды.

В зависимости от типов почв получили следующие закономерности эмиссии CO_2 . В июне отличия медианных значений по годам для всех почв получились незначительными (в пределах $35 \text{ мг CO}_2/\text{м}^2$ в час). Минимальный поток CO_2 был зафиксирован в почвах Битцевского парка ($367\text{--}361 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час), максимальный – в Ботаническом саду ($479\text{--}512 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час). В пик вегетационного сезона в середине июля 2018 г. на участке «Ботанический сад» эмиссия из менее кислых антропогенно-преобразованных почв была наименьшей и составляла $385 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час, увеличивалась из природных почв в Битцевском лесопарке ($736 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час) и была наибольшей из природных почв с подсыпанным горизонтом в «Липовом парке» ($760 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час). В июле 2019 года закономерности сохранились, однако, из-за более холодных и влажных погодных условий эмиссия оказалась ниже в 1,3–1,8 раз (329 и $467 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час в Ботаническом саду и Битцевском лесопарке, соответственно; $406 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час в Коммунарке), чем в 2018 г. В октябре интенсивность эмиссии по сравнению с летом снижалась, в 2018 году более резко из-за значительного перепада температур по сравнению с 2019 годом. В ноябре эмиссия CO_2 в атмосферу была достоверно самой низкой. В природных почвах Битцевского леса сезонные изменения выделения CO_2 в атмосферу проявлялись контрастнее.

В отличие от почв под лесом эмиссия CO_2 из почв под газоном в 2019 году не повторила закономерности предыдущего года. В 2018 году наибольшая эмиссия CO_2 отмечалась из газона Ботанического сада в июне ($934 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2$ в час), тогда как в 2019 году максимум сместился на июль. Это произошло из-за более сухих условий июня 2019 г., препятствовавших активному росту травы. Динамика эмиссии CO_2 из почв под природным разнотравно-злаковым лугом (Битцевский лес) в 2019 г. была аналогична 2018 с максимумом в июле, но с меньшей интенсивностью. Эмиссия CO_2 под разнотравно-злаковым лугом в июле была выше, чем под газоном за счёт большей подземной фитомассы естествен-

ного сообщества. Осенью как в 2018 так и в 2019 гг. значения эмиссии снижаются до 200–300 мгСО₂/м² в час (октябрь), а затем до 100–200 мгСО₂/м² в час (ноябрь).

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. С.А. Кулачковой.

УДК 631.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОТОКИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЯ»
АГРОЦЕНОЗОВ ПЛАВСКОГО ПЛАТО

О.В. Шопина

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

With the growing anthropogenic impact on soils, it becomes important to understand the behavior of heavy metals in the soil-plant system. On the Plavsk upland, P, K, Ca, Mg, Zn are chemical elements, which are the most actively transferred from Chernozems into plants tissues. Ti, Fe, Al, Si, Co, as well as As, V, Cr, Ni, Pb, and Mn are weakly transferred. In leaves and shoots, the highest concentration is typical for P, K and Mg, in roots – Fe, Al, As, V and Cr, in seeds – S, Zn and Ni.

Для изучения поведения тяжёлых металлов в системе «почва-культурные растения» на территории Плавского плато (южная часть Тульской области) исследовано три площадки с агроценозами глинисто-иллювиальными под агроценозами пшеницы (*Triticum aestivum*), сои (*Glycine max*) и козлятниково-кострецовой (*Galega orientalis* и *Bromopsis inermis*) травосмеси с отбором 45 образцов почвы (послойно (10 см) до глубины 30 см), 16 – наземной фитомассы и 4 – подземной. В почвенных образцах определяли рН_{водн}, содержание углерода органических веществ, гранулометрический, элементный состав и подвижные формы элементов в ацетатно-аммонийной вытяжке. Все изучаемые площадки расположены в схожих условиях элювиальных (пшеница, злаково-бобовая травосмесь) и трансэлювиальных (соя) ландшафтов.

Значения рН в образцах из верхних горизонтов нейтральные – слабощелочные (5.6–6.9). Содержание С_{орг} в 30-см слое агроценозов трех площадок варьирует от 4 до 6 % при отсутствии значимых различий между площадками. Гранулометрический и элементный состав верхних 30 см всех изученных почв однороден (р > 0.08) для всех фрак-

ций и элементов, включая подвижные формы. Относительно верхней части земной коры (Григорьев, 2009) изученные агрочерноземы обогащены (подстрочный индекс – кларк концентрации) $Co_{1.9}$, $P_{1.6}$, $Cu_{1.6}$, $Ti_{1.4}$, $Ni_{1.4}$, $Si_{1.3}$, $As_{1.3}$ и обеднены (подстрочный индекс – кларк рассеяния) $Ca_{4.1}$, $Mg_{3.6}$, $Sr_{1.6}$, $Fe_{1.3}$. Наибольшая подвижность (подстрочный индекс, %) характерна для $Ca_{4.6}$ и $Sr_{1.5}$.

Зольность всех видов растений близка между собой и варьирует в пределах 6–10 %. При этом она максимальна в генеративных органах и достигает 30 %. Активность поглощения элементов из агрочерноземов культурными растениями на Плавском плато уменьшается в ряду: $P > K > Ca > Mg > Zn$, для которых коэффициент биологического поглощения (КБП) – отношение содержания элементов в золе растений к содержанию в почвах – превышает 2. Все растения слабо поглощают Ti , Fe , Al , Si , Co , As , V , Cr , Ni , Pb , Mn с $КБП < 0.1$. В целом, среди изученных культур, Бобовые активнее Злаковых поглощают Ca и Mg . По сравнению с пшеницей Бобовые содержат больше K , Mg во всех органах, Sr , Ca – в наземной фитомассе. Содержание P , K и Mg максимально в наземной части всех растений, Fe , Al , As , V и Cr – в корнях. В зерне пшеницы и бобах сои повышено содержание S , Zn и Ni .

Таким образом, наиболее интенсивно из черноземов в изученные культурные растения переходят P , K , Ca , Mg , Zn , менее активно – S , Sr , Si и слабее всего Fe , Al , Co , As , V , Cr , Ni , Mn , Pb .

Литература

Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. И.Н. Семеновым.

Секция IV

Экстремальные явления в почвах

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ И ШТАММОВ УСТОЙЧИВЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ, ВНЕСЁННЫХ В ЗАГРЯЗНЁННУЮ
ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВУ, НА РАЗВИТИЕ
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

С.А. Антоненко, В.В. Зинченко, Е.С. Федоренко,

П.Д. Погоньшев, А.В. Горовцов, С.Н. Сушкова

Южный федеральный университет, Академия биологии
и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия.

mlost1618@mail.ru

The independent and joint effect of a carbon sorbent, made at different temperatures of pyrolysis, and a mixture of strains of metal-resistant bacteria on the development of the root system of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) was studied in laboratory conditions. The highest rates of root system were discovered when bacteria were introduced.

Введение. В последнее время возрастает антропогенное влияние на природные экосистемы, одной из причин которого является рост уровня урбанизации. Вследствие загрязнения окружающей среды, многие её компоненты, включая почву, подвергаются экологическому риску. Для восстановления загрязнённых почв применяют различные подходы, например, внесение бактериальных штаммов и использование сорбентов [1]. Углеродистые сорбенты, а именно биоуголь, используют в качестве перспективного средства ремедиации почв. Чтобы оценить влияние загрязнения на растения, используют метод изучения морфо-биометрических показателей. На сегодняшний день информации о взаимодействии микроорганизмов и биоугля в почве немного, несмотря на широкое использование их в исследованиях.

Целью данной работы было оценить влияние биочара и бактерий, внесённых в почву, загрязнённую тяжёлыми металлами, на длину корня ячменя ярового.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований был ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.), помещённый в условия загрязнённой почвы с добавлением микроорганизмов и биоугля. В ходе модельного опыта исследовали влияние на длину корней. Растения росли в течение 40 суток.

Результаты и обсуждения. Рассматривая параметры длины корней, мы можем увидеть, что все значения оказались ниже контрольного (27.0 см). Минимальные значения, наблюдали в загрязненной почве –

14.5±2 см, что меньше контроля почти в 2 раза. При внесении биоугля и штаммов металлоустойчивых бактерий показатели увеличивались в ряду: биоуголь 500 (15.7 см) – бактерии и биоуголь 700 (15.9 см) – бактерии и биоуголь 500 (17.3 см) – биоуголь 700 (18 см) – бактерии (19.2 см). Самый высокий показатель среди вариантов загрязнённой почвы (с добавлением бактерий) превышает значения для загрязненной почвы на 5.3±2.5 см, но ниже контрольной почвы на 7.7±2.5 см.

Таким образом, внесение в загрязнённую почву микроорганизмов и биоугля, в целом, положительно влияло на длину корней растения, при этом взаимодействие бактерий с биоуглём 500 приводило к улучшению показателей (почти на 2 см), относительно данного вида биоугля без бактерий. В то же время, для биоугля с высокой температурой пиролиза (700 С) наблюдалась обратная закономерность – сочетание биоугля 700 с бактериями было менее эффективно, чем внесение только данного биоугля. По-видимому, такие различия могли быть связаны с размерами пор при разных температурах пиролиза и различающейся эффективностью колонизации биочара микроорганизмами.

Литература

1. Song B. et al. Evaluation methods for assessing effectiveness of in situ remediation of soil and sediment contaminated with organic pollutants and heavy metals //Environment international. – 2017. – V. 105. – P. 43–55.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 19-74-10046.

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

УДК 504.121

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Антонова, Л.Ф. Асланова

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону,
shura.antonova.13@mail.ru

Under conditions of an unbalanced load on the soils of agrocenoses and a large distance between the protective forest bands, the soil microstructure is blown out.

Получение высоких и стабильных урожаев возможно при сохранении и увеличении плодородия почвы. Защитную функцию сохранения плодородия почвы в степной зоне юга России во многом выполняет

агролесомелиорация. Нарушение плодородия почвы здесь часто является следствием дефляции. В последнее время в технической литературе появился термин «машинная деградация почвы» (МДП). Так назван комплекс вредных последствий массивов машинного воздействия на почву ходовых систем машин и рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Для исследования состояния чернозёма обыкновенного в условиях несбалансированного антропогенного использования нами был выбран агроценоз, расположенный в Аксайском районе Ростовской области. Этот объект защищён от воздействия господствующих ветров лесополосами плотной конструкции. Дифференциация вариантов опыта была приурочена к зональности действия межполосного пространства внутри продольных полос, расположенных поперёк господствующих ветров: 1. заветренная зона протяжённостью, равной 10-ти кратной высоте лесной полосы, расположенная с заветренной стороны относительно господствующих ветров; 2. центральная зона протяжённостью, равной 10–15-кратной высоте лесной полосы; 3. контрольная зона, которую выделяют только на полях, где расстояние между продольными лесными полосами превышает дальность их действия и условно принимают за «контроль», который в экологическом отношении близок к участку, не защищённому лесными полосами. «Контрольная зона» занимает пространство между центральной и наветренной зонами; 4. наветренная зона протяжённостью, не превышающей 5-кратную высоту лесной полосы. Целью исследования являлась оценка негативного антропогенного воздействия на почву и средозащитной функции лесных полос. Структура почвы один из основных показателей плодородия почвы, поддержание стабильности которого возможно лишь при условии оптимального сочетания в севообороте культур сплошного сева и пропашных культур. Для оценки структурного состояния пахотного слоя нами были отобраны образцы почвы по вариантам опыта и подвергнуты сухому просеиванию. Просеянные образцы были условно разделены на две группы: 1. макроструктура – от 1 см до 2.5 мм и 2. микроструктура – менее 2.5 мм.

В исследуемом агроценозе достоверно установлена закономерность распределения макроструктуры с зональностью действия продольных лесных полос. В зонах активного действия лесных полос – это заветренная зона, центральная зона, наветренная зона макроструктуры значительно меньше (33, 39 и 43 % соответственно), чем на контрольной зоне (69 %). На наш взгляд это является следствием того, что на контрольной зоне происходит выдувание пылеватой фракции. В остальных зонах превалирует микроструктура, за счёт увеличения

пылевой фракции. Это, на наш взгляд, является следствием того, что здесь в многолетнем временном отрезке имел место трёхпольный севооборот: пар – озимая пшеница – подсолнечник.

Частое возвращение на поле подсолнечника, как следствие, чрезмерное воздействие на почву сельскохозяйственных орудий, обусловленное нарушением систем земледелия на протяжении многих лет приводит к разрушению агрономически ценной структуры и выдуванию мелкодисперсной фракции на контрольной зоне, где отсутствует защитная функция существующих лесных конструкций.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Н.В. Громаковой.

УДК 631.4

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ И ИХ СВЯЗЬ С СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

С.А. Антонова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

AFlamell@yandex.ru

REEs associated with soil-abundant Fe-, and Mn-oxides/hydroxides were analyzed to explore the fractionation and anomalies of REEs related to this minerals in Dystric Albic Retisol (Loamic) on moraine. HREEs have higher adsorption affinity to Fe-, and Mn-oxides/hydroxides than LREEs. The degree of the tetrad effect (TE) and both positive Ce and negative Eu anomalies were estimated. The results show that Mn-oxides content correlate with Ce and Eu anomalies, LREEs strongly correlate with Ce and Fe oxides/hydroxides, HREEs have a correlation with Y.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) – группа элементов, которая включает в себя скандий, иттрий, лантан и лантаноиды (Ln) [всего 16 элементов]. Один из методов определения уровня антропогенной нагрузки почв – сравнение с фоновыми значениями, полученными для ненарушенных почв. К сожалению, литературных данных о содержании РЗЭ в почвах южной тайги недостаточно. Для определения поведения РЗЭ необходимо оценить вклад различных почвенных компонентов в их закрепление, в том числе гидроксидов железа и марганца.

В рамках данного исследования проводился анализ фракции РЗЭ, связанных с оксидами и гидроксидами железа и марганца. Объектом исследования служили образцы палево-подзолистой почвы (WRB:

Dystric Albic Retisol (Loamic)), отобранные на территории Центрально-Лесного государственного биосферного заповедника (Тверская обл.). Профиль почвы: L-F-H-A₁A₂-A₂-ПВД

Выделение вышеуказанной фракции РЗЭ из почвы проводили с помощью реактива Тамма (Ладонин, 2019). Определение Ln, Sc, Y, Mn, Fe в вытяжках проводилось методом ИСП-МС на приборе Agilent 7500a ICP-MS, статистическая обработка – в программе MS Excel.

Результаты анализов были нормированы по хондриту. На графиках видны проявления положительной цериевой аномалии во всех горизонтах, величина которой подсчитана по формуле $Se_{ан} = \lg[3Ce_n / (2La_n + Nd_n)]$ (Brioschi L., 2013), максимальное значение соответствует горизонтам L, F, A₂ – 2.02, 2.04, 1.62, соответственно. Также во всех горизонтах есть отрицательная Eu-аномалия, рассчитанная по формуле $Eu_{ан} = \lg[Eu_n / (Sm_n + Gd_n)^{1/2}]$ (Brioschi L., 2013). Ее минимальное значение горизонтах в ПВД, H. По результатам опыта была найдена корреляционная зависимость между величиной Ce и Eu аномалий и содержанием Mn в каждом горизонте почвы, коэффициенты корреляции равны 0.91 и 0.88, соответственно. В ходе анализа результатов была вычислена величина тетрад-эффекта (ТЭ) – периодические изменения свойств лантаноидов (Водяницкий, 2012). Для всех горизонтов, кроме ПВД, характерен ТЭ М-типа (Irber, 1998).

Одним из этапов обработки данных был корреляционный анализ результатов, с расчетом коэффициентов корреляции Пирсона (*K*): обнаружена высокая положительная корреляция ($K > 0.95$) между Ln в трех группах: La-Ce-Pr-Nd-Sm; Gd-Tb-Dy-Ho; Er-Tm-Yb-Lu. Таким образом, в этих группах соединения с (гидро)оксидами железа и марганца имеют схожие свойства. Это может быть связано с проявлением ТЭ.

Элементы иттриевой подгруппы хорошо коррелируют с иттрием ($K = 0.97-1.00$). Цериевая подгруппа, а также Gd, Tb, Dy, Ho – с церием.

Элементы цериевой подгруппы (LREEs) имеют высокую корреляцию с оксалат-растворимым железом, однако корреляции Ce и Eu самые низкие в подгруппе ($K = 0.97$ и 0.96 соответственно, что можно объяснить влиянием Ce и Eu аномалий). Хочется отметить, что было выявлено относительное обогащение почвы тяжелыми лантаноидами (HREEs), связанными соединениями железа и марганца. Возможно, такое поведение связано с тем, что HREEs менее подвержены выветриванию по сравнению с LREEs (Björn ohlander, 1996), что проявляется в меньшем выносе HREEs из оксидов/гидроксидов железа и марганца.

Литература

1. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites//*Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1998. V.63. № 3/4. P. 489–508.
2. Brioschi L., Steinmann M., Lucot E. et al. Transfer of rare earth elements (REE) from natural soil to plant systems: implications for the environmental availability of anthropogenic REE // *Plant Soil*. 2013. № 366. P. 143–163.
3. Ладонин Д.В. Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах. М.: Издательство Московского университета, 2019. 312 с.
4. Водяницкий Ю.Н. Геохимическое фракционирование лантанидов в почвах и горных породах (обзор литературы) // *Почвоведение* – 2012. № 1. С. 1–13.
5. Ohlander B., Land M., Ingri J. et al. Mobility of rare earth elements during weathering of till in northern Sweden// *Applied Geochemistry*. 1996. V.11. P. 93–99.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Д.В. Ладониным.

УДК 504.121

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ИНТЕНСИВНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ

Л.Ф. Асланова, А.Д. Антонова

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
aslanova.leyla04@yandex.ru

As a result of intensive anthropogenic load, which manifests itself in the form of violation of the crop rotation system, noted the destruction of agronomically cost structure of an ordinary chernozem.

Плодородие почвы – понятие многофакторное и здесь каждая его составляющая важна и незаменима. В результате эрозии ухудшается структурное состояние почвы, снижается содержание гумуса что приведёт к снижению водопроницаемости, влагоемкости и запасов доступной для растений влаги, которая является лимитирующим фактором в степной зоне юга России. Для исследования структурного состояния чернозёма обыкновенного, характеризующегося интенсивной и несбаланси-

рованной сельскохозяйственной нагрузкой был выбран агроценоз, расположенный в Аксайском районе Ростовской области. Несбалансированность использования обусловлена тем, что здесь в многолетнем временном интервале имеет место трёхпольный севооборот: пар – озимая пшеница – подсолнечник, более 30 лет на поля не вносят органических удобрений, что не соответствует зональным системам земледелия. Поле защищено от воздействия господствующих ветров лесополосами плотной конструкции. Варианты опыта были назначены в соответствии с зональностью действия межполосного пространства, предложенного Всероссийским научно-исследовательским институтом агролесомелиорации (ВНИАЛМИ): 1. Заветренная зона; 2. Центральная зона; 3. Контрольная зона, которая в экологическом отношении соответствует участку, не защищённому лесными полосами; 4. Наветренная зона. Целью исследования являлась оценка структурного состояния чернозёма обыкновенного и содержания гумуса в межполосном пространстве. По зонам межполосного пространства были отобраны почвенные образцы в лесе 0–20 см. Они были подвергнуты сухому просеиванию для определения структурного состояния почвы. Также в почве определяли содержание гумуса по методу Тюрина.

Было установлено, что в заветренной и наветренной зонах межполосного пространства, где на почве в большей степени проявляется лесомелиоративный эффект, препятствующий выдуванию почвы, преобладает микроструктура (67 и 57 % соответственно). По нашему мнению, причиной этому является недопустимо частое возвращение на поле пропашной культуры. В почвенных образцах, отобранных на контрольной зоне межполосного пространства обнаружено минимальное количество микроструктуры (31 %). Расстояние межполосного пространства превышает дальность действия лесных полос и, вероятно, здесь имеет место выдувание микроструктуры. В почвенных образцах контрольной зоны обнаружены достоверно меньшие количества гумуса по сравнению с его содержанием в других зонах. Проведённый корреляционно-регрессионный анализ позволил установить факт прямой, сильной зависимости между содержанием микроструктуры и гумуса в почве по исследуемым зонам ($r = 0.91$). Таким образом, можно предположить, что гумус преимущественно находится в микроструктуре почвы. В соответствии с полученной величиной коэффициента детерминации (d) на 82 % снижение содержания в почве гумуса в контрольной зоне межполосного пространства связано с выдуванием здесь микроструктуры почвы.

Поскольку содержание гумуса в почве один из основных критериев определяющих уровень плодородия, следует заключить, что в сложившихся условиях весьма необходимы меры, направленные на создание условия функционирования агроценоза, когда будет поддерживаться оптимальное количество агрономически ценной структуры почвы и, как следствие, сохранение гумуса – основного фактора плодородия русского чернозёма.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Н.В. Громаковой.

УДК 631.434.1

КАЧЕСТВО СТРУКТУРЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ: ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ

Е.А. Воликова, И.В. Волошенко, Е.А. Новых

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 1321852@bsu.edu.ru

The quality of the structure, its optimality and the degree of the degradation in the upper horizons of arable soils and forest belts were evaluated. The assessment of the degree of soil structure degradation proposed for agricultural lands is not applicable for shelter belt soils. The inconsistency of some assessments requires the development of unified approaches.

В отечественном почвоведении много внимания уделяется структуре почвы. При этом традиционными показателями для характеристики структуры являются содержание глыб (фракция >10 мм), пыли (фракция <0.25 мм), АЦФ (агрономически ценные фракции размером 0.25–10 мм).

В течение 30 лет проводили мониторинговые исследования по изучению тенденций изменения структуры чернозёмов при внедрении почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории. По методу Саввинова определён структурно-агрегатный состав в почвах плакора, склонов 1–3° и 3–5° и лесополос по контурам 3° и 5°. При оценке параметров структуры применены как традиционные подходы, определяющие качество структуры, так и изложенные в нормативных источниках (характеристика оптимальности структуры и степени её деградации). Ниже приведен фрагмент таблицы с результатами оценки структуры верхнего горизонта, т.е. горизонта Ap в пахотных почвах и Ad в почвах лесополос.

Таблица. Содержание фракций (φ) и оценки качества структуры верхних горизонтов почв.

Участок	Глыбы		АЦФ	
	φ , %	Оценки	φ , %	Оценки
Плакор	13.0	сильное снижение от оптимума, недеградированные	82.3	отличное оптимальное недеградированные
Склон 1–3°	10.2	сильное снижение от оптимума, недеградированные	80.8	отличное оптимальное недеградированные
Лесополоса 3°	37.7	сильное превышение от оптимума, слабая степень деградации	59.3	удовлетворительное сильное снижение от оптимума средняя степень деградации

Очевидна противоречивость результатов некоторых оценок. Например, по содержанию глыб у почв лесополосы слабая степень деградации, а по содержанию АЦФ – средняя. В почвах плакора структурное состояние отличное, но по содержанию глыб – сильное снижение от оптимума. Во всех пахотных горизонтах структура недеградированная, в то время как в почвах лесополосы – слабая или средняя степень деградации, т.е. оценка степени деградации структуры почвы, предложенная для земель сельскохозяйственного назначения, неприменима для необрабатываемых почв. Представленные данные свидетельствуют о необходимости унификации предлагаемых оценок, чтобы результаты их были похожи.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Л.Л. Новых.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ СВИНЦА В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ

А.А. Габышева

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера им.
проф. Д.Д. Саввинова СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск,
gabishevaaagitovna08@mail.ru

The content and degree of adsorption of lead in the permafrost soil were determined in the conditions of model experiment.

Среди процессов, приводящих к ухудшению качества почв, наиболее масштабным и распространенным является загрязнение тяжелыми металлами. Одним из наиболее токсичных металлов является свинец. Если основной формой загрязнителя в почве является малоподвижная или неподвижная, угроза проявления токсических свойств металлов будет минимальна.

Цель работы: в условиях модельного опыта определить содержание подвижных форм свинца и степень адсорбции этого металла мерзлотной почвой. Объектом исследования являлись два доминирующих типа мерзлотных почв Западной и Северо-Западной Якутии (Томторское и Накынское месторождения): палево-бурая оподзоленная и криозем гомогенный неоглеенный.

Исследования проводились на базе лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ. Определение содержания свинца проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на МГА-915.

Степень сорбции свинца определяли по формуле:

$$a = \frac{m_{\text{сорб}}}{m_{\text{внесен}}} \times 100\% = \frac{C_0 \times V_0 - C_i \times V_i}{C_0 \times V_0} \times 100\%,$$

где $m_{\text{сорб}}$ – масса сорбированного почвой свинца, мг; $m_{\text{внесен}}$ – масса свинца в исходном растворе, мг; C_0 и C_i – концентрации ионов свинца в исходном растворе и в фильтрате соответственно, мг/дм³; V_0 – объем исходного раствора в дм³, V_i – объем фильтрата, дм³.

Модельный опыт основан на работах С.В. Круглова, В.С. Анисимова, Г.В. Лаврентьевой, Л.Н. Анисимовой, Т.М. Минкиной, А.А. Статовой, В.С. Крыщенко и состоит из следующих стадий: подготовки почвенных образцов, модельного эксперимента и анализа образцов атомно-абсорбционным методом.

Подготовка почвенных образцов к эксперименту. Пробу почвы в лабораторных условиях рассыпали на бумаге и разминали пестиком крупные комки. Удаляли включения – корни растений, камни и т.п. Высушивали почвенный материал в течение нескольких дней. Высушенную до воздушно-сухого состояния почву растирали в фарфоровой ступке. Просеивали через сито с отверстиями 2.5 мм. Переводили в моноионную Са-форму путем многократных промывок сначала 0.1 М раствором $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ при соотношении фаз 1:10, затем – деионизированной водой. Почвы подсушивали на воздухе до постоянного веса и до использования хранили в закрытых стеклянных сосудах.

Ход работы модельного опыта. Воздушно-сухие навески подготовленных образцов почв массой 1 г помещали в 50 мл стаканы и приливали раствор $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией 12 мг/л по 20 мл. Приливали раствор $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ с постоянной ионной силой по 20 мл 0.02 н для 1 г навески. Суспензию взбалтывали на ротаторе (156 об/мин) в течение часа, сутки отстаивали, фильтровали и проводили анализ по определению ионов свинца в фильтрате.

Таким образом, наиболее повышенное содержание свинца в фильтрах обнаружено в образцах мерзлотной палево-бурой оподзоленной почвы – 1.98 мг/дм³. Наиболее высокая степень адсорбции (99.59 %) наблюдается у криозема гомогенного неоглеенного, $C_i = 0.049$ мг/дм³. А также, наиболее высокая степень адсорбции наблюдается в минеральных горизонтах, глубина которых 52(67)–97 см для криозема гомогенного неоглеенного, 57(63)–98 см для мерзлотной палево-бурой оподзоленной почвы. Но при этом прослеживается небольшая разница в типах почв: криозем гомогенный неоглеенный – 99.59 %, мерзлотная палево-бурая оподзоленная почва – 97.13 %. Результаты модельного опыта по определению содержания подвижных форм свинца в дальнейшем будут использованы для изучения адсорбционных и десорбционных способностей, а также устойчивости мерзлотных почв к техногенному загрязнению.

Работа рекомендована к.б.н. Я.Б. Легостаевой.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ПАХОТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

К.А. Гордеева, И.А. Гусева, Л.И. Латыпова

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
karina_869@mail.ru

An agrochemical survey of chernozems of agricultural territories which located in Zakamye region of the Republic of Tatarstan was carried out for introducing differential fertilizer application systems.

Исследования variability свойств почв является актуальным при решении современных научно-прикладных проблем, так как несистемное внесение минеральных удобрений может повлиять на агрохимическое состояние сельскохозяйственных угодий, в том числе, на пространственную variability содержания элементов питания. Традиционные подходы к агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственных угодий ориентированы на внесение расчетных доз минеральных удобрений на поля севооборотов, по результатам оценки содержания доступных элементов питания на отдельных элементарных участках. Созданные точные интерполированные картограммы обеспеченности полей элементами питания могут использоваться как основа для дифференцированного внесения минеральных удобрений в зависимости от реальных потребностей растений в элементах питания. Для реализации данных подходов требуются изучение пространственной неоднородности сельскохозяйственных угодий и разработка методов ее количественного описания.

Цель исследования – провести агрохимическое обследование почв для выявления степени их variability по агрохимическим показателям для перспектив внедрения систем точного внесения минеральных удобрений.

Объектом исследования были черноземные почвы сельскохозяйственных территорий, расположенных в Закамье Республики Татарстан. В ходе камеральной подготовки поля были поделены на участки отбора смешанных проб площадью 5 га. Суммарная площадь 24 обследованных полей составила 2612 га, элементарных участков отбора образцов – 536 шт. Отбор почвенных проб проводился в конце вегетации культуры-предшественника 2018 года. Смешанные образцы отбирались по маршруту, проложенному по диагонали элементарных участков, и составлялись из 20–30 индивидуальных проб. Определение подвижных форм фосфора и калия проводилось по методу Чирикова (ГОСТ 26204-

91) и Мачигина (ГОСТ 26205-91), щелочногидролизуемый азот определялся по методу Корнфилда.

Анализ показал, что варьирование на 24 полях содержание щелочногидролизуемого азота оценивается как среднее, а фосфора и калия – как сильное.

Особого внимания заслуживает широкое варьирование содержания азота, фосфора и калия не столько между полями (что было вполне ожидаемым), сколько варьирование внутри отдельных полей.

По содержанию доступного фосфора только 17 % полей из 24 характеризуются средним варьированием, 58 % сильным, а 25 % очень сильным, примерно такая же картина наблюдается по содержанию доступного калия. По содержанию щелочногидролизуемого азота внутри-полевая вариабельность несколько ниже, сильной вариабельностью характеризуется 25 % полей, средней 63, слабой – 22 %.

Пространственное изменение агрохимических свойств пахотных черноземных почв Закамья Республики Татарстан характеризуется высокой вариабельностью, что делает перспективным (а в некоторых случаях просто необходимым) внедрение систем дифференцированного внесения удобрений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-29-05061 мк.

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

УДК 631.417.1

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДЛИТЕЛЬНОМ ОПЫТЕ С УДОБРЕНИЯМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Т.С. Дорофеева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени
Д.Н. Прянишникова», Москва tdrofa19@gmail.com

The application of environmental approaches in the study of agroecosystems causes interest in the processes of dynamics and transformation of soil organic carbon. Therefore, it is important to use long-term field experiments with fertilizers as objects of study, which make it possible to compare the slowly proceeding processes of changing the reserves of organic matter in specific climatic conditions under a given farming system.

В изучаемой литературе имеются противоречивые сведения о возможности секвестрации углерода пахотными почвами, что связано как с представлениями о потере углерода почвами в ходе агрогенной деградации, так и с возможностью только краткосрочного периода поддержания запасов дополнительно накопленного углерода, поэтому объектом исследования выбран длительный полевой опыт с удобрениями. Он даёт возможность сравнения медленно протекающих процессов изменения запасов органического вещества в конкретных климатических условиях при данной системе земледелия.

Объект исследования: Опыт Верхневолжского федерального аграрного научного центра (далее – ФАНЦ) «Влияние длительного применения систем удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота, качество продукции и плодородие дерново-подзолистой почвы».

Изучаемые варианты: чистый пар, Контроль (без удобрений), Навоз 20 т/га, Навоз 10 т/га + N50P25K60, N100P50K120.

Цель работы: Изучить изменение секвестрирующей способности и минерализационной активности органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном внесении эквивалентных доз минеральных и органических удобрений.

Полученные результаты:

1. Получены и обработаны результаты инкубационного эксперимента с почвенными архивными образцами 1990 и 2017 гг. Построены графики скорости минерализации почвенного органического вещества и кумулятивные кривые.

2. Созданы модели в RothC, которые показывают динамику содержания почвенного органического вещества на протяжении 50 лет по 4 вариантам длительного опыта. При сравнении данных модели с графиками получившимися при использовании значений базы данных по содержанию валового органического углерода Верхневолжского ФАНЦ получается хорошая сходимость результатов, что отражено графически.

3. Отобраны свежие почвенные образцы 2019 года с длительного полевого опыта. На них провели оперативную диагностику, измерив содержание углерода микробной биомассы.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при оценках потерь и секвестрации углерода легкими дерново-подзолистыми пахотными почвами, а также устойчивости данного процесса при изменении агрогенных воздействий и ожидаемых климатических изменений.

Работа рекомендована д.б.н., проф. РАН В.А. Романенковым.

ДРОЖЖЕВЫЕ АССОЦИАЦИИ
С МУРАВЬЯМИ ВИДА *LASIUS FLAVUS*

К.П. Доценко

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

This paper discusses associations between ants of the species *Lasius flavus* and yeast in natural habitats.

Из литературных источников известно, что дрожжи часто тесно ассоциированы с различными беспозвоночными животными, и в работах нашей лаборатории этот факт был неоднократно подтвержден. Ранние исследования показали, что дрожжи постоянно присутствуют как в материале муравейников *Formica rufa*, так и на поверхности самих насекомых, причем в подавляющем большинстве случаев, дрожжи были представлены видами одного рода – *Debaryomyces*. Несколько лет назад в лаборатории была предпринята еще одна попытка изучить дрожжевое население гнезд муравьев *Formica aquilonia*, экологически эти муравьи близки *Formica rufa*, и так же в гнездах муравьев *Formica aquilonia* были обнаружены дрожжи семейства *Debaryomycetaceae*. Однако видовой состав и экологические функции дрожжей в гнездах муравьев других родов изучен слабо. Например, муравьи рода *Lasius* играют не меньшую, чем формики, роль в формировании структуры мирмекоценозов средней полосы России, но изучены значительно хуже. Неизвестно, могут ли муравьи рода *Lasius* использовать дрожжи в кормовых целях? Существуют ли автохтонные или тесно ассоциированные с муравьями родов *Lasius* и др. виды? Таким образом, целью нашей работы является исследование видового состава дрожжей, ассоциированных с экологически различными (контрастными) видами муравьев.

В соответствии с данной целью нами были сформулированы следующие задачи:

1. оценить таксономическое разнообразие дрожжей, ассоциированных с муравьями и их гнездами;
2. проверить степень приуроченности разных видов дрожжей к определённым структурным элементам муравейника.

К настоящему моменту мы проделали эксперимент, объектами которого служили 75 рабочих особей муравьев *L. flavus*, образцы внешней стенки купола муравейников *L. flavus*, почва из купола муравейников *L. flavus*, мелкие корни из муравейников *L. flavus*. и, в качестве контрольной почвы, образцы органогенного горизонта. Образцы были ото-

браны в Зеленоградском районе Московской области в окрестностях поселения Крюково, а также в деревне Пустые Меленки Клинского района Московской области. В дальнейшем из образцов производили посевы на агаризованную среду ГПД для дрожжей из разведения 1:10 для образцов почв и материала муравейников, муравьев сеяли из разведения 5 муравьев на 500 мкл воды. Посевы инкубировали при температуре 5 градусов Цельсия в течение одной – двух недель, затем все выросшие колонии на основании морфологических признаков были разделены на морфотипы. Дрожжи были обнаружены в образцах всех отобранных субстратов, включая самих муравьев. Количество колоний каждого типа подсчитали, а представителей каждого из них выделяли в чистую культуру. Выделенные культуры на основании морфологических признаков отнесены нами к пяти родам и видам дрожжей (*Schwanniomycetes vanrijiae*, *Cryptococcus sp.*, *Trichosporon sp.*, *Sporobolomyces sp.* и *Galactomyces geotrichum*).

Работа рекомендована к.б.н., н.с. И.А. Максимовой, к.б.н., н.с. М.В. Голиченковым.

УДК 631.4

НАКОПЛЕНИЕ И РАЗЛОЖЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКЕЛА ПОПУТНОГО ГАЗА

Д.М. Дударева

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

Global warming can lead to a significant transformation of the structure of terrestrial ecosystems and a change in the mode of functioning of their constituent components. In this regard, studies of the processes of soil respiration, in particular, the biological activity of the soil of forested lands experiencing heat from the flare of associated gas burning, are of scientific and practical interest.

Глобальные изменения климата на региональном уровне проявляются в виде достаточно резких изменений абиотических факторов: температуры и количества осадков, с появлением не характерной для данного региона динамики. Международное научное сообщество активно обсуждает и идею об определяющей роли абиотических факторов и несущественной роли структуры микробного сообщества почвы как при разложении органического вещества почв, так и при стабилизации гумусовых соединений. В роли своеобразных натуральных моделей абиоти-

ческого стресса могут выступать факелы для сжигания попутного нефтяного газа. Сжигание попутного газа приводит не только к выбросам в атмосферу продуктов горения, но и к тепловому воздействию на подстилающую поверхность. В связи с этим, целью нашего исследования была оценка теплового и иссушающего воздействия факела попутного газа на биологическую активность микробного сообщества подзолистых почв и связанные с ней процессы гумификации и минерализации почвенного органического вещества (ПОВ). Мы предположили, что на участке почвы с максимальным воздействием факела должно наблюдаться угнетающее воздействие повышением температуры и иссушения на накопление органического вещества в почве.

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. Ширина каждой секции составила 10 м, а длина – около 60 м. На расстоянии 70 м от внешней границы ближайшей к факелу секции I находится действующий факел попутного газа. Пробы отбирались с глубины 1–3 см. Отбор проводился в секциях I, III, и VII в 5 биологических повторностях.

В ходе исследования был проведён сравнительный анализ скорости минерализации и качества органического вещества. Было выявлено, что величины констант скоростей минерализации органического вещества почвы постепенно уменьшаются с удалением от источника тепла. Иначе говоря, органическое вещество в зоне максимального влияния факела подвергается ускоренной минерализации по сравнению с ПОВ в остальных зонах пробной площади. Наблюдаются и существенные различия в распределении органического вещества между лабильным и устойчивым пулами. Доля устойчивого пула в составе ПОВ уменьшается по мере удаления от факела, а доля лабильного пула – увеличивается.

Таким образом, в исследуемом регионе с низкими среднегодовыми температурами искусственное нагревание атмосферы и почвы приводит к интенсификации биологического круговорота в лесной экосистеме. Кроме того, вблизи факела наблюдается не только повышение продуктивности соснового леса и изменение параметров начальных этапов формирования растительного сообщества, но и увеличение запасов углерода в почве, повышение доли устойчивого ПОВ и более глубокая гумификация органического вещества. Таким образом, наша рабочая гипотеза была опровергнута.

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

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМА
ОБЫКНОВЕННОГО НА АККУМУЛЯЦИЮ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ
АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ЗЛАКОВЫМИТ.С. Дудникова, С.Н. Сушкова, Е.М. Антоненко, А.И. Барбашев,
И.П. Лобзенко, Н.А. Дорохова, Н.П. Черникова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, tyto98@yandex.ru

The results of a model experiment artificially contaminated with benzo[a]pyrene (BaP) – one of the main toxicants for all living organisms – showed a significant decrease in the BaP content in soils after six months of incubation. It was found that the total PAHs content in barley depended on the total content of PAHs in the soil.

Бенз(а)пирен (БаП) представляет собой высокомолекулярное соединение, относящееся к группе полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). В зарубежной практике принято нормировать 16 представителей наиболее приоритетных ПАУ. Однако, в России только содержание БаП в почвах и зерне подлежит обязательному нормированию, его предельно допустимая концентрация (ПДК) для почв составляет 20 нг/г, для зерна – 1 нг/г. Канцерогенные и мутагенные свойства БаП определяют востребованность изучения аккумуляционного потенциала токсиканта растениями.

В качестве объекта исследования заложен модельный эксперимент с эталонной почвой, отобранной с территории ООПТ «Персиановский» (Ростовская обл.). Предварительно почву анализировали на содержание приоритетных ПАУ (Σ ПАУ – 206.1±10.1; БаП – 19.8±1.0). 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. Опыт включал контрольный образец без внесения поллютанта и с внесением БаП в количестве 200 нг/г (10 ПДК). Через 6 месяцев почва в сосудах была засеяна ячменем яровым сорта «Одесский-100». После достижения растениями фазы полной спелости зерна производили отбор почвенных и растительных образцов из каждого вегетационного сосуда. Экстракцию БаП и других ПАУ из образцов почв и растений проводили методом омыления. Количественное определение содержания БаП и других ПАУ в экстрактах осуществляли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Суммарное содержание приоритетных ПАУ в образцах определяли по

концентрациям таких веществ как: нафталин, биффенил, аценафтен, аценафтилен, фенантрен, антрацен, флуорен, флуорантен, хризен, бенз(а)антрацен, пирен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, БаП, дибенз(а,һ)антрацен, бенз(ɡ,һ,і)перилен.

Суммарное содержание ПАУ в почве контрольного образца через 6 месяцев инкубации составило 160.1 ± 7.7 нг/г, а содержание БаП – 16.2 ± 0.8 нг/г. При внесении 10 ПДК БаП в почву с последующей шестимесячной инкубацией обнаружено 4.2 ПДК, что соответствует 84.6 ± 4.1 нг/г, а суммарное содержание приоритетных ПАУ для образца с внесением поллютанта составило 369.8 ± 18.2 нг/г. В образце ячменя ярового, выращенного на контрольной почве, суммарное содержание приоритетных ПАУ составило 67.8 ± 3.0 нг/г, а содержание БаП – 3.3 ± 0.2 нг/г. В образце ячменя ярового, выращенного на почве с внесением 10 ПДК БаП суммарное содержание приоритетных ПАУ составило 235.4 ± 12.3 нг/г, а содержание БаП – 15.3 ± 0.7 нг/г.

Исследование показало, что с увеличением суммарного содержания приоритетных ПАУ в почве увеличивается суммарное содержание приоритетных ПАУ в яровом ячмене. Содержание БаП в исследуемых растениях ячменя ярового существенно зависело от содержания БаП в почве. Таким образом, содержание БаП в почве существенным образом повлияло на накопление токсиканта растениями.

Исследование выполнены при поддержке РФФ № 19-74-10046.

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

УДК 631.10

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПОЧВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Кушалиев¹, В.В. Кондратьева², В.В. Эрднеева³

¹Астраханский государственный университет, kushalievamir1@gmail.com

²Астраханский государственный университет,
victoriya.kondrateva28@mail.ru

³Астраханский государственный университет, erdneeva_verunya@mail.ru

This work contains detailed information on the causes of various types of degradation in the Astrakhan region, on the current state of soils in areas subject to a certain type of degradation in retrospect, and on the further threat to the development of these degradation processes.

Одной из современных экологических проблем планеты является деградация земель. Под этим понятием собраны все процессы, которые изменяют состояние почвы, и ухудшают ее функции. Современные экологические проблемы, возникшие в результате антропогенной перегрузки и нерационального использования природных ресурсов, несомненно, отразились на состоянии почвенного покрова Астраханской области.

Астраханская область находится в аридной зоне пустынь и полупустынь, но зеленым «оазисом» в этой пустыне является дельта и пойма Волги. На территории Астраханской области распространены различные типы почв. Они представлены в северных районах зональными светло-каштановыми почвами, в более южных районах – бурыми полупустынными, в Волго-Ахтубинской пойме, дельте и подстепных ильменях – пойменными. Интразональные – солонцы и солончаки – встречаются повсеместно среди всех типов почв.

На территории Астраханской области повсеместно располагаются уникальные почвенные объекты – Бэровские бугры. В пределах бугровых ландшафтов веками устанавливался водно-солевой баланс почв, определявшийся многочисленными климатическими изменениями и трансгрессиями Каспийского моря. В настоящее время бугровые ландшафты являются одними из самых уязвимых в экосистеме дельты Волги. В последнее время их экологическая уязвимость интенсивно усугубляется антропогенным вмешательством. В Астраханской области наблюдается повсеместное механическое уничтожение и разрушение бугров. В настоящее время около 80 % бугров Бэра в той или иной степени разрушены, при этом 40 % уничтожены полностью. И процесс этот не останавливается. Бугры Бэра служат источником глиняного сырья для кирпичного производства, широко используется при строительстве дорог, в личных подсобных хозяйствах населения. В результате этого бугры Бэра бесконтрольно разрушаются или полностью уничтожаются. Активное уничтожение бугров может привести к глобальной перестройке геохимической обстановки на территории Астраханской области.

Установлено, что при нарушении целостности бугров значительно возрастает пространственная вариабельность почвенных свойств, что приводит к формированию почвенных разностей, не свойственных для прилегающих ландшафтов ненарушенных бугров. При разрушении бугров выявлена тенденция значительного пространственного распространения солей в околобугровых пространствах, которое способствует прогрессивному развитию вторичного засоления.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.В. Федотовой.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ
ЗАЛЕЖНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Л.И. Латыпова, А.В. Королева

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Leisana-2009@mail.ru

We studied the content of organic matter and its individual fractions. The spectra of water-soluble and alkaline soluble organic matter in different-aged (7 and 75–80 years-old) fallow soils are studied. The qualitative composition of the labile OM fractions was evaluated according to the criteria of $SUVA_{254}$ and Sr.

Органическое вещество почв (ПОВ) важный компонент биосферы, который определяет плодородие почв, является долговременным резервуаром углерода в биосфере, влияет на устойчивость почв к негативным воздействиям.

Общий пул ПОВ является важным показателем качества почвы, однако, изменения в его содержании за короткий промежуток времени трудно поддаются измерениям. В то же время фракции лабильного органического вещества (ОВ) быстро реагируют на изменения окружающей среды, в связи с этим актуальным является изучение его подвижных соединений. Одним из вариантов характеристики получаемых фракций является использование оптических свойств растворенных органических веществ в ультрафиолетовой (УФ) и видимой областях. Цель данной работы: оценка содержания водо- и щелочнорастворимого ОВ в разновозрастных залежных светло-серых лесных почвах и направленность качественного изменения их состава.

Объектами исследования явились разновозрастные (7 и 75–80 лет) залежные светло-серые лесные почвы, расположенные в Предволжье Республики Татарстан (Россия), приуроченные к слабополотому склону юго-восточной экспозиции. Залежная растительность представлена сорной и разнотравно-злаковыми ценозами разных стадий сукцессий. Изучали содержание ОВ и его отдельных фракций, экстракция проводилась горячей водой и смесью $Na_4P_2O_7+NaOH$, в послонных образцах, отобранных из старопашотного горизонта разновозрастных залежей. Все анализы проводились в 3-кратной повторности. Измерение спектров поглощения водорастворимых и щелочнорастворимых фракций проводили на двулучевом спектрофотометре Lambda 35 (PerkinElmer, США) в диапазоне длин волн 450–250 нм и длине кюветы 0.01 м. Для характеристики спектров были использованы критерии $SUVA_{254}$ и Sr.

Анализ полученных данных показал, что наблюдается существенное накопление, как новообразованного под залежами ОВ, так и его водорастворимых и щелочнорастворимых фракций. Накопление происходит преимущественно в верхних слоях (0–5 см и 5–10 см) старопашотного горизонта. На процесс накопления ОВ существенное влияние оказывает возраст залежи. Под залежной растительностью 75–80 летнего возраста уровень накопления всех форм углерода в верхних слоях существенно выше, чем под 7 летними залежами.

Оценка качественного состава лабильных фракций по критериям $SUVA_{254}$ и Sr , показал, что в верхней части старопашотного горизонта идет накопление водорастворимых фракций ОВ с более низкой степенью ароматичности и более высокой молекулярной массой, увеличение ароматичности водорастворимого ОВ наблюдается с увеличением возраста залежи. В случае щелочнорастворимого ОВ эта тенденция практически не проявляется.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-04-00846.

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

УДК 631.41

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ
УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ АЭРАЛЬНЫМИ ПЫЛЕВЫМИ ВЫПАДЕНИЯМИ

Ю.Д. Леонтьева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения
mrsptaxa@gmail.com

In this work, we studied the effect of the pollution period on the content of «accessible» and «tightly bound» PAH fractions in the upper horizons of urban soils - urban soil (Aur) and constructozem (RAT) polluted with aerial dust deposition from snow.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой органические соединения, которые содержат два или более бензольных кольца и образуются, главным образом, в результате неполного сгорания химических веществ на основе нефти или органического

вещества в ходе естественных процессов или антропогенной деятельности. В больших городах транспорт – основной источник ПАУ, которые вместе с другими продуктами сгорания поступают в воздух. Основной путь распределения полиаренов в городах – аэральный с пылевыми и сажевыми частицами, а зоной их накопления становятся верхние горизонты городских почв. Исследования по трансформации гидрофобных органических поллютантов в почвах показали, что используемые при мониторинговых работах методы определения общего содержания поллютанта непригодны для прогнозирования скорости самоочищения или биоремедиации почвы. Определение актуально- и потенциально доступной (т.е. слабо- и среднесвязанной с минеральными и органическими компонентами почвы) доли ПАУ чрезвычайно важно для оценки их риска для окружающей среды и здоровья человека. На закрепление ПАУ в почвах могут влиять их молекулярная масса, свойства почвы, а также срок загрязнения. Однако фактически разные стадии «старения» загрязнения мало изучены, как и влияние источника и формы поступления ПАУ. Изучение материалов по данной теме показало, что использование экстракции полярными органическим растворителем (*n*-бутанолом) позволяет извлекать «легкодоступную» фракцию и частично «потенциально доступную» фракцию ПАУ из почвы.

В данной работе было исследовано влияние срока загрязнения на содержание «доступной» и «прочносвязанной» фракций ПАУ в верхних горизонтах городских почв – урбанозема (Aur) и конструкторозема (RAT), загрязненных аэральными пылевыми выпадениями. Определение ПАУ проводили методом ВЭЖХ на хроматографе Agilent 1260 с флюориметрическим детектированием.

В ходе исследования было получено, что для горизонта RAT содержание ПАУ, переходящих в *n*-бутанол, составило 70–80 % от общего содержания ПАУ, определенного методом исчерпывающей экстракции. Для почвы из Aur это содержание составило 55–65 %. В ходе годового инкубационного эксперимента для незагрязненных почв наблюдались только незначительные изменения в содержании «доступных» ПАУ. Для почвы горизонта RAT, загрязненной аэральными выпадениями, резкое (в 2–10 раз) снижение содержания переходящих в *n*-бутанол ПАУ наблюдалось за первые три месяца инкубационного эксперимента; наиболее существенно снижалось содержание низкомолекулярных ПАУ. Для загрязненного горизонта Aur резкое (в 10 раз) снижение содержания «доступных» ПАУ наблюдалось только для 3-ядерных гомологов; содержание высокомолекулярных ПАУ (бенз(а)пирена) за время инкубационного эксперимента достоверно не изменялось. Можно пред-

положить, что в горизонте РАТ конструкторема, содержащем большое количество фазы свободного органического вещества, десорбция с погружающихся в нее пылевых частиц протекает быстрее, по сравнению с минеральным урбиковым горизонтом, в котором аэральные частицы длительное время сохраняются в виде самостоятельной фазы.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Ю.А. Завгородней.

УДК 911.52:631.6

ИТОГИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРЫ ЧЕРНОЗЁМОВ В УСЛОВИЯХ КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

Л.К. Литвиненко, А.С. Бычин

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, larina-lit@yandex.ru

The research aims to compare the effect on chernozem's structure after 30 years of usage of the zonal and the soil-protective agricultural systems. It demonstrates different trends of change in the arable and the «plough pan» top soil layers structure. Under the soil-protective system, the «plough pan» soil layers demonstrate a decrease in lump content.

Введение. В Белгородской области расположен опытный участок ФГНБУ «Белгородский ФАНЦ РАН», который предназначен для изучения последствий применения почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории на чернозёмных почвах. Студенты-географы проводят мониторинг состояния структуры почв на этом участке в течение ряда лет. Некоторые результаты таких исследований докладывались на «Докучаевских чтениях» в 2011 и 2015 гг. Предлагаемое сообщение посвящено некоторым итогам 30-летнего применения почвозащитной системы.

Объекты и методы исследования. В целях мониторинга почвенной структуры ранее проводились исследования в 1999 и 2009 гг. В 2019 г. нами была заложена серия из 15 разрезов, которые отражали ситуацию на плакоре и склонах 1–3° и 3–5°. Определение структурно-агрегатного состава проводилось ситовым методом в модификации Н.И. Саввинова, статистические расчеты – с помощью программы Statistica.

Результаты и их обсуждение. В таблице приведены средние показатели, характеризующие почвенную структуру пахотных и подпахотных горизонтов в разных ландшафтных и производственных условиях после 30 лет применения разных систем земледелия.

Таблица. Средние показатели качества структуры верхних горизонтов почв.

Горизонт	Показатели	Склон 1–3°		Склон 3–5°		Плакор
		А	Б	А	Б	
Ар	АЦФ, %	75.0	80.8	76.3	74.5	82.3
	Пыль, %	12.2	9.0	13.0	11.3	4.7
	Глыбы, %	12.8	10.2	10.7	14.2	13.0
	Кс	3.0	4.2	3.2	2.9	4.7
Арр	АЦФ, %	45.8	55.2	44.0	55.6	49.5
	Пыль, %	3.2	4.8	2.3	4.6	1.4
	Глыбы, %	51.0	40.0	53.7	39.8	49.0
	Кс	0.8	1.2	0.8	1.3	1.0

Примечание: АЦФ – агрономически-ценные фракции; Кс – коэффициент структурности; А – зональная система земледелия; Б – почвозащитная система земледелия.

Максимальное содержание АЦФ в пахотном горизонте отмечено на плакоре, минимальное на склоне 3–5° в почвозащитной системе. Кс в почвах склонов ниже, чем на плакоре, и тенденции его изменения в разных частях склона изменяются: на склоне 1–3° в почвозащитной системе Кс почв выше, чем в зональной системе земледелия, а на склоне 3–5° картина обратная.

В подпахотных горизонтах наиболее высокими значениями содержания АЦФ характеризуются участки почвозащитной системы земледелия за счет снижения глыбистости почв. «Плужная подошва», как и ожидалось, характеризуется значительным ухудшением качества структуры в сравнении с пахотным горизонтом.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Л.Л. Новых.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ
НА ТЕРРИТОРИЯХ, РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ
ПОСЛЕ НЕФТЕРАЗЛИВОВ

Я.В. Литвинов, Е.П. Микова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, luv96@bk.ru

Soils, ecological condition of soils, soil remediation, oil spills, changes in soil properties.

Нефтяное загрязнение почвы наносит большой ущерб окружающей среде. Природоохранные мероприятия, направленные на восстановление нефтезагрязненных земель, предусматривают их рекультивацию. Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель (ГОСТ 17.5.1.01-83).

Объектом исследования являлись почвогрунты, рекультивированные после нефтеразлива при несанкционированной врезке в нефтепровод участка, расположенного в Пермском крае. Нефтезагрязненный участок расположен на землях сельскохозяйственного назначения в ареале дерново-подзолистых почв. Методом конверта были отобраны 18 смешанных проб с глубин 0–20 и 20–50 см в секторах окружностей, расположенных на удалении 15, 35 и 55 метров от точки разлива нефти, а также 2 пробы взяты в понижении рельефа относительно рекультивированного участка.

Для оценки экологического состояния почвогрунтов территории была проведена оценка биологической активности и токсичности методом фитотестирования (по патенту RU 2620555), определено содержание органического углерода методом И.В. Тюрина и актуальная и обменная кислотность потенциметрическим методом.

По результатам аналитической проработки отобранных почвенных образцов были сделаны следующие выводы. Актуальная кислотность в почвогрунтах с места рекультивации варьирует от нейтральной до слабощелочной (рН 7.36–8.06). Обменная кислотность в пределах нейтральной (рН 6.62–7.25). Средние показатели актуальной и обменной кислотности в почвогрунтах выше таковых для природных дерново-подзолистых почв.

Содержание органического углерода варьирует в пределах от очень низкого до высокого (1.38–7.17 %), в среднем низкое. Высокое содержание органического углерода отмечено в пробе с пониженного участка.

В целом, экологическое состояние почвогрунтов, оцененное по проявлению биологической активности, «удовлетворительное», за исключением двух точек в секторах на расстоянии 15 и 35 метров от точки разлива и пробы с пониженного участка, для которых дана оценка «неудовлетворительное состояние». Экологически опасного состояния почвогрунтов на участках не выявлено. Токсичность почвогрунтов с места рекультивации не выявлена, кроме двух образцов (умеренно токсичные).

Согласно разработанным нормативам допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах на территории Пермского края в дерново-подзолистых почвах для земель сельскохозяйственного назначения, установлена допустимая концентрация нефти и нефтепродуктов в 2.4 г/кг. Средний результат количественного содержания нефти и нефтепродуктов составляет 18.63 % от этого показателя, при максимальном и минимальном значениях 82.38 % и 1.50 % соответственно.

Увеличение содержания углерода, высокие показатели содержания нефтепродуктов и токсичность почвогрунтов пробы с пониженного участка свидетельствует о необходимости расширения площади рекультивации и о негативном воздействии остаточных нефтепродуктов на почвенный покров. Результаты оценки почвогрунтов, не смотря на значительные изменения, в сравнении с фоновыми почвами, свидетельствуют об отсутствии опасности при хозяйственном использовании рекультивированного участка по целевому назначению.

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.Е. Шестаковым.

УДК551.5

КРИОГЕННЫЕ ПРИЗНАКИ В СТРУКТУРЕ ПОЧВ ЗОНЫ ОСТРОВНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕРЗЛОТЫ И ПЕРЕЛЕТКОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

А.А. Лоншакова

Нижевартровский государственный университет, Shura_lon@mail.ru

Loamy automorphic soils are forming under the pressure of cold climate in insular permafrost zone of the West Siberian Plain. We found skeleton particles in the middle horizons of the soil profiles. It is suggesting that the process of partlivation is present. We came to the conclusion that the formation of skeletons occurs due to the migration of gravitational water and ice during the period of soil freezing.

Расположение почв с криогенными признаками в структуре зависит от распространения островной мерзлоты и перелетков Западно-

Сибирской равнины. Периферийная северная часть островного распространения мерзлоты и перелетков ограничивается рекой Аган и Сибирскими увалами, на юге Западной Сибири обширные возвышенные плато сложены пылеватými (лёссовидными) суглинками – Ишимская равнина, Приобское плато.

Рассматривая влияние распространения островной мерзлоты и перелетков, как фактора, повлиявшего на формирование почв с криогенными признаками, учитывали распространение почвообразующих пород плейстоценового происхождения, где определяются современные мерзлые породы. В стратиграфических слоях возвышенных террас обнаруживаются слои с криогенными формами.

В суглинистых почвах с криогенными признаками присутствуют горизонтальная делимость агрегатов и шлировая структура в срединной части почвенного профиля (тиксотропность, кристаллики льда). В этих почвах выражен комплекс скелетан, четко фиксирующихся во всех исследуемых почвах. Они сформированы в срединных горизонтах, исследуемых суглинистых автоморфных почв. Морфологическая форма скелетан представлена пылеватými кремнистыми присыпками. Их образование на поверхности агрегатов педовых отдельностей может свидетельствовать о выдавливании морозом мелкодисперсных пылеватых частиц на поверхность агрегатов, а также о партлювации в целом.

В ходе исследования скелетан применялся мезоморфологический метод для определения кремнеземистых присыпок в межпоровом пространстве агрегатов, а также ситовой метод для определения количества гранулометрических фракций. Дополнительно применялся термостатно-весовой метод для определения влажности в почвах. Температура в почвах измерялась температурным щупом. В основе исследования был проведен эксперимент, позволяющие проследить движение более мелких фракций в условиях замораживания. Суть эксперимента заключалась в разделении песчаных и пылеватых фракций, их окрашивании, для понимания движения фракций в испытуемом образце. Светлые частицы песчаной фракции размером более 0.25 мм, были смешаны с окрашенными в синий цвет частицами размером более 0.1 мм, были доведены до естественной влажности и подверглись замораживанию и дальнейшему рассмотрению под бинокуляром.

Предполагаем, что образование скелетан в срединных горизонтах почв происходит за счет миграции гравитационной воды и льда в период промерзания почв.

Исследование проведено в рамках гранта РФФИ № 19-29-05259.

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

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА СКОТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ И СОЛОНЦОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Лягузина¹, Н.Н. Каширская²

¹Воронежский государственный университет, katya.lyaguzina.98@mail.ru

²ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

A significant increase in phosphatase and urease activity was detected in the soils of the dry-steppe zone located in areas with maximum intensity of cattle pasture.

Перевыпас является самым агрессивным фактором в процессе деградации земель в пастбищных условиях, ускоряя процессы опустынивания сухостепных и пустынно-степных ландшафтов. В данной работе представлены результаты исследования биологической активности почв сухостепной зоны в зависимости от интенсивности пастбищной нагрузки. Район исследования приурочен к западному склону Ергенинской возвышенности. 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 биологической активности почв были выбраны три ключевые площадки, расположенные на различном удалении от овцеводческого хозяйства. Зона эпизодического выпаса скота (табл.) была представлена исключительно каштановыми почвами. Фосфатазная активность верхнего почвенного горизонта составляла здесь 241 мкг P_2O_5 / г почвы час, а уреазная активность – 305 мкг NH_4 / г почвы час. В зоне умеренного выпаса фосфатазная активность верхнего горизонта каштановой почвы уменьшалась в 2.2 раза по сравнению с зоной эпизодического выпаса, а уреазная активность, напротив, увеличивалась на 30 %. В почвенном покрове зоны умеренного выпаса скота были выявлены солонцы – результат деградации. Здесь в верхнем горизонте солонца фосфатазная и уреазная активности были соответственно на 30 и 15 % ниже, чем в каштановой почве этой же зоны. Интенсивный выпас скота, приводящий к увеличению площади солонцов, не привел к снижению ферментативной активности почв. Величины фосфатазной и уреазной активности верхнего горизонта каштановой почвы в зоне интенсивного выпаса были в 2.2 и 2 раза выше, чем в зоне эпизодического выпаса. Фосфатазная активность верхнего горизонта солонца в зоне интенсивного выпаса увеличилась в 4 раза по сравнению с предыдущей зоной, а уреазная активность изменилась

незначительно. Мы полагаем, что резкое увеличение ферментативной активности на участке с интенсивным выпасом скота связано с органическим загрязнением почвы, вследствие постоянного поступления навоза в верхние почвенные слои.

Таблица. Ферментативная активность верхнего горизонта почв на участках с различной интенсивностью выпаса скота

Интенсивность выпаса скота	Фосфатазная активность, мкг P ₂ O ₅ / г почвы час		Уреазная активность, мкг NH ₄ / г почвы час	
	Каштановые почвы	Солонцы	Каштановые почвы	Солонцы
Эпизодический	241	–	305	–
Умеренный	109	85	391	341
Интенсивный	541	345	622	360

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Борисовым.

УДК 630*114.351

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ КРОВЛИ ПОЗДНЕМЕЛОВОГО
ИСКОПАЕМОГО ЛЕСА ВОСТОЧНОЙ ЧУКОТКИ

Е.А. Назаренко¹, М.Р. Васина¹, М.М. Гладкова², П.В. Учанов³

¹РНИМУ имени Н.И. Пирогова, katyabk.201@mail.ru

²МГУ имени М.В. Ломоносова, letap.msu@gmail.com

³Институт проблем экологии и эволюции РАН г. Москва

The research aims to identify the biological effects of buried soils from the Eastern Chukotka in laboratory biotests. Biotesting method on protozoans showed high toxicity of the soil. The inhibitory effect on germination of spore micromycete *Aspergillus niger* has been established. Chemical analysis showed a large number of metals that are toxic to living systems.

Образцы почв, погребенных под вулканогенной толщей осадочной породы, отобранные на территории Восточной Чукотки, представлены были рыхлой черной массой, похожей на хорошо гумусированную почву. Ископаемый лес предположительно относится к тэмлянской флоре, возраст которой относится к верхнему мелу или раннему палеоценту (Aparin et al., 2017).

Исследование посвящено изучению влияния двух образцов (4Е и 5Е) погребенных почв на живые организмы. Была проведена оценка токсичности почвы на стандартных тест-культурах простейших *Paramecium caudatum* и генномодифицированных люминесцирующих бактерий *Escherichia coli* (Биотестирование в экологическом контроле, 2017). Кроме того, предпринята попытка оценить наличие питательных веществ, пригодных для развития микроорганизмов, хроматографическим методом по эмиссии диоксида углерода при добавлении к образцам суспензии спор гриба аспергилла – *Aspergillus niger*.

Результаты биотестирования показали, что по отношению к инфузориям образцы почв токсичны. Причем, образец 4Е оказал больший токсический эффект на культуру инфузорий *Paramecium caudatum* показала наибольшую летальность, по сравнению с образцом 5Е. При определении токсичности проб по интенсивности свечения тест-культуры бактерий оба образца почвы стимулировали свечение – уровень люминесценции был выше, чем в контроле. Можно сделать вывод о наличии люминесцирующих структур в образцах. Определение эмиссии углекислого газа в образцах с внесенными спорами *A. niger* не показало накопления биомассы или наличие роста гриба. Химический анализ выявил высокое содержание токсичных металлов в погребенных почвах (данные предоставлены М.М. Карпухиным).

На основании результатов можно сделать вывод о высокой токсичности исследованных образцов почвы. Отсутствие прорастания спор микромицета *A. niger* указывает на непригодность почвенных горизонтов для развития живых организмов (грибов).

Литература

1. Aparin B., Sukhacheva E., Grabovskiy A. The buried soils of the roof stratum of the late cretaceous fossil forest in eastern Chukotka / Cryo-soils in Perspective: A View from the Permafrost Heartland. Proceedings of the VII International Conference on Cryopedology. – Yakutsk, 2017 – p. 11–12.

2. Биотестирование в экологическом контроле /под ред. В.А. Тереховой/. ГЕОС, Москва, 2017, 70 с.

Работа рекомендована д.б.н, проф., зав. лабораторией экотоксикологического анализа почв, (ЛЭТАП) МГУ имени М.В. Ломоносова, В.А. Тереховой.

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ДОЛИН
МАЛЫХ РЕК ПРИКАМЬЯ

И.В. Пахоруков

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, Ivan-psu@yandex.ru

As a result of the conducted researches new data on properties of the *Fluvisols* formed under the influence of technogenic salt waters are received. The general direction of soil formation in *Fluvisols* of the taiga-forest zone affected by mineralized waters was manifested in the formation of salinity, slightly alkaline reaction of the environment, as well as in the accumulation of carbonates and gypsum.

Засоленность – один из основных признаков неблагоприятного экологического состояния земель, поэтому увеличение ареалов засоленных почв, вследствие природных и антропогенных процессов, а также развития глобального потепления является актуальной проблемой современности. В условиях умеренного гумидного климата основной предпосылкой устойчивой засоленности почв служит регулярное поступление солей. Вторичное засоление почв в Прикамье связано с добычей и переработкой солей. Шламохранилище БКПРУ-3 расположено к югу от г. Березники и относится к Балахонцевскому участку, который начал разрабатываться в 1973 г. Высокоминерализованные воды мигрируют от шламохранилища БКПРУ-3 и выклиниваются в пойме реки Лёнва.

Воды шламохранилища БКПРУ-3, поверхностные и подземные воды поймы р. Лёнва содержат хлоридные соли в концентрациях (от 15 до 110 г/л), определяющих развитие солончакового почвообразования и формирование засоленных аллювиальных гумусовых глееватых почв, а также солончаков вторичных и сорových.

Вторично засоленные почвы поймы р. Лёнва содержали с поверхности токсичные соли (хлориды Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , сульфаты Na^+) в количестве от 0.3 до 32 %, характеризовались накоплением поглощенных Na^+ и K^+ до 30 % и 51 % от емкости катионного обмена соответственно. Отмечены нейтрализация кислой реакции среды, появление карбонатов (до 1.6 %) и гипса (до 19 %).

На севере Пермского края близ села Усть-Игум, на месте бывшего Яйвинского острожка (XVI–XVII вв.), из рассолоподъемных скважин

изливаются соленые ручьи (минерализация 32 г/л). Под воздействием соленых вод аллювиальные почвы, испытывающие засоление в течение нескольких столетий, трансформировались в аллювиальные гумусовые глееватые солончаковые почвы и вторичные солончаки.

Вторично засоленные аллювиальные почвы, испытывающие воздействие минерализованных вод в течение десятилетий и столетий, в целом сохранили строение профиля, в котором серогумусовый горизонт АУ постепенно переходит в глеевую породу. Отличительный морфологический признак проявился в виде новообразований мелкокристаллического гипса.

Общая направленность почвообразования в аллювиальных почвах таежно-лесной зоны, испытывающих воздействие минерализованных вод, проявилась в формировании солончаковости, многонатриево-сти (по обменному натрию), слабощелочной реакции среды, а также в накоплении карбонатов и гипса.

С учетом перспективного развития калийного производства в Прикамье площади, занимаемые отходами, могут достигнуть 2–3 тыс. га. Следовательно, при сохранении современных технологий солевая нагрузка на экосистемы речных долин Прикамья возрастет, а в аллювиальном почвообразовании усилятся солончаковые процессы.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.З. Еремченко.

УДК 911.2

АРХИВЫ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ
В ПОЧВАХ КАРСТОВЫХ РАЙОНОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
Д.Г. Петров

Институт географии РАН, Москва, pd437807@mail.ru

The karst funnels at the north of Arkhangelsk region provide the geomorphological traps that archive traces of forest fires in the buried soil profiles. The pyrogenic horizons in soils of funnels correlate with the largest pyrogenic events of the Holocene (fig.). The calibrated ^{14}C age of the charcoal from the lowest horizons was $10261 \pm 36 - 9778 \pm 75$ cal yr BP, and the age of charcoals from the youngest pyrogenic horizons was $120 \pm 77 - 82 \pm 64$ cal yr BP, which is consistent with historical data on recent fires.

Исследованы карстовые воронки междуречья рек Кулой и Пинега (север Архангельской области), которые представляют собой денудаци-

онные формы рельефа, архивирующие в почвенном профиле следы лесных пожаров. Особенностью карстовых воронок как объекта исследования, на данной территории, является наличие четких пирогенных горизонтов, соотносящихся с наиболее крупными пирогенными событиями в истории голоцена (рис.). Почвы в воронках представлены полипиродиклоземами (иллювиально-гумусовыми и иллювиально-железистыми подзолами). Калиброванный радиоуглеродный возраст углей из самых нижних горизонтов составил $10261 \pm 36 - 9778 \pm 75$ cal BP, а углистый материал самого молодого из погребенных пирогенных горизонтов имел возраст $120 \pm 77 - 82 \pm 64$ cal BP, что согласуется с историческими данными о последних пожарах.

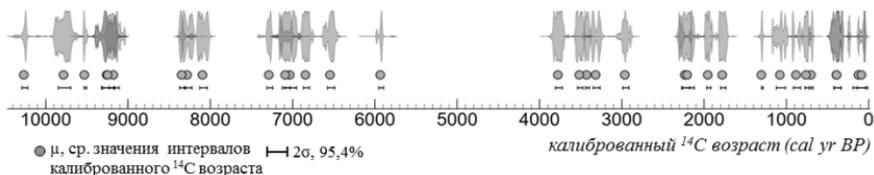


Рисунок. Распределение средних значений интервалов калиброванного ^{14}C возраста (cal BP) углистых частиц в пирогенных горизонтах погребенных почв карстовых воронок.

Работа выполняется в рамках проекта РФФИ № 19-29-05238 «Почвы как архивы пирогенных событий: климатические сигналы, этапы почвообразования, циклы углерода».

Работа рекомендована д.г.н., зав. отделом «Географии и эволюции почв» С.В. Горячкиным.

УДК 631.48

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ЮГЕ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

В.Н. Пинской¹, И.А. Идрисов²

¹Пушинский государственный естественно-научный институт

²Институт геологии ДНЦ РАН

pinskoy@inbox.ru

Soil formation in the South of the Caspian lowland was closely associated with transgressions and regressions of the Caspian Sea. To determine the transgression of the Caspian Sea, the marshes of the Caspian lowland were

studied and samples of peat for radiocarbon dates were selected. It is shown that the rise of groundwater and formation in hydromorphic conditions associated with transgression of the Caspian Sea occurred around 2000 years BC.

Почвообразование в Прикаспийской низменности находится в тесной корреляции с трансгрессиями и регрессиями Каспийского моря. Для изучения почвообразования во второй половине голоцена на юге Прикаспийской низменности были исследованы болотные торфяники и погребенные почвы в поймах рек. Известно, что значительная часть юга Прикаспийской низменности сложена аллювиальными, эоловыми и морскими отложениями преимущественно конца голоцена. Соответственно основной объем исследований был направлен на выявление природных объектов, в которых могли сохраниться представительные разрезы отложений максимально большей части голоцена.

Объектами исследования стали понижения рельефа, аналоги степных блюдц Прикаспийской низменности, развитые на морских террасах хвалынского (позднеплейстоцен-раннеголоценового) возраста в районе сел Мацеевка, Нечаевка, Аджидада, Аркида Кизилюртского района Дагестана. Также исследовалось болото Бакас на террасах, оконтуренных палеоруслон р. Сулак голоценового возраста.

Были получены радиоуглеродные даты из торфа для Аркида-1 и Начаевка-1. Даты для болота Аркида-1 возраст торфа на глубине 75 см составлял 2040 ± 75 л.н., на глубине 100 см – 2250 ± 80 л.н., 125 см – 2670 ± 95 л.н., 150 см – 3040 ± 95 л.н., 175 см – 3375 ± 110 л.н., 200 см – 3590 ± 115 л.н., 225 см – 3800 ± 125 л.н. Даты для болота Начаевка-1, возраст торфа на глубине 30 см составлял 510 ± 50 л.н. Таким образом, возникновение болота датируется 1800 г. до н.э.

Погребенные почвы в поймах были исследованы в долинах малых рек Айташ, Аксай, Ямансу, Ярыксу (притоки р. Сулак). В поймах рек было выделено три погребённых почвы. Из погребенных почв были выделены гуминовые кислоты и проведено радиоуглеродное датирование. Получены следующие радиоуглеродные даты, которые показывают периоды завершения почвообразования и начало накопления аллювия. В долине реки Айташ: 10410 ± 110 л.н., 5370 ± 140 л.н., 1990 ± 60 л.н.

Таким образом, в результате трансгрессии в Каспии происходило заболачивание части территории Прикаспийской низменности. Это привело к формированию гидроморфных условий и образованию болот. В это же время отмечается возрастание количество осадков, что привело к образованию перекрытий погребенных почв аллювием. Из этого следует, что в районе 2000 лет до н.э. на территории Прикаспийской низ-

менности произошли изменения почвообразования из-за трансгрессии Каспия и начала плювиального периода, что привело к отложению торфа и перекрытию погребенных почв речными отложениями.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 19-29-05205.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Института физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.412

ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ СОРБЕНТА
ИЗ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА СОРБЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА

Я.А. Попилешко, С.Н. Сушкова, Т.В. Бауэр, Е.М. Антоненко
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
jana.bysin@yandex.ru

This paper presents the results of a study of the ability of a sorbent from husks of sunflower to absorb benz (a) pyrene. During the experiment, the optimal ratio of carbon sorbent: solution, in which the cleaning is most effective, was established.

В качестве природных сорбентов, используемых для ремедиации загрязненных почв, активно применяют углеродистые сорбенты. Они имеют огромную площадь удельной поверхности и за счет своей пористой структуры хорошую поглотительную способность к разным химическим соединениям.

Изучив множество научных статей, хочется отметить разное количество внесенного сорбента в экспериментах, например 0.05–0.1 г биочара (Mingjiang Yuan and other, 2010) или 1–8 грамм биочара (Shanti Lamichhane and other, 2016).

Цель работы изучить влияния массовой доли сорбента из лузги подсолнечника на сорбционные характеристики бенз(а)пирена (БаП).

Объекты исследования: углеродный сорбент из лузги подсолнечника. Для проведения исследования готовили раствор БаП из ГСО в ацетонитриле. В круглодонные колбы отдельно вносили 0.5 г и 1 г углеродного сорбента. Затем к исследуемым образцам приливали растворы БаП в концентрациях 5, 10, 15, 20, 25, 30 и 40 нг/г, следовательно, соотношение раствор/углеродный сорбент было 1:2 при внесении сорбента

0,5 г и 1:1 при внесении углеродного сорбента 1 г. Подготовленные образцы перемешивали в течение 60 минут на шейкере. После перемешивания извлекали БаП с помощью гексана, затем выпаривали раствор на роутере (ИКА НВ-10) с водяной баней и полученный сухой осадок разбавляли в ацетонитриле. Измерение количества извлеченного БаП производили на хроматографе (Agilent 1260 Germany 2014) с флуориметрическим детектированием. Концентрацию поглощенного БаП рассчитывали по разности между концентрациями поллютанта в исходном и равновесном растворе. Повторность опыта трехкратная. Статистическую обработку результатов и расчет коэффициентов детерминации по Фрейдлиху производили в программе SigmaPlot 12.5.

Поглощение БаП углеродным сорбентом при разном соотношении сорбент/раствор описываются уравнением Фрейдлиха:

$$a = kC^{1/n},$$

где k и $1/n$ – константы, a – величина адсорбции, C – равновесная концентрация, моль/л.

Рассчитанные по данному уравнению константы прочности (K) при соотношении сорбент/раствор 1:2 в 1.4 раза значения выше, чем при соотношении 1:1.

Это говорит о том, что в образцах, где соотношение сорбент к раствору 1:2 химические связи сильнее, чем в образцах с соотношением 1:1.

По результатам исследования обнаружено, что при увеличении массы сорбента наблюдается непрочные химические связи БаП с углеродным сорбентом из лузги подсолнечника.

Из проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. С возрастанием соотношения углеродного сорбента к раствору образуются непрочные химические связи;
2. Константа прочности растет в следующем ряду 1:1 < 1:2.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента МК-2973.2019.4.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ФРОНТА ВПИТЫВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ
ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

К.Д. Толстыгин, А.В. Смагин

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

Water-soluble pollutants reach the surface of the soil and quickly migrate to the groundwater table. Experiments indicate that in unsaturated soils, a homogeneous impregnation front driven by gravity breaks up into a steadily developing system of flows (aka «fingers»). The key problem of mathematical modeling of this process is the lack of laboratory measurements of the relaxation coefficient in the modifications of the Richards base model that take into account the relaxation time to equilibrium. The paper discusses options for mathematical modeling of fingering.

Актуальная экологическая проблема – угроза загрязнения и заражения подземных вод при антропогенных воздействиях на поверхность почвы, включая аварии на промышленных объектах. Водорастворимые загрязнители попадают на поверхность почвы и мигрируют к зеркалу грунтовых вод.

Многочисленные эксперименты свидетельствуют о том, что в ненасыщенных грунтах движимый гравитацией однородный фронт пропитки, как правило, распадается на устойчиво развивающуюся систему потоков («пальцев»). Понимание причин, вызывающих неустойчивость таких фронтов, и учёт этого эффекта необходимы для верного предсказания интенсивности переноса влаги и водорастворимых загрязнений от поверхности к зеркалу грунтовых вод.

Актуальность и практическая значимость диктуют необходимость разработки математической модели этого явления. Традиционные модели не учитывают динамические эффекты.

Целью является исследование и моделирование эффекта гидродинамической неустойчивости массопереноса воды в распределенных почвенных физических системах. Для реализации поставленной цели были сформулированы следующие задачи: 1. систематизировать все возможные случаи неустойчивости фронта впитывания; 2. проанализировать существующие модели движения влаги в почве; 3. выявить недостатки существующих моделей; 4. предложить собственную модификацию модели движения влаги в почве ричардского типа с учетом эффекта гидродинамической неустойчивости.

В ходе выполнения работы найдены пути модификации существующих моделей движения влаги (в том числе – модели S-релаксации), которые позволяют, путем проведения модельных экспериментов, достаточно точно вычислять характеристики неустойчивых гидродинамических структур.

Литература

1. Гоголашвили Б.Э. – «Неустойчивость гравитационных фронтов пропитки и процессы пальцеобразования в ненасыщенной пористой среде» – дисс. на соискание степени к. ф-м. н.
2. Смирнов Н.Н., Тюренкова В.В., Киселев А.Б., Никитин В.Ф. Фильтрационные течения в пористой среде // Северный регион: наука, образование, культура. 2015. Т. 2.
3. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв. М.: Изд-во Моск Ун-та, 2012, 544 с.

УДК 631.465

ВЛИЯНИЕ БИОЧАРА И ШТАММОВ МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВЫХ БАКТЕРИЙ НА УРЕАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ СЕВЕРНЫЙ ДОНЕЦ

Е.С. Федоренко, В.В. Зинченко, А.А. Пахота,
А.В. Горовцов, М.В. Бурачевская

Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
elena.fedorenko.99@mail.ru

The independent and joint effect of a carbon sorbent, made at different temperatures of pyrolysis, and a mixture of strains of metal-resistant bacteria on the urease activity of Seversky Donets floodplain soils was studied in laboratory conditions. The positive effect of combination biochar, made at temperature 500 °C and 700 °C, with metal-resistant bacteria on the urease activity was discovered.

Введение. Мощным антропогенным фактором деградации почв является загрязнение их тяжелыми металлами, что влияет на биологическую активность почв и приводит к снижению их ферментативной активности через изменение численности и видового состава микробных сообществ. Среди экзоферментов одним из наиболее часто используемых для оценки состояния микробных сообществ считается уреазы.

Уреаза синтезируется многими видами почвенных микроорганизмов, и принимает участие в минерализации азота. Перспективным подходом к восстановлению загрязненных почв является использование углеродистых сорбентов и штаммов металлоустойчивых микроорганизмов.

Целью данной работы было изучение влияния биочара и смеси штаммов металлоустойчивых бактерий на уреазную активность в загрязненной почвенной среде.

Объект и методы исследования. Объектом исследования были почвы поймы реки Северский Донец, отобранные на территории высохшего оз. Атаманское. Исследование проводили в рамках модельного вегетационного опыта. В первом варианте опыта почву равномерно смешивали биочаром, изготовленном при температуре 500 и 700 °С, в дозировке 2.5 % по массе; вносилась суспензия металлоустойчивых бактерий, относящихся к *Bacillus cereus*, *B. atrophaeus* и *B. pumilus*; третий вариант обработки представлял собой сочетание биочара и микроорганизмов. Вегетационные сосуды доводилась до 60 % полной влагоемкости, инкубировалась в течение 30 дней после внесения, а затем производился посев ячменя. Яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) выращивали в течение 51 суток, после чего производили отбор проб почвы для проведения анализа. Активность уреазы определялась по скорости образования аммония, который определялся модифицированным индофенольным методом [1].

Результаты и обсуждение. Выяснено, что активность уреазы в загрязненной почве практически не снижена по сравнению с контролем. Это можно объяснить характером выработки и накопления уреазы, которая может иммобилизоваться органическим веществом почвы, что делает ее сравнительно устойчивой к действию загрязнителей. При внесении некоторых агентов ремедиации наблюдаются увеличение активности по сравнению с загрязненной почвой, и сила этого увеличения возрастает в ряду Биочар 500 – Бактерии + Биочар 500 – Бактерии + Биочар 700. Последние два вида обработки повышают активность уреазы по сравнению с загрязненной почвой в результате чего она превышает контрольные значения на 6 и 7.6 %. При внесении биочара 700 и бактерий по отдельности активность уреазы несколько понижается.

Таким образом, сочетанное применение биочара и бактерий способствует повышению активности уреазы и такая обработка почвы может использоваться для ее ремедиации.

Литература

1. Kandeler, E., & Gerber, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and fertility of Soils*, 6(1), 68–72. – 1988.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 19-74-00085.

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

УДК 631.417.2

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ НА РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

Д.П. Хромычкина, Н.Б. Паутова, Т.Н. Лебедева

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Пушкинский научный центр
биологических исследований Российской академии наук»,
khromychkina@gmail.com, nakhodkanbz@mail.ru, tanyaniko@mail.ru

The most amount of SOC in the soil under the forest and meadow contained in the mega-aggregates 5–2 mm in size (43 and 37 % from the whole soil sample), and in arable soil was in the macro-aggregates fraction 2–0.25 mm (45 %). The decomposition of plant residues with a high C:N ratio in the Phaeozem increased when the aggregates size was decreased. The aggregates size did not affect the decomposition of plant residues with a low C:N ratio. The effect of aggregate size on the decomposition rate was mainly in the early stage of transformation of plant residues.

Сложение почвы создает множество физических барьеров для утилизации микроорганизмами органических остатков. Соотношение мега- (10–2 мм), макро- (2–0.25 мм) и микроагрегатов (< 0.25 мм) может быть одним из факторов, влияющих на разложение растительных остатков и включение продуктов трансформации в состав почвенного органического вещества. Исследования проводили с образцами серой лесной почвы (Greyzemic Phaeozems Albic), отобранными на территории мелколиственного леса, некосимого луга и на пашне под посевом ячменя. Образцы растительных остатков (листья осины, тонкие ветви и корни деревьев, надземная масса и корни клевера, солома и корни ячменя) были предварительно высушены до воздушно-сухого состояния при температуре 65 °С и измельчены до размера частиц диаметром 10–2 мм. Навески массой 0.1 г смешивали с 10 г сухих агрегатов размерами 10–5,

5–2, 2–0.25 и <0.25 мм, выделенными в почве соответствующих угодий. Образцы агрегатов с растительными остатками инкубировали при 22 °С и влажности 25 вес. %. Концентрацию С-СО₂ определяли на газовом хроматографе (Кристалл Люкс 4000 М). За 276 суток инкубации минерализовалось от 20 до 73 % углерода, содержащегося в растительных остатках. Размеры минерализации уменьшались в ряду: корни клевера > надземная масса клевера > солома ячменя > листья осины > корни ячменя > мелкие ветви деревьев > тонкие корни деревьев. Новым результатом исследования стал факт разной подверженности растительных остатков разложению в зависимости от размера агрегатов почвы. Разложение растительных остатков с широким отношением С:N увеличилось по мере уменьшения размера агрегатов почвы в 1.1–1.5 раза, тогда как разложение листьев и корней клевера, имеющих узкое отношение С:N, не зависело от размера агрегатов. Можно предположить, что влияние размера почвенных частиц на разложение растительных остатков проявляется за счет увеличения доступности микроорганизмам-деструкторам почвенного азота, недостаток которого особенно ощущается при освоении субстратов с широким С:N отношением.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 17-04-00707-а.

Работа рекомендована д.б.н., г.н.с. В.М. Семеновым.

УДК 631.41

НАКОПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В РАСТЕНИЯХ КОРОВЯКА ОБЫКНОВЕННОГО
(*VERBASCUM THAPSUS*) В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО
ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

В.А. Чаплыгин, С.С. Манджиева, Ю.А. Литвинов

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

Abstract. A study was conducted of the Atamanskoe Lake territory, located near the Kamensk-Shatkhinsky town and having an extreme soil technogenic pollution level by heavy metals. For studying the accumulation and distribution of elements over plant organs under high pollution level *Verbascum thapsus* was chosen as the object of research because it is successfully adapted to adverse environmental conditions.

Активное использование современной промышленностью естественных водоемов в качестве отстойников и шламонакопителей ведет к образованию зон с экстремально высоким уровнем техногенного загрязнения. Одними из наиболее распространенных поллютантов, содержащихся в промышленных стоках являются тяжёлые металлы (ТМ).

Исследования проводились на территории высохшего озера Атаманское, расположенного в пойме р. Северский Донец. Данная территория с начала 50-х годов служила резервуаром для сброса промстоков завода «Химволокно». Несмотря на то, что озеро больше не используется для сброса промстоков, оно остается вторичным источником полиэлементного загрязнения окружающей среды. Одним из растений, приспособившихся к высокому содержанию ТМ в почве, является коровяк обыкновенный *Verbascum thapsus*. На территории озера и на разном удалении от него было заложено 5 площадок мониторинга.

Отбор образцов растений проводился во второй декаде июня в фазу массового цветения. Минерализацию проб проводили методом сухого озоления согласно ГОСТ 26657-85. Экстракция ТМ из золы осуществлялась растворением в 20 %-ном растворе HCl с последующим определением методом ААС.

Таблица. Содержание ТМ в различных частях растений коровьяка обыкновенного, мг/кг.

№	Часть растения	Zn	Cu	Pb
1	стебли	107.3±8.4	5.2±0.6	5.4±0.5
	корни	75.4±4.2	4.6±0.4	3.9±0.4
2	стебли	790.0±64.4	3.1±0.2	6.7±0.7
	корни	1996.0±178.0	2.7±0.2	4.3±0.3
3	стебли	3841.6±286.6	53.5±6.4	13.7±1.2
	корни	3543.0±304.1	36.2±4.0	48.6±3.7
4	стебли	2147.1±192.2	34.7±3.0	42.6±3.8
	корни	967.8±80.9	26.0±2.1	10.5±0.8
5	стебли	3620.2±314.5	12.5±0.8	18.4±1.2
	корни	1566.0±134.7	7.8±0.6	8.4±0.8
МДУ		50.0	30.0	5.0

Установлено загрязнение растений коровьяка обыкновенного Zn, Pb и Cu. Для Zn наблюдается наибольшая концентрация в коровьяке, в надземной части растения превышающая МДУ в 2.4–76.7 раз на всех площадках мониторинга. Наиболее загрязненными этим ТМ являются

площадки № 3 и № 5 (табл.). Загрязнение Cu наблюдается на площадках № 3 и № 4 и составляет 1.1–1.8 МДУ. Превышение МДУ для Pb в 1.2–8.5 раза отмечается на всех площадках мониторинга с максимумом на площадке № 4. Коровяк аккумулирует Zn , Cu , Pb преимущественно в надземной массе (табл.).

Работа поддержана грантом РФФИ 19-05-50097 «Микромир» и грантом Президента № МК-2818.2019.5.

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

УДК 631.4

НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫЕ СВАЛКИ КАК ИСТОЧНИК ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ

Е.Р. Чепусова

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,
ekateri.ch@gmail.com

The work considers the problem of formation of unauthorized landfills in Vladivostok (Primorsky Krai, Russia). Soil samples were taken at illegal waste sites. A soil toxicity assessment was then carried out using bioassay techniques.

На территории Российской Федерации наиболее популярным способом обращения с отходами является размещение. В связи с высокими темпами роста числа различных отходов образуются места их скопления, где не предпринимаются меры по утилизации, а также нарушены правила их размещения – несанкционированные свалки. Очевидно, что в таких местах почва испытывает особую антропогенную нагрузку.

Большую актуальность представляет оценка состояния почв, соприкасающихся с несанкционированными свалками в городской черте Владивостока, а также в Хасанском районе Приморского края. Именно туда направлен основной туристический поток. В Докладе об экологической ситуации в Приморском крае за 2018 год отмечается рост объема образования отходов на полигонах. Работа по оценке токсичности почвенной среды в местах несанкционированного размещения отходов выполнялась на базе ДВФУ в 2019 году. Отбор проб почв методом конверта проводился из верхнего горизонта (0–10 см) в начале мая 2019 года. Всего было проанализировано 10 проб с мест локализации отходов.

Оценку токсичности проводили методом биотестирования водной вытяжки из почвенных образцов (в соотношении 1 ч. почвы, 4 ч. воды) по реакции микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*, согласно методики ФР 1.39.2007.03223. Учет результатов изменения прироста численности клеток в опытных образцах относительно контроля (среда Успенского-1) проводили в динамике на 1, 2 и 3 сутки экспозиции проб прямым подсчетом в камере Горяева.

За первые 24 часа эксперимента токсический эффект был выявлен на 6 пробных площадках. Через 48 часов токсичность была характерна уже для 9, а спустя 72 часа токсическое воздействие зафиксировано на 8 площадках. Изменения уровней токсического воздействия могут быть обусловлены несколькими причинами. Во-первых, физико-химическими условиями, которые могут влиять на поглощение и перераспределение токсичных веществ в почве. Также степень токсичности может зависеть от компонентного состава свалок и их «возраста». Так, например, остро выраженный токсический эффект может объясняться компонентным составом свалок. В случаях если визуальный анализ выявлял большое количество кусков пенополистирола и автомобильного мусора, в том числе аккумуляторов, отмечался остро выраженный токсический эффект. Снижения уровня токсичности может свидетельствовать о содержании в почве загрязнителей, способных к разложению без образования токсичных побочных продуктов. В случаях, если преобладающим компонентом состава свалки являлись пищевые отходы, на первые сутки отмечалось отсутствие токсического эффекта. Водная вытяжка из почвы, отобранной в районе рекультивированной еще в 2011 г. свалки «Горностаи» оказывала острое токсическое воздействие на микроводоросли в предпоследние и последние сутки эксперимента, что свидетельствует о влиянии находившегося здесь полигона для размещения ТКО на качество почвы и в настоящее время.

Таким образом, при помощи биотестирования было доказано негативное влияние отходов на почвенный слой. Очевидно, что при возникновении стихийных свалок не соблюдаются требования СанПиН, которые могли бы способствовать уменьшению отрицательного влияния на почву.

Работа рекомендована ст. преп. А.Д. Кобзарь.

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ
ПОСЛЕ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

А.В. Чернышева

Сибирский федеральный университет, Институт экологии и географии,
г. Красноярск, nastena_12.01.96@mail.ru

Forest fire and soil invertebrates. Post-fire transformation of complexes of soil mesofauna studied. Restoration of the entire complex of soil mesofauna in the middle taiga pine forests stretches for several years and is associated with the formation of forest litter and ground cover.

Лесные пожары влияют на формирование и развитие лесных экосистем и целых ландшафтов. В Сибири ежегодно регистрируется до 30 тыс. лесных пожаров, охватывающих площадь от 3.5 до 18 млн га (Цветков, 2014). Почвенные беспозвоночные являются информативным индикатором, характеризующим изменения окружающей среды благодаря высокому экологическому и видовому разнообразию, тесной связи с почвой, низкой миграционной активности, высокой чувствительности и достаточно быстрой реакции на изменение параметров среды. Поэтому исследование структуры и динамики сообществ педобионтов является одной из актуальных проблем современной экологии.

Цель исследования – выявить особенности структуры почвенных беспозвоночных размерной группы «мезофауна» после низовых пожаров в среднетаежных сосняках лишайниково-зеленомошных Центральной Сибири. Сосняки сформированы на подзолах песчаных.

Комплексы почвенной мезофауны в ненарушенных огнем сосняках характеризуются небольшим разнообразием крупных таксонов педобионтов. Среди них представители *Enchytraeidae*, *Lithobiomorpha*, *Aranei*, *Formicidae* и т.д. Основой комплексов являются членистоногие, среди которых доминируют *Aranei*, *Formicidae*, *Lithobiomorpha*, *Elateridae*.

Уничтожение огнем лесной подстилки приводит к значительным изменениям физических свойств, верхнего горизонта почвы. Вследствие пирогенной трансформации снижается влагопроницаемость, увеличивается плотность органогенного горизонта, изменяются температурные условия, что связано с усилением инсоляции и существенным снижением альбедо поверхности почвы (Тарасов и др., 2004).

В первые годы после пожара комплексы почвенных беспозвоночных представлены подвижными членистоногими *Aranei* и

Formicidae. Высокая подвижность и способность использовать большие пространства для своего обитания помогают этим беспозвоночным избегать прямого воздействия огня и быстро заселять свежие гари. Восстановление всего комплекса почвенной мезофауны в данных местобитаниях растягивается на несколько лет и связано с формированием лесной подстилки и напочвенного покрова.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.Н. Безкорвайной.

УДК 631.4

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ,
ПОДВЕРГШИХСЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ

К.Н. Шатских

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного
университета, st067990@student.spbu.ru

A model laboratory experiment was conducted and the possibility of using *Dendrobena veneta* for biorecultivation of drained upper swamps was considered.

Торфяные почвы олиготрофных болот характеризуются малой степенью разложения (5–10 %) и низким содержанием питательных элементов, что напрямую связано с низкой биологической активностью, бедным видовым и групповым составом, низкой численностью и биомассой геобионтов. После проведения осушительной мелиорации улучшаются водно-воздушные условия, но сохраняется высокая кислотность, очень медленно идут процессы минерализации.

Важную роль в формировании плодородия почв играют дождевые черви, активизирующие почвенную микробиоту. В связи с этим дождевых червей очень часто используют в биоремедиации.

Целью работы является разработка новой методики биоремедиации осушенных почв верховых болот Ленинградской области с помощью дождевых червей *Dendrobena veneta*.

При вермикомпостировании для постановки лабораторных экспериментов используют следующие виды: *Eisenia foetida*, *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*, *Lumbricus rubellus*, *L. terrestris*. Практически у всех лумбрицид лимитирующим фактором среды обитания является кислотность. Поэтому для эксперимента был выбран червь *Dendrobena veneta* с

широким диапазоном толерантности ко многим экологическим факторам, например, к повышенной кислотности субстрата.

Для оценки степени эффективности использования дождевых червей в биоремедиации осушенных почв верховых болот изучено влияние сфагнового субстрата на устойчивость вермикультуры, ее выживаемость, с последующим определением необходимых способов улучшения среды обитания для их успешного роста и размножения.

Сфагновый субстрат обладает антибактериальными свойствами, низкой кислотностью и содержит небольшое количество питательных веществ. Поэтому были поставлены четыре варианта эксперимента в трехкратной повторности: 1. субстрат и черви; 2. субстрат, доломитовая мука и черви; 3. субстрат, минералка и черви; 4. субстрат, доломитовая мука, минералка и черви. Изначально субстрат был высушен до воздушно-сухого состояния и массой 6–7 г внесен в сосуды с последующим увлажнением дистиллированной водой до 75 % от полной влагоемкости. Реакция среды субстрата на начало эксперимента составила 3.7. В варианты с удобрением было внесено по 0.4 г доломитовой муки, с минералкой – 1.5 г почвы. Перед внесением в субстрат черви выдержаны в течение 2–3 суток в сосудах с фильтровальной бумагой для очистки кишечника, взвешены и голодные помещены по одному в сосуды. Вермикомпостирование проводилось при 18 °С. Длительность эксперимента 14 дней, велась визуальная оценка активности и массы червей в динамике.

В результате во всех вариантах эксперимента черви выжили и остались активными, снизился вес животных на 10 день (10–20 %). В некоторых вариантах на 14 день отмечен незначительный рост веса особей. Полученные результаты показали, что червь *Dendrobena veneta* прошел адаптацию к новому субстрату. Дальнейшие исследования могут лечь в основу разработки новой методики биорекультивации осушенных верховых болот.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Е.В. Пятиной.

Секция V

*Современные технологии в
почвоведении*

VISUALIZATION OF SOIL SURVEY DATA USING GIS; A CASE
STUDY OF GEVREKLI (TURKEY)

E. Sonmez¹, E. Celikel¹, F. Sari², E. Tusat³, F.D. Mikailsoy⁴

¹Technician of GIS, Selcuk Univ., Cumra Vocational School, Dept. of GIS,
Konya-Turkey

²Assistt. Prof. Dr., Selcuk Univ., Cumra School of Applied Sciences, DepT.
of MIS, Konya-Turkey

³Prof. Dr., Konya Technical Univ., Department of Geomatics, Konya-Turkey,
etusat@ktun.edu.tr

⁴Prof. Dr., Selcuk University, Igdır Univ., Department of Soil Science, Igdır,
Turkey

Geographical Information System (GIS) is used to bring together, store and process data obtained from diverse sources. In soil studies, too, samples taken from fields are subjected to numerous different analyses in laboratory environment. Spatial analyses are made by matching results of these laboratory analyses with positional information. In this study, results of the soil studies conducted within the scope of land consolidation in Gevrekli (Turkey) were transferred to the database formed in ArcGIS. Visualization study was performed for each different item. How mapping will be conducted according to different characteristics has been shown with examples.

Soil surveys are carried out to collect data that are compatible with the previously laid standards in classification of fields and lands to make land assessments for planning and protection. It becomes possible to bring together results of analyses in a GIS database, map them according to each element depending on their positional features and make their positional analyses.

The study site is the Gevrekli neighborhood of Seydişehir, a district of Konya province (Turkey). Soil samples retrieved from 63 sample points in the project site were subjected to laboratory analyses to be used as a base in classification. Soil elements were determined for each individual sample points in analysis results. Soil analysis results were obtained for coordinates and 30–60–90–120 cm depths of each sample point in this study. These data were transferred to a database created in ArcGIS.

Thematic maps of soil elements in the project site were prepared according to results of analysis for each sample points in GIS database. Maps were prepared for each depth according to different elements but maps were also prepared for different depths of the same element.

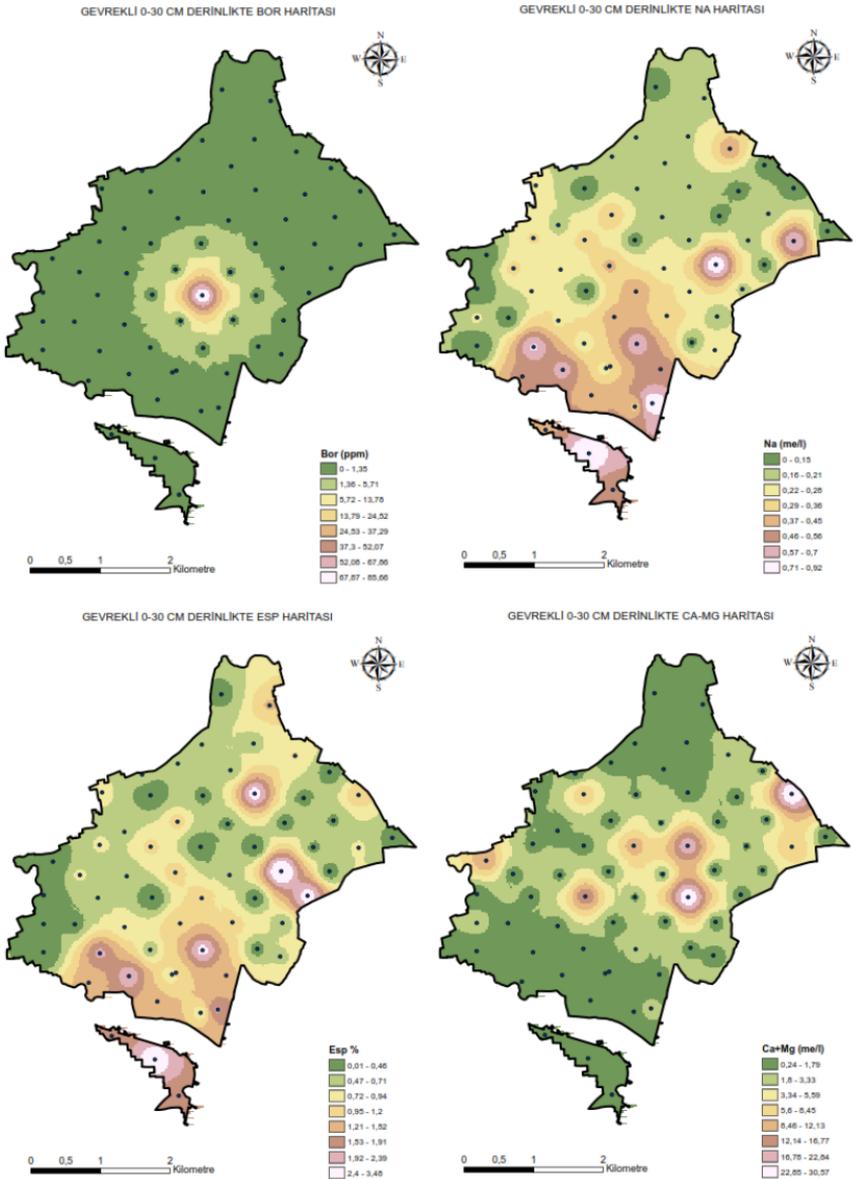


Figure. Maps for Boron, Na, Esp and Ca+Mg for a depth of 30 cm.

In this study, soil analyses were made for a land consolidation area in Gevrekli and soil mapping was performed for it using GIS. Establishment, storage and soil mapping procedures using GIS were demonstrated in practice. An application was implemented to demonstrate how information technologies could be used in the field of agriculture.

Prof. Dr. Ekrem TUSAT, Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geomatics, Konya-Turkey.

УДК 631.43

СРАВНЕНИЕ ТРЕХ СИСТЕМ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
rginevski@gmail.com

Three systems of soil-hydrophysical functions were compared according to the accuracy of the description of literary data on clay soil. Root mean square errors were calculated.

В физике почвы существует проблема функционального описания водоудерживающей способности и гидравлической проводимости почвы. Широко применяемый метод Муалема-Ван Генухтена [1] описывает гидрофизические свойства почвы, однако содержит функции с параметрами, не имеющими физического обоснования. Методологически более корректный подход предложен Косуги [2], но (ввиду неприемлемой погрешности описания гидравлической проводимости глинистой почвы) метод Косуги не составил конкуренцию методу Муалема-Ван Генухтена. На основании идей Косуги в статье [3] предложены усовершенствованные гидрофизические функции, а также их аппроксимации.

Цель исследования – сравнительный анализ трех систем гидрофизических функций с общими наборами параметров.

В настоящей работе используются данные из каталога Муалема о глинистой почве «3102 Yolo light clay» [4], а также три системы гидрофизических функций, каждая из которых описывает водоудерживающую способность и гидравлическую проводимость почвы и имеет общий набор параметров. Сравнение этих систем функций осуществляется в рамках вычислительного эксперимента, в ходе которого по данным о водоудерживающей способности оцениваются значения функции гид-

равлической проводимости почвы и рассчитываются погрешности этих оценок с использованием опытных данных. Этот эксперимент проведен с использованием компьютерной программы «SoilHydrophysics» [5].

Выводы. Погрешности оценивания гидравлической проводимости почвы «3102 Yolo light clay» для усовершенствованных функций и их аппроксимаций приблизительно вдвое меньше, чем для функций в методе Муалема-Ван Генухтена. Достаточно низкая погрешность усовершенствованных и аппроксимированных функций свидетельствует об их физической адекватности, а программа «SoilHydrophysics» позволяет автоматизировать моделирование гидрофизических свойств почвы. Результаты исследования имеют значение для обоснования инженерных решений в гидромелиоративном строительстве, а также при управлении влагообеспеченностью агроценозов.

Литература

1. Van Genuchten M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil science society of America journal. – 1980. – Vol. 44. – No. 5. – P. 892–898.

2. Kosugi K. Lognormal distribution model for unsaturated soil hydraulic properties // Water Resources Research. – 1996. – Vol. 32. – No. 9. – P. 2697–2703.

3. Терлеев В.В., Нарбут М.А., Топаж А.Г., Миршель В. Моделирование гидрофизических свойств почвы как капиллярно-пористого тела и усовершенствование метода Муалема-Ван Генухтена: теория //Агрофизика. – 2014. – Т. 2. – №. 14. – С. 35.

4. Mualem Y. A catalogue of the hydraulic properties of unsaturated soils. 100 pp //Technion-Israel Inst. of Technol., Haifa, Israel. – 1976.

5. Лазарев В.А., Гиневский Р.С., Терлеев В.В. Применение программы «SoilHydrophys» для оценки гидравлической проводимости по данным о водоудерживающей способности почвы //Неделя науки СПбПУ. – 2018. – С. 164–167.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00939-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРОУГЛЕЙ ПОСЛЕ
УДАЛЕНИЯ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

И.А. Гусева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, gusevaira92@bk.ru

The changes in the properties of pyrochars and the possibility of their use as soil meliorants were evaluated.

Пироуголь – продукт, получаемый из различных травянистых и древесных остатков с помощью пиролиза при различных температурных режимах. В настоящее время, пироуголь оценивается как перспективный мелиорант, оказывая многостороннее воздействие на почву, улучшает физические и химические свойства, способствует увеличению водоудерживающей способности, аккумуляции питательных веществ. Пироуголь, вне зависимости от условий пиролиза, может содержать некоторое количество лабильного органического вещества, что может также оказывать стимулирующий эффект и на микрофлору почвы.

Цель работы – оценить влияние удаления лабильной фракции органического вещества пироуглей из липы на емкость катионного обмена и эмиссию CO_2 из почвы.

Объектом исследования являлись пироугли, приготовленные из остатков древесины липы при фиксированных (250, 450 и 650 °С) и неконтролируемых температурах от 450 до 650 °С пиролиза. Экстракцию лабильных фракций органического вещества проводили холодной водой, горячей водой и смесью $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – NaOH . После удаления лабильных фракций определяли емкость катионного обмена (ЕКО) методом Бобко-Аскинази-Алешина в модификации ЦИНАО. Также было проведено определение сравнения интенсивности субстрат-индуцированного дыхания (СИД) модельных смесей почвы с нативным пироуглем и с пироуглем после удаления лабильного органического вещества. Изменение интенсивности СИД проводилось через 30 и 60 дней инкубации. Определение CO_2 проводили на газовом хроматографе Clarus 580 (PerkinElmer).

Данные, полученные в ходе исследования, показывали, что при экстракции холодной водой наблюдалось увеличение ЕКО в вариантах, приготовленных при температуре пиролиза 450 и 650 °С по сравнению с нативными образцами. При экстракции горячей водой, в образцах, приготовленных при температуре пиролиза 250 и 450 °С величины ЕКО были ниже в 2 раза. При экстракции смесью $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ и NaOH во всех

образцах наблюдается увеличение ЕКО в 3–4 раза, по сравнению с нативными образцами, что может происходить за счет увеличения внутривулканового пространства после извлечения органического вещества пиролитов и образования новых сорбционных центров.

Анализ полученных результатов показал, что в модельных смесях с нативными пиролитами на 30-й день опыта увеличивается интенсивность СИД, а с увеличением срока инкубации (на 60-й день) наблюдается его снижение. Данное явление, вероятно, происходит за счет уменьшения содержания лабильных фракций пиролитов по мере их использования почвенной микрофлорой. Внесение в почву пиролитов без лабильной фракции органического вещества увеличивает интенсивность СИД почвы.

Таким образом, извлечение водорастворимых и щелочно-растворимых органических веществ приводит к изменению ЕКО пиролитов за счет удаления лабильного органического вещества. Добавление таких пиролитов в почву вызывает увеличение СИД почвы вероятно из-за увеличения внутривулканового пространства и переноса на поверхность пиролита ранее закапсулированных минеральных веществ, которые могут служить дополнительным источником питания и создавать более благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

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

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

УДК 631.10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТОВ

Д.К. Джубаньязова, Е.С. Мельникова

Астраханский государственный университет,

Dzhubanyazova1997@mail.ru

In this work, the dynamics anthropogenic changes of the knoll landscapes of the Volga delta for the last 50 years has been studied on the example of the Privolzhsky district of the Astrakhan region.

For the first time in the territory of the Astrakhan region, the monitoring and comparative analysis of the qualitative and quantitative condition of the Baer knolls were made on the materials of satellite imagery and archival cartographic material.

В настоящее время бугровые ландшафты являются одними из самых уязвимых в экосистеме дельты Волги. В последнее время их экологическая уязвимость интенсивно усугубляется антропогенным вмешательством. В Астраханской области наблюдается повсеместное механическое уничтожение и разрушение бугров. Бугры Бэра служат источником глиняного сырья для кирпичного производства, широко используются при строительстве дорог, в личных подсобных хозяйствах населения. В результате этого бугры Бэра бесконтрольно разрушаются или полностью уничтожаются. При этом не учитываются особенности материала того или иного бугра, вследствие чего значительная часть почв бугров выбрасывается, так как непригодна для хозяйственного использования.

Целью исследования являлось изучение динамики антропогенного изменения бугровых ландшафтов волжской дельты за последние 50 лет на примере Приволжского района Астраханской области с использованием геоинформационных технологий.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение фондовых литературных источников;
2. Изучение картографических материалов Приволжского района Астраханской области за 1975 год;
3. Обработка космических снимков 2018–2019 гг.;
4. Анализ и интерпретация полученных данных с использованием геоинформационных технологий.

В качестве объекта исследования выбраны бугры Бэра Муниципального образования «Килинчинский сельсовет» Приволжского района Астраханской области.

В работе был использован аэрокосмический метод исследования, который заключается в анализе изображений, полученных с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Оценка современного состояния бугров проводилась путём дешифрирования и анализа спутниковых снимков Google с использованием карт масштаба 1:25 000.

Проведенный анализ полностью подтвердил гипотезу антропогенного преобразования бугровых ландшафтов в результате хозяйственной деятельности человека. Из 15 целостных бугров в настоящее время 14 бугров в той или иной степени изменены и частично разрушены. Один бугор уничтожен полностью.

Анализ спутниковых снимков показал, что на территориях, где наблюдается механическое разрушение бугров, начинают образовываться солончаки.

Экономическое развитие Астраханской области и урбанизация приводит к полной трансформации ландшафтов волжской дельты через механическое разрушение и уничтожение бугров Бэра. Изменения почвенного покрова на ландшафтном уровне могут привести к необратимым последствиям, связанным прежде всего с неконтролируемым распространением солей в околобугровых пространствах.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.В. Федотовой.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: ИНТЕРНЕТ-ПРОЕКТ

Э.А. Доморацкий

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики ИТМО
eridan200@mail.ru

An initiative project on maintaining an eco-site is collaborating for the sixth year. <https://ecology-petergof.ru> represents as general information for those interested in environmental issues, as well as the references on 74 research projects carried out by schoolchildren of Peterhof under the scientific supervision of M.A. Nadporozhskaya. The design and development of the site is conducted by E.A. Domoratskiy Technological support of the site is upgrading constantly. Now the site works on the Jino hosting and under the WordPress content management system.

В актуальной проблеме сохранения биосферы важно не только получение экологической информации, но обязательно и обсуждение новых знаний, подготовка специалистов в высшей школе, поддержание образовательной среды естественнонаучного направления в средней школе и популяризация основ экологической этики среди населения. Формированию этого единого информационного пространства способствуют современные интернет-технологии. Каждая образовательная организация сейчас имеет свой сайт. Существует много инициативных интернет-проектов. Наш инициативный проект направлен на хранение и распространение результатов исследовательских проектов, проведенных школьниками Петергофа под руководством М.А. Надпорожской. Эти работы посвящены изучению природных и городских почв, экологического состояния прудов и водоводов Петродворцового района, влияния урбанизации на растительность. Аудитория: школьники, педагоги, родители и все остальные жители Петродворцового района Санкт-

Петербурга. Цель нашего интернет-проекта – повышение уровня экологической культуры школьников и взрослых. Адрес сайта: <https://ecology-petergof.ru/>. Проект берёт своё начало в 2014 году и первоначально для его разработки была использована бесплатная демо-версия платного сайтового движка DataLife Engine со встроенной темой оформления Pisces. Со временем сайт развивался: в 2017 году он был полностью переведён на самую популярную в мире систему управления контентом WordPress. Для этого был заново написан интерфейс сайта с опорой на прежний, но упрощённый для ускоренной загрузки сайта и адаптированный под новую систему. Кроме того, была произведена масштабная работа по общей оптимизации сайта: теперь используются последние версии программного обеспечения, на сайте работают плагины, обеспечивающие быструю загрузку страниц. Проект с бесплатного хостинга Hostinger перевели на хостинг Jino, что также не могло не сказаться на общей скорости работы сайта. Структура сайта постранично. Новости: интересные события в экологии и смежных науках. Кабинет руководителя: образование, места работы, сведения о научных публикациях и рейтинге, перечень популяризаторских лекций и занятий. О программе: общие сведения. Наши работы: список работ с презентациями. Наши публикации: полные библиографические ссылки на публикации учащихся и руководителя с 2011 г. Фотоархив: иллюстрации этапов выполнения некоторых школьных исследований. Это интересно: любопытные экологические новости. Полезные ссылки: полезные для целевой аудитории интернет-ресурсы. Обратная связь: обращение к ответственным за работу сайта. МыВКонтакте: переход на страницу ВК, где собраны ссылки на занимательную экологическую информацию. Статистические результаты. Сайт работает шестой год. За это время сайт посетили 1238 человек, выполнившие 4712 визитов и 13890 просмотров.

Литература

Доморацкий Э., Надпорожская М.А. Информационное сопровождение школьных исследовательских проектов // Мат. IX Межд. экол. школы-конференции «Сохранение природной среды и оптимизация её использования в Балтийском регионе». СПб.: ВВМ, 2014. С. 318–320.

Работа рекомендована доц. каф. агрохимии СПбГУ М.А. Надпорожской.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO₂ НА
ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВЫСОКОДЕТАЛЬНОГО ОРТОФОТОПЛАНА

Д.Г. Иванов, И.П. Котлов, Ю.А. Курбатова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, ivanovdg19@gmail.com

Based on the bog microlandscapes classification map and long-term measurements of CO₂ soil fluxes, the contribution of each of the 3 microlandscapes types to the CO₂ emission and absorption of for the year and during the summer seasons with different hydrothermal conditions is estimated.

Большинство количественных оценок потоков CO₂ имеют точечный характер и редко экстраполируются на сходные территории. Однако структура микроландшафтов верховых болот обычно является довольно контрастной в плане величины и направленности потоков и не позволяет в целом оценить является ли болото стоком или источником углерода в целом. Только расчет общего почвенного потока или баланса CO₂ на суммарную площадь каждого типа микроландшафта позволяет ответить на этот вопрос.

На основе карты классов микроландшафтов и долговременных измерений потоков CO₂ была сделана оценка вклада каждого типа микроландшафта в эмиссию, поглощение и баланс CO₂ в течение года и летних сезонов с различными гидротермическими условиями.

Для пространственной оценки потоков CO₂ был выбран грядово-мочажинный комплекс (ГМК) верхового болота «Старосельский мох» в Тверской обл. Съёмка ортофотоплана проводилась в июле-августе 2019 г. с использованием БПЛА DJI Mavic 2 Pro с высоты 100 м и перекрытием 65–70 %, что дало итоговое разрешение 2.4 см/пикс. Для сборки ортофотоплана использовалась программа AgisoftPhotoscan 1.4.5, классификация проводилась в среде ArcGIS 10.6. В ходе классификации ГМК были выделены 3 типа микроландшафтов: гряды (21.6 га), мочажины (30.5 га), топи (11.9 га), общая площадь ГМК составила 64 га.

Измерения почвенных потоков CO₂ проводились методом закрытых статических камер на 3-х типах микроландшафтов в нескольких отдельных участках ГМК в летние сезоны 2014–2017 гг. и в течение года с октября 2015 г. по сентябрь 2016 г.

В расчете на полученные площади микроландшафтов почвенная эмиссия за летние сезоны на грядах была в пределах 120–260 т, на мо-

чажинах – 63–244 т, на топях – 31–76 т. Депонирование CO_2 на грядах – 160–321 т., на мочажинах – 194–355 т, на топях – 60–120 т. Основным фактором влияющим на разброс значений потоков между годами является количество осадков и уровень болотных вод. За год с гряд, мочажин и топей суммарно выделилось 756 т диоксида углерода, а годовой баланс CO_2 на ГМК составил 640 т, что подразумевает преобладание поглощения CO_2 над выделением.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Русского географического общества (проект № 17-05-41127), а также частично при поддержке Президиума РАН по программе № 51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования».

Работа рекомендована к.б.н. Ю.А. Курбатовой.

УДК 543.89

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИОННОЙ АКТИВАЦИИ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ

А.С. Калянова, М.Е. Кобякова, В.А. Прохорова, Д.В. Шевякин
Курский государственный университет, annakalyanova@bk.ru

The influence of ultrasonic cavitation activation of peat raw materials on the extraction of humic acids is examined by determining both the total and separate quantitative contents of humic and fulvic acids in the hydrosol samples of activated peat and the initial peat raw material. Conclusions are drawn about increasing the yield of the target component in the hydrosol of activated peat.

В настоящее время наблюдается рост интереса в промышленности к технологиям интенсификации выхода целевых компонентов из природного сырья. Было изучено влияние ультразвуковой кавитационной активации торфяного сырья в водной среде на извлечение гумусовых кислот (ГФК) 0.1 н щелочным раствором. Для выяснения влияния ультразвуковой кавитационной активации на выход ГФК были использованы объединенные образцы торфа месторождения «Дедово поле» Вологодской области.

В щелочных вытяжках из торфа, подвергшегося и не подвергшегося активации, определяли количество гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) в отдельности, а также суммарное содержание гумусовых кислот, используя модифицированный метод Н.Н. Бамбалова и Т.Я. Беленькой. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица. Содержание гумусовых кислот в исследуемых образцах

№ п/п	Наименование показателя	Результаты фактических испытаний, X±Δ	
		Торф исходный	Торф активированный
1	Массовая доля органического вещества щелочной фракции гумусовых кислот (ГФК), %	37.51±1.74	48.60±2.43
		25.31±3.48	43.78±2.18
		30.40±3.04	44.99±2.22
2	Массовая доля органического вещества щелочной фракции фульвокислот (ФК), %	31.83±0.10	37.51±1.27
		19.64±0.13	25.30±0.86
		24.14±0.99	29.80±1.01
3	Массовая доля органического вещества щелочной фракции гуминовых кислот (ГК), %	5.67±1.08	11.09±0.20
		5.74±0.63	18.48±0.32
		6.27±0.21	15.16±0.37

Примечание. Расчет массовых долей ОВ каждой фракции произведен на абсолютно-сухое вещество образцов.

Результаты проведенного анализа показали значительное увеличение выхода ГК в щелочную вытяжку после ультразвуковой кавитационной активации торфяного сырья, а также небольшое увеличение выхода ФК. Таким образом, можно констатировать, что воздействие ультразвуковых волн приводит более полному извлечению имеющихся в сырье ГФК – основных компонентов, отвечающих за биологическую активность гидрозоля активированного торфа.

Работа рекомендована к.х.н. Н.И. Косолаповой.

УДК 631

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
КОНСТРУКТОЗЕМОВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБУСТРОЙСТВА ЗЕЛЕННОЙ КРОВЛИ**

М.А. Корытина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Российская Федерация

miss.korytina@yandex.ru

Over the last few years, interest in greening the building, including roofs, has grown substantially, because «green roofs» are aesthetic and benefit the environment. The roof greening technology involves the use of substrates that, on the one hand, cause minimal impact on building, and, on the other, have optimal characteristics for plan growth. In this research agrophys-

ical properties of two substrates with different content of components were reviewed in detail.

В последнее время существенно возрос интерес к озеленению крыш, поскольку «зеленые крыши» оказывают благотворное влияние на экологическую обстановку в месте их расположения (особенно в больших городах). «Зеленые крыши» уменьшают теплопотери зданий, удерживают осадки, снимая нагрузку с водостоков, продлевают срок службы крыш, спасая их от суровых воздействий температуры и климата. Кроме того, «зеленые крыши» служат украшением больших городов, новыми рекреационными зонами для их жителей.

В правильном функционировании конструкций важную роль играют грамотно подобранные и составленные почвенные субстраты.

В связи с перечисленными требованиями в качестве объектов исследования были выбраны два субстрата имеющие следующий состав (% по объему): 1. 30 % – речной песок, 30 % – верховой торф, 30 % – кокосовое волокно (койр), 10 % – агроперлит; 2. 25 % – речной песок, 15 % – верховой торф, 10 % – кокосовое волокно, 50 % – агроперлит. Данные субстраты были помещены в Модули GreenSkinbox, используемые для кровельного озеленения. Сверху были высажены семена очитка едкого (*Sedum acre*). Модули были установлены на крыше оранжевого комплекса МГУ.

В работе исследованы различные агрохимические и физические свойства почвенных субстратов и их компонентов: pH, содержание основных питательных элементов, плотность, порозность, влагопроводность, ОГХ, температуропроводность, – а также построены модели водного режима в программе HYDRUS-1D.

Исследуемые почвенные субстраты содержат в себе компоненты, обеспечивающие хорошую водопроницаемость и аэрируемость (агроперлит, песок), водоудерживающие свойства и запас питательных веществ (кокосовое волокно и верховой торф).

На основании проведенных исследований можно сказать, что первый субстрат больше подходит для использования на территории Москвы, т.к. содержит в себе больше органических компонентов, которые обеспечивают высокую водоудерживающую способность, меньшие температуро- и влагопроводности. В связи с этим именно такой состав субстрата можно рекомендовать для озеленения крыш в условиях умеренного климата.

Работа рекомендована к.б.н. Е.В. Фаустовой.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА
ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПО ДАННЫМ
О ГЛАВНЫХ ВЕТВЯХ ИЛИСТОГО СУГЛИНКА

В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
lviktor.97@mail.ru

Computational experiments were carried out using data of silt loam from the literature on the hydrophysical soils properties. The error analysis of the point approximation of the main branches were carried out.

После атмосферного увлажнения и/или полива смена состояний влаги в почве при эвапотранспирации и/или дренажном стоке определяется водоудерживающей способностью почвы (ОГХ), которая описывается в виде зависимости объемной влажности почвы θ [$\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$] от капиллярно-сорбционного потенциала влаги ψ [$\text{см H}_2\text{O}$] [1, 2]. Для моделей водоудерживающей способности почвы существует проблема учета явления гистерезиса при физическом обосновании ОГХ. Авторами разработана математическая модель, предназначенная для описания десорбционных и сорбционных ветвей гистерезисной ОГХ [3]. Для проведения вычислительного эксперимента по идентификации этой модели использована компьютерная программа «Soil-Hysteresis» [4].

Цель исследования – оценка точности расчета гистерезисной петли ОГХ на примере суглинистой почвы.

В ходе работы использованы опытные данные о зависимости $\theta(\psi)$ для главных (крайних) ветвей суглинистой почвы *Ida silt loam* [5]. В программе «Soil-Hysteresis» проведена идентификация параметров гистерезисной ОГХ для исследуемой почвы. По теоретическим и практическим ординатам точек (значениям θ) для главных (крайних) ветвей гистерезисной петли ОГХ рассчитан коэффициент прямолинейной корреляции $R = 0.997$. Этот коэффициент свидетельствует о высокой точечной аппроксимации опытных данных о главных ветвях гистерезиса водоудерживающей способности суглинистой почвы.

Выводы. Полученное по результатам вычислительного эксперимента (идентификации разработанной математической модели) значение коэффициента корреляции позволяет утверждать, что модель достаточно точно описывает гистерезис водоудерживающей способности на примере илистого суглинка, а программа, разработанная на основе этой

модели, может быть рекомендована для расчета прецизионных норм орошения агроценозов.

Литература

1. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // Агрофизика. – 2014. – № 1. – С. 9–19.

2. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В. Уточненная оценка эффективных запасов продуктивной влаги с учетом гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Метеорология и гидрология. 2015. № 4. С. 79–89.

3. Никоноров А.О., Латышев Н.К. Модель гистерезиса водоудерживающей способности почв // Неделя науки СПбПУ: материалы научного форума с международным участием. Инженерно-строительный институт. 2015. С. 197–200.

4. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы. В сборнике: Материалы научной сессии Агрофизического института. АФИ РАСХН. – 2013. – С. 161–166.

5. Mualem Y. A catalogue of the hydraulic properties of unsaturated soils. Research Project 442. Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 1976. 100 p

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00939-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 910.2, 631.471

ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ МОСКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА СРЕДСТВАМИ ГИС

А.Н. Максимова, П.В. Онтиков

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, maximova@mgul.ac.ru

This article presents an analysis of the joint use of industrial forestry materials and soil survey in the GIS environment. Spatial dependences between soils and plantings are revealed.

Оценка лесорастительного потенциала почв – важная научная и практическая задача. Концепция ведения лесного хозяйства на лесотипологической основе требует учёта почвенных факторов на всех этапах управления лесными ресурсами. Большой спектр различных инструментов при пространственном анализе почвенных и лесных ресурсов предоставляют геоинформационные системы (ГИС).

Геоинформационные системы – это современный инструмент для решения научных и практических задач, упрощающий инвентаризацию природных ресурсов.

Объектом исследования является Свердловское участковое лесничество Московского учебно-опытного лесничества, являющееся научной и учебной базой Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Разработка геоинформационной системы начинается с формирования структуры ГИС, которая представляет собой объединение имеющейся информации по отдельным слоям. Создаваемая ГИС включила в себя производственные и архивные материалы: результаты лесоустройства 1970-х, 1980-х, 1990-х и 2000-х годов, а также данные почвенных исследований, проводившихся на кафедре Почвоведения бывшего МГУ леса с середины XX века. Все указанные материалы в процессе выполнения данной научной работы были оцифрованы (векторизованы) средствами ГИС. Разработанная таким образом ГИС послужила основой для дальнейшего пространственного анализа имеющихся компонентов.

Пространственный анализ – это выполнение вычислительных операций над геоданными для получения набора контуров, отражающих пространственное распределение насаждений. Для работы был выбран метод пространственного анализа под названием «оверлейные операции» или «операции наложения».

В результате совмещения различных слоёв ГИС была получена новая структура пространственных объектов, которая позволила оценить приуроченность насаждений к имеющимся почвами и проследить её изменение во времени. Вычисление площадей контуров выявило чёткие количественные зависимости между насаждениями, почвами и лесорастительными условиями за период с 1974 по 2004 годы. В целом, по лесничеству произошёл достаточно заметный рост продуктивности за период, который прошёл между 1974 и 1984 годом. Вероятно, это связано с тем, что лесохозяйственная деятельность в этот период осуществлялась достаточно интенсивно, а лесовосстановление шло с учётом факторов почвенной продуктивности. Наилучшие условия по продуктивности складываются на дерново-средне- и сильно подзолистых почвах.

Наиболее распространённый тип лесорастительных условий – С3 (влажные сложные субори по П.С. Погребняку) – встречается на дерново-подзолистых неоглеенных почвах разной степени оподзоленности.

Пространственный анализ показал приуроченность наиболее продуктивных насаждений к дерново-подзолистым неоглеенным почвам. Наиболее низкопродуктивные насаждения были сформированы на болотно-подзолистых почвах. Сравнение полученных результатов показало, что, в целом, наблюдается соответствие выращиваемых пород почвенным условиям, но, существует определённый резерв для повышения продуктивности, заключающийся в более тщательном подборе целевых пород к имеющимся почвенным условиям. Указанные базы данных могут быть использованы в научной работе, учебном процессе и производстве при планировании и осуществлении лесовосстановления.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. В.Н. Карминовым.

УДК 631.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ И ИХ СВЯЗЕЙ
С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ
НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ
В.В. Малышев, Л.С. Пильгуй, А.В. Бухонов
Пушинский государственный естественно-научный институт,
vladmalscheff@yandex.ru

The relationship between climate parameters (precipitation, temperature, aridity index) and soil properties (magnetic susceptibility, depth of carbonates, organic carbon content) in the South-East of the Russian plain was studied.

Изменение климатических параметров воздействует на почвообразовательные процессы, что отражается на свойствах почвы. Цель исследования – проанализировано изменение почвенных характеристик при варьировании климатических параметров (климатическая трансекта). Объектами исследования были почвы (черноземы $n=9$, каштановые $n=10$, бурые полупустынные $n=7$) в трех климатических зонах (лестепь, степь, полупустыня). Варьирование среднегодовых осадков (МАР) достигает 500 мм/год и среднегодовых температур (МАТ) до 3 °С.; индекс аридности (по де Мортону) изменяется в пределах 8–36.

В почве изучали магнитную восприимчивость (измеряли на магнитометре КАРАБРИДЖЕ KLY-2) необходимость изучения магнитных

свойств почв определяется попытками использовать магнитные данные для палеоклиматических реконструкций (Алексеев, Алексеева, 2012); содержание карбонатов (ацидометрическим методом) и органического углерода (методом мокрого сжигания по Тюрину), гранулометрический состав (методом Качинского).

Показатель магнитной восприимчивости в профиле показал наибольшие значения в черноземах $44.19-94.15 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$, в каштановых этот показатель был немного ниже и составил $24.25-88.05 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$, а в бурых полупустынных его значения были самыми низкими $3.6-9.5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$. Содержание органического углерода в верхних горизонтах черноземов находится в пределах от 5.02 до 1.38%, каштановых от 2.68 до 0.39%, бурых полупустынных от 0.50 до 0.13%. Глубина залегания карбонатов в черноземах находится в пределах 100–80 см, в каштановых 70–50 см, в бурых полупустынных 40–30 см.

Средневзвешенный прирост магнитной восприимчивости коррелирует со средним годовым количеством осадков $R^2 = 0.79$ и индексом аридности $R^2 = 0.78$, со среднегодовой температурой корреляция слабая $R^2 = 0.44$. Глубина залегания карбонатов коррелирует со среднегодовым количеством осадков $R^2 = 0.76$, индексом аридности $R^2 = 0.78$, температурой $R^2 = 0.52$. Органический углерод коррелирует со среднегодовым количеством осадков $R^2 = 0.81$ и индексом аридности $R^2 = 0.79$ с температурой связи нет $R^2 = 0.25$. Таким образом, были получены связи между магнитной восприимчивостью, глубиной залегания карбонатов, органическим углеродом и осадками, а так же индексом аридности, с температурой связь слабая или её нет.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-04-00800.

Работа рекомендована чл.-корр. РАН А.О. Алексеевым.

УДК 574

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ЭМИНЕКСТ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Н.Д. Никифорова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
myr_0_0_7@inbox.ru

Bioassay of preparation Eminext using 3 test-species of higher plants (*Avena sativa*, *Raphanus sativus*, *Sinapsis alba*) showed that it does not have a universal positive effect on test-cultures in different soil conditions.

В настоящее время на рынке существует большой выбор инновационных препаратов для улучшения качества и детоксикации загрязненных почв. Нередко они позиционируются производителями как универсальные добавки для разных экологических условий. Одним из таких препаратов является Эминекст (производство НПК «Биосфера», Россия).

Цель данной работы – сравнить изменения качества почвогрунтов при внесении Эминекста по экспресс-реакциям тест-растений. Задачи заключались в оценке фитoeffекта добавок Эминекста на ростовые характеристики однодольных и двудольных растений (овес посевной *Avena sativa* L., горчица белая *Sinapsis alba* L., редис посевной *Raphanus sativus* L.) при внесении Эминекста в различающиеся почвогрунты. Исследования проводили с 3 видами почвогрунтов: стандартная почвенная смесь согласно ИСО 11268-1, состоящая из каолина, торфа и песка в объемном соотношении 20:10:70; универсальный почвогрунт компании «Велторф»; убранозем, отобранный на территории МГУ (55°70'54" с. ш. 37°52'23" з. д.). Примененная методика основана на современной технологии фитотестирования в прозрачных пластиковых двухкамерных планшетах – «Фитоскан» (ФР.1.31.2012.11560). Испытуемые дозы Эминекста находились в интервале 12.5–125 мл на кг почвогрунта, всего 7 вариантов, включая контроль (без добавок препарата).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что Эминекст в испытанных дозах не оказывает положительного эффекта в большинстве вариантов опыта. Небольшой положительный фитoeffект (ФЭ = 17.2 %) зафиксирован при добавке Эминекста в дозе 12.5 мл/кг в стандартной почве, однако это ниже порогового уровня (20 %), который позволяет говорить о существенном улучшении почвенных свойств для проростков семян горчицы *S. alba*. Максимальный уровень положительного воздействия препарата установлен в заведомо обогащенном питательными элементами почвогрунте «Велторф»: при дозах 25–50 мл/кг субстрата ФЭ для горчицы достигал 25.8–61.9 %. Две другие тест-культуры показали отрицательный отклик на внесение Эминекста, в частности, овес посевной показал наибольшую чувствительность во всех субстратах.

Таким образом, можно заключить, что препарат Эминекст не обладает универсальным положительным эффектом на растения в разных почвенных условиях и должен иметь дифференцированные рекомендации в зависимости, как от почвенных условий, типа почв, так и от вида растений.

Работа рекомендована д.б.н, проф., зав. лабораторией экотоксикологического анализа почв (ЛЭТАП) МГУ имени М.В. Ломоносова В.А. Тереховой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УСТАНОВЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ
КАЧЕСТВА ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Огородников

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

The article is devoted methodically to the problems of determining soil quality standards in connection with changes in environmental legislation. On the example of Tula region the algorithm of development of the standard of quality of soils (lands) is offered.

13 февраля 2019 г. Правительством РФ было принято постановление № 149 «О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий».

Разработка нормативов качества для почв – давно назревшая и актуальная задача, поскольку до выхода в свет данного постановления нормирование на законодательном уровне, по сути, сводилось только к сопоставлению показателей почв с предельно допустимыми и ориентировочно допустимыми концентрациями к загрязнению тяжелыми металлами.

Экологические нормативы качества почв (земель) устанавливаются для выделяемых однородных в почвенно-экологическом отношении территорий и определяются в соответствии с методиками, утверждаемыми Министерством природных ресурсов экологии Российской Федерации. Однако в настоящее время данные методики ещё не разработаны.

Задачей работы является разработка методических подходов для определения нормативов качества почв и апробация методики на территории Тульской области.

Схема разработки методики определения допустимых параметров экологического качества почв (земель) показана на рисунке.

Данная схема методики определения допустимых параметров экологического качества почв была апробирована для основных почвенных разностей на территории Тульской области. Для девяти почвенных разностей преобладающих на территории Тульской области по ряду физических и химических показателей были установлены нормативы качества.

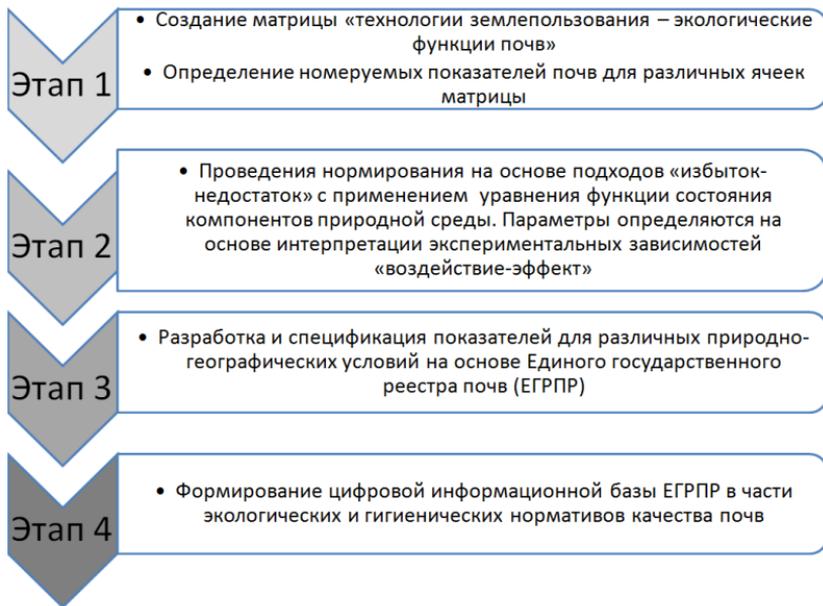


Рисунок. Этапы разработки методики допустимых параметров экологического качества почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

УДК 631.4

НАКОПЛЕНИЕ КАДМИЯ (Cd) В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ, С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕМЕДИАЦИЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СОРБЕНТОВ

К.Д. Рогожина, Н.П. Черникова, Д.С. Лысенко,
И.Н. Сазонов, С.С. Манджиева, В.А. Чаплыгин

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
cristinarogozhina@yandex.ru

The introduction of high doses of Cd negatively affected the growth and development of spring barley. The arrival of Cd had a large toxic effect on the root system and the aerial part, due to the high accumulation of heavy metals on the surface and inside the cells of plants.

В настоящее время загрязнение почв поллютантами во все больших масштабах приобретает значение экологического фактора. Наиболее опасной формой деградации почв является загрязнение их тяжелы-

ми металлами (ТМ), техногенное поступление которых в окружающую среду оказывает негативное воздействие на почву и растения. Их избыточное поступление в организм живых существ нарушает процессы метаболизма, тормозит рост и развитие. Поскольку восстановление почвенного плодородия – процесс длительный и сложный, поэтому одной из актуальных проблем является проблема динамики токсичных соединений, изучение законов их сорбции, миграции и аккумуляции в почве.

Материалы и методы исследования. Для выполнения поставленной цели был заложен модельный вегетационный опыт. Был использован верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного карбонатного мощного среднегумусного тяжелосуглинистого на лессовидных суглинках ООПТ «Персиановская заповедная степь» (Октябрьский район Ростовской области). В пластиковые сосуды ёмкостью 2 л с дренажем помещали по 2 кг почвы, просеянной через сито 5 мм. Схема опыта: 1 вариант – контрольный образец с чистой почвой; 2 вариант – почва с добавлением водного раствора ацетата Cd в дозе 4.0 мг/кг; 3 вариант – почва с концентрацией 4.0 мг/кг Cd с добавлением 2.5 % от общего объёма почвы биоугля крупной фракции 3–5 мм. В качестве тест-культуры использован ячмень яровой двурядный (*Hordeum vulgare* subsp. *distichon* (L.) Коern.) сорта «Одесский 100». Влажность почвы поддерживали на уровне 60 % полной влагоёмкости. Растения отбирали в фазу колошения и измеряли морфометрические показатели.

По результатам исследования выявлено, что воздействие кадмия, в дозе, превышающей допустимую, негативно отразилось на высоте растения, длине корней и длине листьев. В контрольном образце высота растения составила 37.6 ± 1.0 см, а в загрязненном образце 36.1 ± 2.1 см. Длина корня на 36 % меньше, по сравнению с контрольным образцом. Внесение биоугля положительно повлияло на все показатели. Высота растения выросла на 2.4 %, длина листьев и длина корня на 17.3 %, относительно показателей загрязненного образца.

Таким образом, содержание избыточной дозы Cd в почве приводит к подавлению основных биологических процессов в растении. Применение сорбента позволило снизить токсический эффект на ячмень.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента, № МК-2818.2019.5

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

УДК 631.47

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ г. МОСКВЫ НА ОСНОВЕ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ

О.Н. Ромзайкина

Российский университет дружбы народов, г. Москва, olrom92@mail.ru

QUALITY ASSESSMENT OF URBAN SOILS IN MOSCOW CITY
BASED ON THE ANALYSIS OF SPATIAL
AND TEMPORAL DYNAMICS

Our study aimed to assess anthropogenic impacts on spatial and temporal dynamics of urban soils in Moscow, Russia. The soil survey was covered various functional areas and was carry out from 2014 to 2019 at a depth of 0–20 cm. 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 RStudio and ArcPro software to assess soil function dynamics and soil organic carbon stocks.

Урбанизация оказывает все большее влияние на городские растительность и почвы в ходе запечатывания, загрязнения, засоления, перемешивания и перемещения почвенных горизонтов и их дальнейшего использования в устройстве искусственных почвенных конструкций. Несмотря на стремительные изменения в землепользовании и планировки городского пространства, даже в таких условиях почвы обеспечивают важнейшие функции, например, депонирование и хранение углерода и других питательных веществ, поддержание биологического разнообразия, поддержание городского микроклимата, поглощение и нейтрализацию загрязняющих веществ.

Верхние горизонты городских почв, являются наиболее динамичными и непостоянными ввиду регулярных работ по реконструкции и реорганизации городского пространства. Для учета вышеуказанных факторов изменчивости оценка и прогнозирование качества городских почв в нашем исследовании базировалась на основе таких современных методах как геоинформационные системы (ГИС) и дистанционное зондирование.

В ходе исследования были проанализированы результаты отбора городских почв на территории города Москвы в различных функциональных зонах, включающих рекреационные (лесопарки, скверы, городские газоны), селитебные, промышленные и строительные объекты.

Систематический отбор образцов проходил ежегодно с 2014 по 2019 год в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 на глубину 0–20 см. Были проанализированы физико-химические свойства почвы: гранулометрический состав, плотность, содержание питательных веществ и органического углерода, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, содержание тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Hg, Mn). Результаты были обработаны с помощью геостатистических методов программного обеспечения RStudio и ArcPro. Картосхемы почвенных свойств были сопоставлены с данными по запечатанности городской территории для оценки динамики почвенных функций и расчета запасов органического углерода.

Запечатанность городских территорий, функциональное зонирование и буферные зоны влияния транспортной сети города были рассчитаны на основе открытых векторных данных OpenStreetMap, а динамика изменения городского пространства была оценена с помощью методов дистанционного зондирования по снимкам различных годов, соответствующих периодам пробоотбора почвенных образцов.

Общая запечатанность территории по данным OSM для города Москвы составила 49.8 процентов, однако, для административных округов (АО) города этот показатель варьирует от 44.5 % в Северо-Западном АО до 67.8 % в Центральном АО. Однако, именно в ЦАО среднее содержание углерода почвы имеет наибольшие значения в ЦАО – 12.3 %, а наименьшие (6.7 %) для ЮЗАО и ЗАО. Такая тенденция объясняется высокой степенью реконструкции с применением торфо-песчаных смесей в озеленении газонов ЦАО, в отличие от преобладающих парков и лесопарков других АО. Говоря о загрязнении города, то здесь выделяются Восточный АО со средним суммарным показателем загрязнения (Z_c) – 34.8 (опасный уровень загрязнения) и Западный АО – с допустимым уровнем загрязнения 9.4. Такая пространственная неоднородность объясняется особенностями функционального и территориального зонирования, а именно, преобладанием промышленных и рекреационных зон.

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 631.48+528.94

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИВНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОВТОРНЫХ ПОЧВЕННЫХ
ОБСЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.Г. Рюмин, Ю.В. Симонова

Санкт-Петербургский государственный университет, a.gyumin@spbu.ru

Archival soil cartographic materials of Yaroslavl oblast were studied. We scanned materials of 14 households and georeferenced map sheets of 9 households. A shape-file was created to mark previously studied soil cuts. More than 1000 points of soil cuts were marked.

Повторные почвенные исследования имеют важное значение для оценки изменения состояния почв, направленности почвенных процессов, структуры сельскохозяйственных угодий и ненарушенных человеком территорий. Говорить об изменениях возможно в том случае, когда повторные изыскания проведены в тех же местах, где и первичные. Это почти невозможно сделать без использования почвенно-картографических материалов прошлых лет, обработка которых в настоящее время наиболее продуктивна с использованием ГИС.

Нами были проведены полевые работы на различных участках Ярославской области, где последнее крупномасштабное картографирование почвенного покрова проводилось в 1988–1990 гг. Работа основывалась на архивных планах землепользования различных совхозов с нанесенными горизонталями и почвенных карт на их основе, выполненных в масштабе 1:10 000.

Основной задачей использования архивных картографических материалов было получение координат опорных разрезов, из которых ранее были отобраны и проанализированы почвенные образцы в рамках почвенного картографирования.

Для решения поставленной задачи бумажные оригиналы были отсканированы на широкоформатном сканере; в некоторых случаях фрагменты карт сканировали на планшетном сканере формата А3. Цифровые копии именовали в соответствии с названием хозяйств, типом материала (топографическая или почвенная основа), указанием номера листа карты. Дальнейшая обработка проводилась в пакете ArcGIS 10.2. Т.к. на исходных материалах не была нанесена координатная сеть, то их привязка была осуществлена на основе подложки из космических снимков высокого разрешения компании ESRI использованного ГИС-пакета.

Были отсканированы материалы по 14-ти хозяйствам, привязаны листы карт по 9 хозяйствам. Для отметки ранее изученных почвенных разрезов был сформирован шейп-файл, в котором отмечено более 1000 точек.

Аккуратность привязки оценивалась по совпадению объектов отсканированных материалов и космических снимков. Точность привязки листов карт оценивалась на основе среднеквадратической ошибки (RMS) и в отдельных случаях достигала 40 м, но обычно не превышала 20 м.

В процессе выполнения работы был выявлен ряд сложностей. За более чем 30 лет изученная территория сильно изменилась, что мешает в привязке архивных материалов. В некоторых случаях, можно лишь угадывать очертания бывших лесополос, полей, облесенных участков; зачастую исчезли строения или появились новые; также отмечено смещение дорог как грунтовых, так и с твердым покрытием.

Если картографические материалы представляют собой склеенную из нескольких листов карту, то рекомендуется после сканирования ее «разрезать» на отдельные листы. В противном случае разбежка в местах склейки и искажения отдельных листов негативно сказываются на общем результате.

В пределах одного листа карты могут быть представлены схемы хозяйств, находящихся на удалении, не соответствующем масштабу карты. В этом случае трудно найти местоположение участка на космическом снимке. В отдельных случаях приходится прибегать к Яндекс-картам и проекту Wikimapia, чтобы определить местонахождение того или иного участка, ориентируясь по топонимике.

Полученные координаты разрезов позволили планировать работу в поле в настоящее время. Отмечено, что используя координаты, можно с приемлемой точностью с помощью приемника GPS найти места предыдущих работ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05243.

Работа рекомендована проф. А.В. Русаковым.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЧВ

А.Р. Сафин

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

The results of usage automatic soil temperature monitoring devices are described in this work. The research area is located on the territory of the West Siberian Plain, the relief is subdued and the climate is humid. Precipitation-evaporation ratio totals 1.1 according to Visotskiy-Ivanov. Automorphic soils are investigated in the research area, they are soils of CRM array (soils of permafrost) that were formed by slit loam sediments on the highlands of preterraced soils rising. Soils of the milder sandy loam consistence also represented as illuvial-ferrous soils. The results of oxidation-reduction records are provided by IRIS indicators

Гидротермические режимы почв является основным показателем, определяющий водно-температурный баланс почв. Данный показатель необходим для инженерных расчетов в области лесомелиорации, рекультивационных мероприятий по восстановлению нарушенных земель. Фиксация температурных показателей и показателей влажностей должна вестись ежегодно в разнотипных почвенных разностях. В настоящее время для фиксации температур и влажности исследователями широко используются логгеры, фиксирующие среднесуточные показатели в течении всего года. В исследовании температурные показатели фиксировали системой автоматического мониторинга «САМ-Н 2», измерение влажности производилось термостатно-весовым методом, с ежемесячным отбором проб по горизонтам, дополнительно фиксацию окислительно-восстановительных процессов определяли поливинилхлоридными трубками IRIS, которые вставлялись в верхние 60 см горизонты почв на период 12 месяцев.

Почвы таежной зоны Западно-Сибирской равнины характеризуются повышенным гидроморфизмом, здесь развиты масштабные болотные комплексы. Этому способствуют: выровненный рельеф, гумидный климат, коэффициент увлажнения по Высоцкому-Иванову составляет 1.1. Исследуемая территория относится к зоне островного распространения мерзлых пород, поэтому отрицательные температуры и промерзание пород определяют особенность криогенного почвообразования.

В районе исследования изучены автоморфные почвы, сформированные на возвышенных притеррасных повышениях, сложенных суглинистыми пылеватыми отложениями это почвы криометаморфического ряда. Также почвы более легко супесчаного состава, представленные подзолами иллювиально-железистыми.

Целью исследования послужило изучение и сравнение гидротермических режимов почв таежной зоны Западно-Сибирской равнины с помощью автоматических и стационарных измерительных устройств.

При исследовании температурного режима почвенного покрова возникает необходимость синхронного измерения температуры на одинаковых глубинах в разных точках, расположенных на значительном расстоянии. Применение традиционных методик и приборов накладывает ограничение по времени перемещения экспериментатора от одной точки к другой, при этом температура, особенно верхних слоев, может измениться.

В результате исследования определено, что подзолы иллювиально-железистые супесчаного состава являются наиболее теплыми, криометаморфические почвы являются более холодными. Трубочками IRIS фиксируется в разных типах почв 40 см предел активности влажности, что проявляется в легкой потертости краски в верхних горизонтах.

Исследование проведено в рамках гранта РФФИ № 19-29-05259 «Посткриогенный педогенез Западно-Сибирской равнины».

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

УДК 631.4:631.6

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ОРОШАЕМЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ШАУЛЬДЕРСКОГО ИРРИГАЦИОННОГО МАССИВА)

Е.Е. Сонгулов

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и
агрохимии имени У.У. Успанова

Казахский национальный аграрный университет, Казахстан, Алматы,
ersultansongulov@gmail.com

Based on results of field work in the Shaulder irrigation massif the research work investigated the features of the formation of the soil cover, their morphological and physical-chemical characteristics. Accordingly to the results of scientific work several maps: a soil map with an area of 27 thousand

hectares (scale 1:100 000), a map of soil degradation and a map of soil quality assessment were compiled.

В настоящее время из общей площади орошаемых земель Туркестанской области 548.1 тыс. га, из них 42.1 % имеет неудовлетворительное мелиоративное состояние, удовлетворительное – 29.5 % и лишь 28.4 % имеет хорошее мелиоративное состояние. Сельскохозяйственная направленность экономики орошаемых регионов области, где основными проблемами орошаемых почв являются отсутствие оперативного мониторинга засоления, выявление и устранение причин вторичного засоления и отсутствие эффективных методов повышения плодородия вторично-засоленных почв и ряд других факторов, приводящих, в конечном счете, к их вторичному засолению, привела к необходимости оценки современного состояния данных почв.

В рамках проекта «Проблемы орошаемых засоленных почв Туркестанской области и их решение на основе применения инновационной технологии повышения плодородия почв и урожайности» на 2018–2020 гг. были проведены научно-исследовательские работы на правобережной части Шаульдерского массива орошения. Было проведено рекогносцировочное обследование территории массива орошения и выбраны репрезентативные подспутниковые территории, где проведены синхронно по месту и времени традиционные наземные солевые и космические съемки подспутниковых территорий. Методы комплексного мониторинга уровня плодородия почв и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур по спутниковым данным, которые будут разработаны в результате реализации проекта, могут быть использованы и в других аридных регионах мира. Для выбора участков было проведено полевое рекогносцировочное обследование территории массива, во время которого закладывались почвенные разрезы, отбирались образцы почв для определения их физико-химических свойств. Применение инструментальных методов связано с лабораторными аналитическими исследованиями отобранных образцов, которые проводились по общепринятым методикам.

В ходе полевых маршрутных исследований было произведено рекогносцировочное обследование территории массива орошения, во время которого закладывались почвенные разрезы, отбирались образцы почв для определения их физико-химических и морфологических свойств. По результатам обследования была составлена почвенная карта в масштабе 1:100 000 с использованием традиционных методов маршрутной съемки, а также материалов дистанционного зондирования и с применением ГИС-технологий.

Также на основании проведения полевых исследований с заложением парных разрезов на целинных и орошаемых почвах и изучения аналитических данных была определена степень деградации почв и карта баллов бонитета на основе почвенной карты Шаульдерского массива. Количественная характеристика выявленных ареалов почв и аналитические данные по составу водной вытяжки введены в электронную пространственно-координированную базу данных (БД) объекта исследования.

Работа рекомендована к.б.н. К.М. Пачикиным.

УДК 631.471

ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЗАУРАЛЬСКОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

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

Using satellite data, spectral indices of salinization, brightness and vegetation were constructed. The indices made it possible to identify correlations with the electrical conductivity of the soil. Based on the constructed regression model, cartographic materials were created and the extent of salinization was estimated.

Процессы засоления почвенного покрова являются актуальной проблемой и активно изучаются во всем мире. В настоящее время в связи с трансформацией климатических условий и антропогенного воздействия на почвы, засоление является одним из наиболее опасных процессов в Южно-Уральском регионе. Некоторые районы степной зоны находятся в зоне риска и процессы засоления почв требуют тщательного изучения. До недавнего времени эти вопросы не подвергались глубокому анализу, что подтверждается небольшим количеством научных работ. Тем не менее, в последние годы в ходе экспедиционных исследований выявлено, что на сегодняшний день в южных степных частях Республики Башкортостана увеличиваются площади засоленных почв, отмечается снижение уровня грунтовых вод, повышение их минерализации и расширяется ареал некоторых видов растений, характерных для полупустынь. Для создания целостной картины масштабов развития

засоления возникает необходимость проведения таких исследований на локальном и региональном уровнях.

Активному использованию данных дистанционного зондирования в почвенных исследованиях способствует улучшение качества спутниковых изображений (пространственное разрешение), большой набор данных (многолетние архивы снимков), короткий интервал между съемкой и бесплатный доступ к космическим снимкам. Дистанционные методы исследования оперативны, более экономически выгодны и позволяют покрыть большие территории, в то время как традиционные агрохимические методы являются затратными и энергоемкими.

На исследуемой территории Зауральской степной зоны, на основе космических изображений спутника Sentinel-2A, построены спектральные индексы засоления, яркости и вегетации с использованием геоинформационной системы QGIS. Рассчитывалась корреляционная связь между удельной электропроводностью почвы и спектральными индексами. В результате расчетов индекс засоления III, рассчитанный по формуле $(G \times R)/B$, показал лучшие значения корреляции ($R = 0.82$, $R^2 = 0.67$). Индекс вегетации NDVI показал отсутствие корреляционной связи ($R = -0.10$, $R^2 = 0.01$), что обусловлено слабым развитием или высохшим состоянием растительности. Установлено, что наибольшая связь наблюдается с индексами, построенными на основе каналов видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Методом наименьших квадратов вычислено уравнение регрессионной модели $y = 0.0039x + 0.1106$, которая использовалась для автоматизированного построения карты засоления почв. На основе построенной карты выделены участки разной степени засоления: незасоленные, слабо, средне и сильно засоленные, которые позволили всецело оценить масштабы засоления исследуемого участка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90001.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.М. Габбасовой.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ СОЛОНЧАКОВ ПРИМОРСКОЙ РАВНИНЫ ПРИКАСПИЯ

В.В. Хлюстова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
leralet18@gmail.com

The paper considers the possibility of using the data of radar remote sensing in studying landscapes. For determination landscapes properties Sentinel-1 radar images were used. As an example, an area in Dagestan is considered. Attention is paid to direct feature of vegetation and indirect recognition of soils, including the determination of the degree of salinity of the landscape.

В данной работе рассмотрены особенности дешифрирования свойств почвенного и растительного покровов в засоленных ландшафтах по радиолокационным (РЛ) снимкам Sentinel-1. Целью исследования является установление возможности использования данных радиолокации для выявления засоленных участков, а также установление степени их засоленности. Исследование включает полевой этап, проведенный в мае 2018 года, когда были заложены и описаны почвенные разрезы на ключевых участках, сделаны ландшафтное и геоботаническое описания. Ключевые участки находятся в районе пос. Кочубей, республика Дагестан. Территория характеризуется аридным климатом, что вместе с близостью моря обуславливает аккумуляцию солей в ландшафтах [1]. Растительный покров разрежен, представлен кустарничками тамарикса и сведы, злаком муртуком, галофитами солянкой и солеросом. Распространены морские отложения, представленные пылеватыми суглинками.

На территорию исследования были получены снимки в радиодиапазоне (длина волны 5.6 см) со спутников Sentinel-1A/1B. Пространственное разрешение 10 м, пространственная привязка проведена на основе орбитальных данных. Съемка ведется двух поляризациях [3]. Были выбраны данные за бесснежный период 2018 года с марта по ноябрь. Используемые снимки содержат информацию об амплитуде сигнала, позволяющую разделять объекты по величине коэффициента обратного рассеяния (УЭПР) [2]. После первичной обработки исходных материалов был сделан синтез на основе снимков за три опорные даты, выбранные с учетом климатических особенностей местности. Проведена кластеризация полученного изображения с выделением десяти участков, различных по величине УЭПР. Далее было получено среднее зна-

чение УЭПР для каждого участка, построен график его динамики за исследуемый период. Также проведено сравнение РЛ данных с информацией об участке, полученной по оптическим снимкам Sentinel-2. Для этого рассчитаны вегетационные индексы NDVI (нормализованный вегетационный индекс) по оптическим данным и RVI (радиолокационный вегетационный индекс) по РЛ снимкам. Далее выводы о степени засоленности ландшафтов, сделанные по результатам анализа РЛ изображений, сопоставлены с описаниями почвенных разрезов.

Проведенное исследование показывает возможность успешного применения данных РЛ зондирования Земли в области ландшафтоведения.

Литература

1. Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М. и др. Динамика климатических условий Теркско-Кумской низменности Прикаспия за последние 120 лет // Юг России: экология, развитие. География и геоэкология. 2013. № 4. С. 96–103.

2. Трошко К.А. Разработка методики использования радиолокационных данных для тематического картографирования. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Москва, 2018.

3. ESA Sentinel Online:

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>.

Работа рекомендована к.г.н., н.с. П.Г. Михайлюковой.

Школьная секция
Почва в изменяющемся мире

НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫЕ СВАЛКИ В ГОРОДЕ
И СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Е.Д. Болдырь, А.Ю. Степанян, К.Д. Сысоев,
И.Н. Фасевич, Н.В. Дубовицкая

МОУ СШ № 54 г. Волгограда, i-fasevich@yandex.ru

Project on soil restoration in the former places of installation of garbage cans in the village of Verkhnyaya Elshanka in Volgograd through landscaping and soil reclamation.

Одной из важных причин загрязнения окружающей среды и возникновения некоторых заболеваний является проблема мусорных полигонов в нашем регионе. На федеральном уровне утвержден проект по «Снижению негативного воздействия на почву посредством ликвидации территорий захоронения твердых коммунальных отходов». Проект подразумевает строительство новых предприятий по сжиганию и переработке мусора, введение новых подходов к утилизации отходов. К сожалению, этот дорогостоящий проект не включает восстановление загрязненных почв, что необходимо делать в первую очередь особенно в мегаполисах и населённых пунктах. К примеру, в посёлке Верхняя Ельшанка есть места бывших мусорок, а карьер за посёлком и вовсе завален бытовым и строительным мусором. Долговременное накопление и хранение мусора на этих территориях привело к такому состоянию почвы, что на ней ничего не растёт. Химическое исследование почвы проводилось путем определения состава водной и солевой вытяжек образцов почв. Экологическое состояние почвы изучалось через оценку ее кислотности. Сравнив данные пробы с пробой почвы, отобранной с клумбы пришкольного участка (№ 5), мы увидели, что уровень pH, gH и содержание $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ в этих пробах выше. Особенно эти показатели увеличены в пробе № 3, взятой возле жилых домов. Такая почва может представлять опасность для самих же людей посредством выращенных на садовых участках урожаев.

Местные жители не раз задумывались об облагораживании этих мест, так как территории занимают расположение рядом с детскими площадками. Поэтому тема рекультивации почвы мест бывших мусорных баков актуальна.

Учащиеся МОУ СШ № 54 решили реализовать проект по восстановлению почв в бывших местах установки мусорных баков в посёлке Верхняя Ельшанка города Волгограда посредством озеленения территории и рекультивации почвы.

Среди растений, используемых для повышения качества земель, в первую очередь можно назвать травянистых представителей семейства Бобовые, которые способны фиксировать атмосферный азот. К примеру, в Австралии для рекультивации территорий угольных шахт используется Клитория тройчатая (*Clitoria ternatea*). Ещё одно растение, активно применяемое при рекультивации земель, – тополь чёрный (*Populus nigra*). Широко используется фитомелиорация посредством высева люцерны, донника и других трав.

В результате исследования выяснили:

1. Бытовые отходы влияют на экологическое состояние почвы, что следует из анализа проведенных исследований. В почвах, испытывающих влияние бытовых отходов,

2. Мусорная корзина среднестатистической семьи на половину состоит из пищевых отходов и на 30 % из упаковки. Все эти отходы можно было бы переработать, но в нашей стране не развит метод вторичной переработки.

3. Проведенный социологический опрос показал, что большинство горожан не знают, как можно использовать ТБО. В связи с этим нами предложены рекомендации по уменьшению бытовых отходов.

4. Планируется установить в посёлке контейнеры для сбора макулатуры и пластика.

5. На территории высеяны люцерна и донник.

Работа рекомендована к.б.н. Л.Б. Черезовой.

УДК.631.10

КЛИМАТ КАК ФАКТОР ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Е. Голубева, Е.И. Мартынова, Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич
МОУ СОШ № 54 г. Волгограда, dnata29@yandex.ru

The region is located in an arid region and is characterized by an abundance of heat with insufficient moisture, which contributed to the formation of xerophytic steppes on chestnut soils. The exception is the North and North-West of the region, where, due to the higher level of humidity, black earth soils were formed.

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. Климат является одним из главных географических компонентов, важнейшим фактором формирования природных геосистем. Метеорологические наблюдения в Волгограде были начаты в 1836 г. С 1843 по 1845 гг. и с 1855 по 1890 гг. станция не работала. Вторично метеостанция была организована в конце 1890 г. и работала до 1924 г. До 1890 г. данные наблюдений издавались в так называемых сводках, а с 1890 г. в Летописях Главной физической обсерватории.

На формирование климата оказывает влияние ряд факторов: солнечная радиация, географическое положение, характер подстилающей поверхности и положение территории в системе циркуляции воздушных масс. Рассмотрим влияние этих условий на климат степной зоны Волгоградской области.

Важную роль в формировании климата степной зоны Волгоградской области играет её удалённость от Атлантического океана, что ведёт к континентальности климата, возрастающей с запада на восток. Это проявляется в более значительных годовых и суточных амплитудах воздуха, меньшим, по сравнению с более западными территориями, количестве осадков и уменьшении влажности воздуха. Для области характерна умеренно холодная малоснежная зима и жаркое сухое лето. Зимой нередки также вторжения восточных масс Сибирского антициклона. Такая циркуляция обуславливает тот факт, что среднегодовая температура зимних месяцев на территории области ($-10...-11$ °С). Вторжение этих масс сопровождается повышением температуры до $39-40$ °С. В тёплый период (с апреля по октябрь) на севере области преобладают северные и северо-восточные ветра, на юге – южные и юго-западные. Средняя скорость ветра составляет $3.1-4.4$ м/с. В связи с большим количеством поступающей к земле солнечной радиации, в летние месяцы верхний слой почвогрунта может нагреваться до $66-69$ °С, что приводит к ещё большему нагреву приземного слоя воздуха.

Среднегодовая температура в пределах Волгоградской области изменяется с северо-запада на юг от $5.2-5.5$ °С до $8.0-8.3$ °С. Минимальные температуры наблюдаются в январе–феврале ($-36...-40$ °С), максимальные – в июле–августе ($42...44$ °С). Абсолютного максимума своих значений температура достигает в Заволжье, районе озера Эльтон, посёлке Быково (45 °С в тени).

С северо-запада на юго-восток количество осадков уменьшается с 470 мм до 300–280 мм на крайнем юго-востоке степной зоны. Максимум осадков – 40.3 мм в месяц приходится на июнь и декабрь, минимум – на март (27.4 мм). Две трети годового количества осадков выпадают в тёплый период года, с апреля по октябрь. Летом, когда выпадает большая часть осадков, испарение превышает увлажнение и осадки в почве не накапливаются. Одной из особенностей климата Волгоградской области является резкое колебание сумм осадков по отдельным годам. При среднем многолетнем за последние 120 лет количестве осадков 360–370 мм в год в рекордно влажном 1915 г. в Царицыне выпало 715 мм осадков, в 1989 г. – 630 мм. Наиболее влажными периодами были 1912–1916 гг. (485–548 мм), конец 1980–1990-х гг. (до 454–579 мм, исключение 1991 г. – 316 мм), 2003–2006 гг. Засушливыми были 1880–1890-е гг., 1940-е гг. наименьшее количество осадков (208 мм) выпало в 1949 г. Очень сухими были 1972 г. – 234 мм, 1975 г. – 242 мм, 1984 г. – 273 мм, 1994 г. – 297 мм. Коэффициент увлажнения на территории области снижается от 0.85 на северо-западе до 0.4–0.3 в юго-восточных районах. Среднемесячная температура января меняется от –8 °С на юго-западе до –12 °С на северо-востоке. Весна короткая, длится с марта по апрель. Лето наступает в мае – июне и длится 3 месяца. Осень наступает в середине сентября и длится до середины ноября. Погода преимущественно тёплая и ясная.

Выводы:

1. В целом можно отметить, что область расположена в засушливой области и отличается обилием тепла при недостаточном уровне увлажнения, что способствовало формированию ксерофитных степей на каштановых почвах. Исключение составляет север и северо-запад области, где, благодаря более высокому уровню влажности, сформировались чернозёмные почвы.

2. Климат как фактор почвообразования сложен, его воздействие на почвы многообразно. С климатом связана энергетика почвообразования, тепловой и водный режим почв, продолжительность промерзания распределение типов почв по поверхности земли.

3. Солнечная радиация и влажность климата устанавливают постоянное тепло и газообмен между почвой и атмосферой.

Литература

1. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно основная буферность почв.

2. Алиев Ш.А., Саматов Б.К. Использование местных мелиорантов для химической мелиорации кислых почв. Роль почвы в формировании ландшафтов.

САДЫ НА КРЫШАХ ГОРОДА

А.А. Горемыкина, Е.О. Толмачева, М.Ю. Волков,

И.Н. Фасевич, Н.В. Дубовицкая

МОУ СШ № 54 г. Волгограда, i-fasevich@yandex.ru

A system for creating green spaces on the roofs of buildings in the arid climate of the Volgograd region is proposed

Загрязнение воздуха – воистину бич современности. Почти нет крупных городов, в которых загрязнение атмосферы не является проблемой и Волгоград не является исключением. В Волгограде большое количество крупных предприятий, отходы деятельности которых выбрасываются в атмосферу – это такие заводы, как «Красный Октябрь», занимающийся производством стали, «Каустик» (химическая промышленность), «Волгограднефтемаш» и Волгоградский тракторный завод (машиностроение).

Как сообщается в информационном бюллетене управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в Волгоградской области за 2018 год, «в течение года в Волгограде фиксировались превышения ПДК диоксида и оксида азота (Советский район), гидрохлорида (Кировский, Красноармейский районы), гидрофторида (Краснооктябрьский район), озона (Дзержинский район), фенола (Кировский, Краснооктябрьский районы). Диапазон превышений находился в пределах 1.2–2.2 ПДК». Решения данной проблемы можно найти множество, но наиболее удачным будет проект озеленения города – это мероприятие позволит очистить воздух и улучшить внешний вид города.

Озеленение требует большие площади свободной, незастроенной земли. А что делать, если такой земли нет? Сносить постройки? А если нет возможности? Тогда на помощь придет технология «зеленых крыш». Она заключается в выращивании растений на крышах многоэтажных домов, что существенно сокращает площадь требуемой земли.

Для того, чтобы правильно подобрать растения, стоит учитывать особенности климата, а также предполагаемый режим полива. Существуют два вида озеленения: интенсивное и экстенсивное. При интенсивном озеленении требуется оросительная система, то есть постоянный бесперебойный полив. Это стоит довольно дорого, а в Волгоградской области еще дороже, так как климат жаркий, и, следовательно, воды потребуется больше. В связи с этим выбор пал на экстенсивное озеле-

нение (в этой технологии не используется дополнительный полив). Для этого типа озеленения используют засухоустойчивые растения: травы, кустарнички, кустарники. Критерии выбора таких растений: небольшая корневая система; отличная засухоустойчивость и морозостойкость; способность противостоять ветровым атакам; общая неприхотливость.

Прежде всего, перед посадкой стоит выстлать поверхность кровли брезентом. Это поможет в том случае, когда крыша дома имеет какие-либо изъяны. В это же время устанавливается система наклоненных сточных желобов для удаления излишков воды. Затем, для снижения веса, на дно получившегося «бассейна» засыпать слой керамзита. Поверх него уже можно помещать грунт, причем его слой не должен превышать 60–70 сантиметров, иначе крыша не выдержит нагрузки.

Гидроизоляция для такого рода сооружений – один из самых важных этапов работы. Одна ошибка может стоить многого, поэтому к этому этапу нужно относиться максимально серьезно.

Технология зеленых крыш необычна, и, на данный момент, не распространена на больших территориях, ввиду ее сложности. Многие не понимают ее преимущества в современном мире, когда свободной земли не так уж много, но потребность в парках и садах высока.

Возможно, через десять-двенадцать лет эта технология станет более востребованной и «зеленые крыши» станут обыденностью.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Б. Черезовой.

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИВОКЗАЛЬНОГО ПРУДА В ПЕТЕРГОФЕ

М.Г. Деткова, М.Д. Рубан, В.Д. Кочина

ДЮЦ ПЕТЕРГОФ, ГБОУ СОШ 412

mirgoolga@yandex.ru, marinta@mail.ru

The water quality of the Railway Station Pond in Peterhof was studied in October 2019 and January 2020. Chloride pollution with an increase in water salinity to 660 mg/l was established. In warm winter 2020 the pH and mineralization of water near the coast varies from slightly acidic to alkaline and from fresh to salsinous, respectively.

На южном берегу Финского залива водоемы и водоводы питаются водой из разных источников. Атмосферные осадки бесцветные и мало минерализованы. Болотные воды цветом от желтого до коричневого, кислые и мало минерализованы. Грунтовые воды бескарбонатной морены

бесцветные слабокислые, могут содержать растворенные соединения железа. Воды, профильтровавшиеся через известняки, бесцветные, щелочные, минерализация до 400 мг/л. Один водоем может иметь разные источники питания, вклад которых меняется по сезонам. Наличие хлоридов в воде свидетельствует о загрязнении сточными водами. Цель работы: оценить изменение качества воды Привокзального пруда (сквер около ж/д станции Новый Петергоф) в октябре 2019 – январе 2020. Сквер капитально отремонтировали в 2008 г. (www.assembly.spb.ru). Высажены деревья и кустарники. Очищен пруд, восстановлены его откосы и газоны (<https://www.fontanka.ru/2008/04/29/108/>). Пруд был обследован 15 лет назад (Румянцев, Игнатьева, 2006). Мы отбирали пробы воды в количестве 5–6 по периметру пруда около береговой линии 19.10.2019 и 13.01.2020. Определяли: органолептические свойства, pH (pH-метр Эксперт), минерализацию (солемер DIST WP) и хлориды с раствором AgNO_3 . Привокзальный пруд овальный, 30×70 м, зеркало воды 1535 м² (<http://rgis.spb.ru>). Поверхностного поступления воды в пруд не наблюдали. Сток воды из пруда через сливной шлюз на северном берегу был 13 января 2020 г. Органолептические свойства воды и качественная реакция на хлориды одинаковы в оба пробоотбора. Цвет воды светло-желтоватый, запах слабый ароматический. pH и минерализация воды варьировались. 19.10.19 pH почти одинаков по 6 пробам воды (от 7.6 до 7.8), минерализация 646–670 мг/л. Минерализация природных вод водоемов Петродворцового района от 100–200 до 300 мг/л за счет растворенных бикарбонатов кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), реакция среды такой воды нейтральная и щелочная (Стадник и др., 2018). Повышение количества растворенных солей в 2 раза выше обычного значения свидетельствует о загрязнении растворимыми солями, что подтверждает качественная реакция на хлориды (очень много). 13 января качество воды по точкам отбора различалось сильно: pH от 6.2 до 7.6, минерализация от 271 до 605 мг/л.

Выводы. В воде Привокзального пруда установлено загрязнение хлоридами с повышением минерализации воды до 660 мг/л. В теплую зиму (из-за поступления вод из разных источников) pH и минерализация воды около берегов пруда от слабокислой до щелочной, от пресной до солоноватой, соответственно. Для прогноза экологического состояния Привокзального пруда нужно вести регулярные сезонные наблюдения.

Литература

1. Румянцев В.А., Игнатьева Н.В. Система ранней диагностики кризисных экологических ситуаций на водоемах. СПб: ВВМ. 2006. 152 с.

2. Стадник Е.П., Журавлева В.И., Надпорожская М.А. Экологическое состояние городских прудов // Мат-лы Межд. научн. конф. XXI Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение – мост между науками» / Под ред. Б.Ф. Апарина. СПб, 2018. С. 463–464.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. СПбГУ, педагогом ДЮЦ ПЕТЕРГОФ М.А. Надпорожской и учителем биологии ГБОУ СОШ 412 О.Б. Кожинной.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА УРОВЕНЬ pH ОГОРОДНОЙ ПОЧВЫ

М.Д. Ерофеева, С.С. Кузнецова

ГБОУ школа № 197 с углубленным изучением предметов
естественнонаучного цикла Центрального района Санкт-Петербурга,
ia_bakulina@mail.ru

This work is devoted to the study of the effect of coniferous ash on the acidity of garden soil on the territory of the Vsevolozhsk district of the Leningrad region. In a laboratory, the authors studied the qualitative composition of ash of coniferous plants, determined the acidity of ash and soil samples. The data obtained indicates the possibility of using coniferous ash to reduce the acidity of garden soil.

Древесная зола как удобрение используется с давних времен. Она является одним из ценнейших источников кальция, калия, магния, натрия, фосфора, а также других элементов, необходимых для полноценного роста и развития растений. Точный химический состав этого вещества природного происхождения определить нельзя, так как в зависимости от вида и возраста растения, которое сжигали, он меняется.

Но зола – не только удобрение. Она обладает способностью разрыхлять почву и изменять ее структуру. Кроме того, благодаря высокой щелочности зола нейтрализует избыточную почвенную кислотность. Применять ее полезно на всех почвах кислого ряда – подзолистых, дерново-подзолистых, светло-серых лесных, бурых лесных, торфяно-болотных и болотно-подзолистых. Нормы внесения зависят от уровня кислотности, содержания в почве органического вещества, а также от того, тяжелая она или легкая.

Цель нашего исследования: выявление влияния золы хвойных растений на уровень pH верхнего горизонта огородной почвы.

Задачи исследования:

– отбор образцов почвы верхнего горизонта на территории дачного участка в д. Колтуши Всеволожского района Ленинградской области и их описание;

– получение и качественный анализ золы хвойных растений в школьной лаборатории;

– анализ уровня рН водной вытяжки почвы;

– установление зависимости изменения уровня рН почвы от количества вносимой золы;

– составления рекомендаций по использованию золы хвойных растений на огородных почвах Ленинградской области.

Отбор почвенных образцов проводился в период в ноябре 2019 г. на территории дачного участка в д. Колтуши Всеволожского района Ленинградской области.

Отобранные пробы почвы были изучены по следующим критериям: кислотность, гранулометрический состав, структура, плотность, влажность.

В школьной лаборатории в муфельной печи была получена зола хвойных растений. Проведен качественный анализ состава золы. Лабораторными методами обнаружен калий, фосфор и кальций.

Для определения влияния золы на кислотность почвы, были определены рН контрольного образца почвенной вытяжки, который составил 5.5. Далее были подготовлены 5 образцов почвы (по 200 г), в которые вносилось зола соответственно в количестве 1, 2, 3, 4, 5 г. Полученные данные свидетельствуют о значительной степени влияния золы хвойных растений на кислотность огородных почв исследуемого района. В первых двух опытных образцах рН остался неизменным. Незначительно повысилось значение: в образце № 3 и № 4 до 5.7. В образце № 5 до 5.8.

Таким образом, зола хвойных растений может быть использована для снижения кислотности почв до показателей комфортных для произрастания различных культур.

Работа рекомендована с.н.с. ФГБНУ Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева Е.Д. Чигалейчик; учителем ГБОУ школы № 197 Центрального района СПб И.А. Бакулиной, учителем химии ГБОУ школы № 197 А.О. Жаровым.

ВЯЗЫ ПЕТЕРГОФА – ГРАФИОЗ НАСТУПАЕТ?

С.Ю. Жолнерович, Д.Р. Кельгорн, А.О. Дубрава
ДЮЦ ПЕТЕРГОФ, ГБОУ СОШ 412
mirgoolga@yandex.ru

Elms die from graphiosis in St. Petersburg since 2002. By 2014, about 70 % of elm trees had died in the Forestry University park. Two foci of elm disease were identified in Peterhof (Mordvinovka and St. Petersburg Ave., 61).

Вяз (*Ulmus*) – вторая по встречаемости порода деревьев в Санкт-Петербурге. Для озеленения скверов, бульваров, улиц и дворов вязы в нашем городе высаживают с первой трети XIX века. Преобладают два вида вязов: вяз гладкий и вяз шершавый. В последние годы в Санкт-Петербурге вязы массово погибают. Причина – графиоз ильмовых или голландская болезнь вязов. Это инфекционное сосудистое заболевание. Возбудителем является микромицет Офиостома язвовая (*Ophiostoma ulmi*), которого переносят жуки заболонники (Википедия). В 2002 г. в Санкт-Петербурге были зарегистрированы первые случаи гибели вязов от голландской болезни. В парке Лесотехнического университета к 2014 г. погибло около 70 % вязов. На 2015 год в Санкт-Петербурге зарегистрировано 700 очагов графиоза ильмовых. В 2015 году в Петродворцовом районе графиоза ильмовых не было обнаружено, но болезнь распространялась довольно быстро (Мощеникова, Вязникова, 2016). Цель работы изучение границ распространения графиоза в Петродворцовом районе. Маршрутные обследования проводили в 2018–2019 гг. Разработали и опробовали способ экспертного учета степени усыхания листьев в кронах вязов.

В ходе маршрутных обследований мы определили, что в Петродворцовом районе встречаются два вида вязов (гладкий и шершавый). Здоровые деревья есть в Александрийском парке, Привокзальном сквере, на улице Аврова. Также были обнаружены очаги графиоза. 4 ноября 2018 году в Мordвиновке на пересечении улиц Левитана и Немкова были найдены три засохших вяз. 2 февраля этот сухостой вырубил, но вывезти не успели. Местные жители вывезли распиленные стволы на дрова. Летом 2019 г около вырубленных вязов была корневая поросль (высотой 1.5–2.0 м) с пожелтевшими и/или скрученными листьями явными признаками графиоза.

Во дворе ДЮЦ ПЕТЕРГОФ (Петергоф, Санкт-Петербургский пр., 61) 13 июля 2019 г. обнаружены пораженные графиозом вязы. Результаты обследования вязов представлены в таблице. Всего 32 вяза. Здоровых деревьев 62.5 %. Одно дерево сухое, без коры (3.1 %). У трети вязов (34.4 %) отмечены признаки графиоза (желтые и скрученные листья). Два вяза почти засохли.

Таблица. Состояние вязов, растущих
во дворе ДЮЦ ПЕТЕРГОФ 13.07.2019.

Состояние	Здоровые	Больные	Сухостой	Итого
Кол-во вязов	20	11	1	32
%	62.5	34.4	3.1	100

Выводы. Графиоз ильмовых распространяется по Петродворцовому району. Мы выявили два очага заболевания (Мордвиновка и Санкт-Петербургский пр., 61).

Литература

1. Мощеникова Н.Б., Вязникова Е.В. Методическое пособие по изучению голландской болезни вязов. СПб. 2016. 22 с.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. СПбГУ, педагогом ДЮЦ Петергоф М.А. Надпорожской и учителем биологии ГБОУ СОШ 412 О.Б. Кожиной.

ХОРОША ЛИ ПОЧВА ПОД ВЯЗАМИ У ГОСТИНОГО ДВОРА?

В.И. Журавлева

ДЮЦ «Петергоф», ГБОУ СОШ № 411 «Гармония»

zhuravlyova.vladislava@yandex.ru

44 elm trees were planted near Gostiny Dvor in St. Petersburg. 10 elms survived by 2019. We studied the soil under live elms in the holes from dead trees. Soil samples were taken on April 7 and 11, 2019. The soil quality according to the studied characteristics (field moisture, mechanical composition, agronomic structure, pH, chloride quality, salt content in the water extract) was within the normal range.

В Санкт-Петербурге остро стоит проблема усыхания вязов из-за голландской болезни, или графиоза ильмовых, распространяемой жуками заболонниками. Ежегодно увеличивается область распространения графиоза, возрастает количество очагов болезни и их размеры. Наше внимание привлекли вязы у Гостиного двора. В 2011 г. были высажены вязы резиста, устойчивые к графиозу. К 2019 г. осталось 10 вязов. Предполагают, что остальные погибли под влиянием выхлопных газов, антропогенной и техногенной нагрузок (www.gorod-812.ru). Цель работы изучить качество почвы под вязами около Гостиного двора. Пробы почв из приствольных кругов (пустых и под живыми вязами) отбирали 7 апреля (с поверхности, глубина 0–10 см, 4 точки) и 11 октября

2019 года (с глубин 0–10 и 10–15 см, 8 точек) – в начале и в конце вегетации. Гипотеза: в апреле после схода снега можно было ожидать повышенное содержание легкорастворимых солей. Для изучения общего состояния растительности и почв проводили маршрутные обходы территории около Гостиного Двора и по его окрестностям. Отбирали пробы почвы из поверхностных слоев гумусового горизонта (7 апреля: 0–5 см; 11 октября: 0–10 и 10–15 см) в начале и в конце вегетации 2019 г. В лаборатории описали морфологические свойства почв. Затем влажные пробы почвы взвешивали и высушивали. Механический состав (минеральные частицы > 1 мм) и структурность почвы определяли сухим рассеиванием на колонке сит. Методом насыпных колонок определяли полную влагоемкость (ПВ) почв. В водной и солевой суспензиях определяли рН. В водной вытяжке определяли общее содержание солей кондуктометрически (солемер DIST WP) и хлориды качественно с раствором нитрата серебра (AgNO_3).

Полевая влажность почв составляла 110 % (массовых) в апреле. В октябре почва приствольных кругов вблизи Гостиного Двора имела влажность 40–42 %, почва из приствольных кругов вблизи Невского проспекта 26–32 %. ПВ почв для этого участка 90 % (среднее по 4 пробам). Весной влажность поверхностных слоев почвы была больше ПВ (122 %), а осенью меньше (от 44–47 до 29–36 %). Пробы почв имеют благоприятный для роста растений гранулометрический состав: 21 % скелетной части (минеральные частицы размером >1 мм), мелкозем представлен пылеватым суглинком. Структура почвы комковатая. Структурное состояние почвы хорошее. Агрономически ценные агрегаты (от 0.25 до 10 мм) составляют 68–71 %. Пробы почвы весеннего отбора имели $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 6.9–7.4, pH_{KCl} 6.2–7.0, в целом благоприятные для растений. Содержание растворимых солей в водной вытяжке 0.03 %, проба на хлориды отрицательная.

Выводы. Первые результаты свидетельствуют о хорошем состоянии почв под вязами около Гостиного Двора: крупных минеральных частиц относительно немного, в таком количестве они не мешают росту корней. Поверхностные слои почвы хорошо агрегированы. рН близок к нейтральному диапазону. Хлориды не обнаружены. Вязы устойчивы к действию засоления и пересыхания почв в естественном ареале произрастания. Причина гибели деревьев не найдена. В наши планы входит наблюдение за влажностью в вегетационный период, в мае–августе 2020 г.

Работа рекомендована к.с.-х.н. доц. СПбГУ, педагогом ДЮЦ Петергоф М.А. Надпорожской.

Landfills are unavoidable with existing consumption in Metropolitan areas. If the waste is not properly disposed of and processed, it can pose a serious threat to the land where the landfills are located, as well as to animals and people living nearby. Reclamation allows neutralizing environmental harm and eliminating the source of danger.

Мусорные полигоны неизбежны при существующем потреблении в мегаполисах. При неправильной утилизации и отсутствию переработки отходов, они могут представлять серьезную угрозу для земель, на которых находятся полигоны, а также для растений, животных и людей, живущих неподалеку. Рекультивация позволяет нейтрализовать экологический вред и ликвидировать источник опасности.

Объект: мусорный полигон «Парфеново»

Земли полигона, и прилежащие к ним замусорены, разложение отходов (в том числе токсичных) привело к химическому загрязнению земель, а позже грунтовых вод, используемых для питья в деревне Парфеново. Рекультивация позволит нейтрализовать экологический вред и ликвидировать источник опасности для жителей.

Цель работы: изучить, какие способы рекультивации могут быть использованы для данного района; подобрать оптимальный вариант для полигона «Парфеново»; ориентировочно оценить стоимость рекультивации.

Задачи работы: 1. Сбор информации и оценка способов рекультивации с учетом физико-географических, хозяйственных, экономических особенностей района. 2. Экономическая оценка способа рекультивации.

Полигон был закрыт в 2013 году, на данный момент горы мусора засыпаны слоем земли, что не предотвращает загрязнение грунтовых вод, земли и выделения метана.

Площадь полигона составляет 5.7 га. Для технического этапа рекультивации предлагается использовать герметичный защитный экран для предотвращения попадания влаги. И системы газопроводов, откачивающих метан из-под него. Для биологического этапа я буду рассматривать полную и ускоренную рекультивацию. Ускоренная рекультивация подразумевает использование активных микроорганизмов, которые разрабатывают ценные сорта гумуса, что ускоряет биологический этап.

После анализа была выбрана ускоренная рекультивации, с последующим использованием территории под лес. Предлагается использования различных трав, таких как: красный клевер, луговая овсяница, черемша; деревья: сизой ивы, сосны обыкновенной, ольхи обыкновенной.

Литература

1. Биология почв Звягинцев Д.Г.
2. Основы биологической рекультивации Т.С. Чибрик.
3. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель.
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-ekonomicheskie-aspekty-gosudarstvennogo-regulirovaniya-rekultivatsii-zemel-pri-likvidatsii-ugledobyvayuschih-predpriyatiy/viewer>
5. <https://firmapole.ru/price/>
6. <https://agroserver.ru>
7. <http://kopeika.org/politika/6291>
8. https://studwood.ru/2336813/agropromyshlennost/posev_pochvoobogaschayuschih_kultur

Работа рекомендована учителем биологии Т.В. Ярцевой.

УДК.631.10

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ

П.Л. Зюбина, Я.Д. Стрекаловский, Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич
МОУ СОШ № 54 г. Волгограда, dnata29@yandex.ru

The reason for the increase in acidity is the climate. With the predominance of precipitation over their evaporation and insufficient heat, the process of soil formation takes place in conditions of excessive moisture, which leads to an increase in soil acidity.

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.

В течение всего года не исключается возможность проникновения в нашу область сухого арктического воздуха.

С Атлантического океана и Средиземного моря приходят циклоны. Чаще они бывают зимой, поэтому погода в этот период более изменчива. Летом часто вторгаются сухие, горячие массы воздуха из Казахстана, тогда воцаряется жара до 39–45°. Особенностью континентального климата являются большие амплитуды колебания температур. Среднемесячные амплитуды в области 30–32°, а максимальных и минимальных температур 70–80°.

Волгоградская область получает много тепла и имеет длительный вегетационный период. Продолжается он от 145–160 дней на севере до 165–175 дней на юге. Сумма положительных среднесуточных температур воздуха выше +10° за вегетационный период на севере составляет 2840 °С, на юге – 3265 °С. Этих запасов тепла вполне достаточно для вызревания пшеницы, ржи, подсолнечника, сахарной свеклы. При обилии тепла и света большое значение для сельского хозяйства имеют атмосферные осадки. Однако их наша область получает явно недостаточно. Две трети осадков приходится на теплый период (с апреля по октябрь). Территория нашей области весьма обширна, поэтому климат в ней не одинаков, наблюдаются заметные его изменения с северо-запада на юго-восток. В этом направлении увеличивается континентальность, убывают осадки, возрастает испаряемость и засушливость.

По данным исследований в Волгоградской области многолетние среднемесячные температуры приобрели устойчивую тенденцию к повышению.

Повышение температуры воздуха отмечается не только в холодное время, но и летом, особенно в июне (1.61°/50 лет), июле (1.40°/50 лет) и августе (1.28°/50 лет). Рассмотрение изменение количества осадков за последние 50 лет по месяцам показало, что более устойчивое повышение количества осадков наблюдалось в январе, феврале, марте, мае, июне, сентябре, октябре и декабре, а заметное снижение отмечено в июле на 7.55 мм, августе на 6.56 мм, в апреле 4.44 мм и ноябре – 2.05 мм. Максимальный рост осадков отмечен в июне (9.9 мм), и это имеет особое значение, поскольку переувлажнение почв приводит к повышению их кислотности, а при повышенной кислотности почвы нарушается поступление элементов питания в растения, снижается интенсивность микробиологических процессов, повышается подвижность и доступность для растений металлов-токсикантов, ухудшается качество сельскохозяйственной продукции, происходит падение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Выводы:

1. Причиной повышения кислотности является климат. При преобладании осадков над их испарением и недостаточном количестве тепла процесс почвообразования протекает в условиях избыточного увлажнения.

2. Вода содержит уголекислоту, которая активно растворяет известняк и многие минералы. Кальций и другие питательные элементы мигрируют с влагой по профилю почвы и при промывном режиме теряются с грунтовыми водами. Помимо естественных причин подкисления почв, существуют и причины, обусловленные человеческой деятельностью: вынос из почвы кальция и магния с урожаем, применение физиологически кислых минеральных удобрений. Роль климатических факторов особенна, они вызывают и непосредственно определяют интенсивность подкисления.

Литература

1. Сажин А.Н. Климатические ресурсы. // Природные условия и ресурсы Волгоградской области.
2. Юго-восток Европейской части СССР.

УДК 631.438.2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕТА-ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ АЛЛЮВИАЛЬНАЯ ПОЧВА КИПРЕЙ УЗКОЛИСТНЫЙ

В.Д. Иванова

ЧОУ ЧШ ЦОДИВ, Санкт-Петербург, verochka_2006@mail.ru

The analysis of the distribution of beta-emitting radionuclides potassium-40 and cesium-137 in the system alluvial soil rosebay willowherb was carried out. The coefficients of accumulation in different organs of the rosebay willowherb in relation to the soil are determined.

Почвы поймы малой реки Кременка отличаются от почв на коренном берегу вследствие того, что образовались в результате руслового процесса, перенесшего и отложившего большое количество кварцевого песка. Выше по течению реки Кременка в окрестностях населенного пункта Новинка находятся карьеры по добыче песка. В зависимости от условий увлажнения, в пойме реки Кременка можно обнаружить аллювиально-дерновую, дерново-подзолистую и болотно-подзолистую почву. В отдельных местах на аллювиально-дерновой почве развивают-

ся заросли – Иван-чая – Кипрея узколистного – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., который используется как заменитель чая.

Цель работы в месте массового произрастания иван-чая провести анализ бета-излучающих радионуклидов калия-40 и цезия-137 в аллювиально-дерновой почве и использовать полученные данные для определения коэффициентов накопления в иван-чае.

Материалы и методы. Почва для анализа была отобрана в следующих точках. Ленинградская обл., Гатчинский р-н, ж.д. станция Чаща, массив садоводств «Чаща», участок реки расположенный за садоводствами «Мечта» и «Волна». На правом берегу реки Кременка. 1. Две группы берез 11 и 19 шт. Расположены на границе между лугом и топким участком осоковой поймы глубиной 0.5–1.0 м (N 59°04.734', E 030°27.664'). 2. Четыре березы и кустарниковые ивы на границе лугового сообщества (N 59°04.751', E 030°27.678'). 3. На левом берегу реки Кременка, между рекой и старицей, в точке с координатами (N 59°04.470', E 030°27.556') в месте массового произрастания кипрея узколистного.

Образцы растений и почвы были высушены в потоке теплого воздуха до воздушно-сухого веса. Для определения суммарной бета-активности почвенных проб (Бк/кг) использовался радиометр бета-излучения «Бета». Детектор – газоразрядный счетчик торцового типа СБТ-10, расположенный в свинцовом домике. Измерения проводились в условиях толстого слоя. Значение фона детектора измеряли каждые два часа. Время измерения пробы не менее 1000 с.

В результате измерения активности были получены следующие результаты. 1. Активность в подстилке 190 ± 19 Бк/кг, в аллювии 159 ± 16 Бк/кг. 2. Активность в подстилке 244 ± 25 Бк/кг, в аллювии 183 ± 18 Бк/кг. 3. Подстилка, мощностью 2–3 см, обладает активностью 377 ± 34 Бк/кг. Песчаный аллювий, отобранный до глубины 12 см, обладает активностью 142 ± 12 Бк/кг.

Анализ полученных результатов показывает, что суммарная бета-активность выше в верхнем органо-минеральном горизонте, по сравнению с нижней частью почвенной пробы. Изотопы включены в биогенный круговорот в верхней части почвенного профиля, где наблюдается максимальное количество корней, что соответствует регрессивно-аккумулятивному типу распределения.

Коэффициент накопления (КН) величина, показывающая отношение активности в сухих частях растения к активности в сухой почве. За активность почвы была принята активность горизонта, в котором расположены шнуровидные корневища Иван-чая.

Активность бета-излучающих радионуклидов в вегетативных и генеративных органах кипрея узколистного и коэффициенты накопления составили: в корневищах 163 ± 25 Бк/кг КН 1.15; в стеблях, 143 ± 72 Бк/кг КН 1.01; в листьях 432 ± 51 Бк/кг КН 3.04; в цветах 437 ± 17 Бк/кг КН 3.08.

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

УДК 631.431

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРИШКОЛЬНОГО УЧАСТКА ГБОУ АО «ПРАВОСЛАВНАЯ ГИМНАЗИЯ» И ЛУГОВОЙ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛАНДШАФТА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Косова, А.А. Никитина, Д.О. Семенова
ГБОУ АО «Православная гимназия», г. Астрахань, ast-prav.gimnazia@yandex.ru

Soil sustainability to degradation processes is defined by their physical condition. It is found that there are more small fraction fines in urban soils of the northern part of Astrakhan. The soil structure may be characterized as a good one if we take into consideration agronomical valuable aggregates.

Почва постоянно развивается, поэтому её плодородие – свойство динамичное, заметно изменяющееся как в естественном состоянии, так и при производственном использовании. Почвы обладают естественным природным разнообразием, являются универсальным индикатором состояния окружающей природной среды. Урбозёмы отличны от естественных почв по химическим и водно-физическим свойствам.

Цель работы – сравнительный анализ экологического состояния почвы пришкольного участка ГБОУ АО «Православная гимназия» и луговой аллювиальной почвы естественного ландшафта Астраханской области. Методы исследования: ситовой гранулометрический анализ (сухое просеивание), определение механического (гранулометрического) состава почвы методом раскатывания по Гусарову, определение водородного показателя водной вытяжки, качественное определение в почве некоторых водорастворимых веществ. Структуру почвы оценивают количественно на основании распределения содержания агрегатов (воздушно-сухих и в воде) по их размерам. Количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера.

По результатам исследования гранулометрического анализа (сухого просеивания) мы выяснили, что почва пришкольного участка по сравнению с почвой естественного ландшафта имеет низкое содержание агрономически ценных агрегатов (10–0.25 мм), которые придают почвенной структуре ее уникальный вид в виде почвенных комочков. Низкое содержание таких агрегатов приводит к нарушению водно-воздушного режима почв, снижению почвенного плодородия и развитию растений. Исследования гранулометрического состава почвы пришкольного участка показали, что это почва относится к тяжелому суглинку. Тяжелосуглинистая почва слабопроницаема для воды и воздуха, способна удерживать много влаги, которая остается недоступной для растений. Эти почвы уплотняются и при высыхании на их поверхности образуются трещины. Определение водородного показателя водной вытяжки позволил определить, что почва пришкольного участка имеет нейтральную реакцию среды (рН 6.74). Возделываемые культуры требуют для себя условий с оптимальными показателями рН (5.0–8.0). Значения рН исследуемой почвы находятся в этих пределах. Низкое содержание хлорид- и сульфат-ионов свидетельствует об отсутствии процессов засоления в исследуемом слое почвы. Для более детального исследования этого процесса необходимо провести исследования почвы на глубине 40 см и 60 см. Начальное развитие процесса начинается с этих глубин, т.к. сульфат-ион менее подвижный, чем хлорид-ион и закрепляется на глубине 40–60 см. Сравнительные исследования показали, что почва пришкольного участка испытывает экологическую нагрузку, малоплодородная, глинистая. Улучшить почву можно путем пескования или сделать подбор растений, которые могут расти на почвах тяжелого грансостава.

Работа рекомендована д.б.н., доц. АГУ Л.В. Яковлевой, учителем биологии ГБОУ АО «Православная гимназия» А.В. Сероглазкиной.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ
БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ПЕЧЕГДА

П.А. Куликова

г. Тутаев Ярославская область, МУДО ЦДО «Созвездие»,
polinkakulikova34@gmail.com

This study is aimed at studying the soil composition of the coastal slopes of the Pechegda river and determining the degree of pollution from the results of soil sample analyses

Почва постоянно находится под воздействием деятельности человека. На почву как на природный ресурс люди в процессе практической деятельности оказывают прямое и косвенное воздействие. При использовании земли под строительство зданий и промышленных объектов, прокладке дорог, водо- и газопроводов человек оказывает на почву прямое воздействие. Выращивая культурные растения, человек оказывает на почву косвенное воздействие, изымая из почвы вместе с урожаем органические и минеральные вещества; внося в почву удобрения и обрабатывая её, человек способствует восстановлению почвенного плодородия.

Цель: оценить состояние почв береговых склонов в нижнем течении реки Печегда

Задачи:

- выполнить обследование (рекогносцировку) береговых склонов в районах двух мостов (пешеходный и железнодорожный);
- выполнить отбор почвы;
- определить морфологические свойства почв;
- провести биотестирование почв;
- сделать химический анализ образцов почв.

В течение трех лет проводится мониторинг качества воды в реке Печегда, которая протекает между крутых берегов и впадает в реку Волгу. На протяжении 800 метров, параллельно проходит железнодорожная ветка, по которой перевозятся цистерны с нефтепродуктами ЯМПЗ им. Д.И. Менделеева. Точки отбора проб почвы были выбраны в соответствии с тем, что они расположены, первая в начале пути железнодорожного состава, район пешеходного моста. Вторая точка, железнодорожный мост – это окончание движения состава в непосредственной близости от реки. Береговые склоны относятся к категории крутых, угол уклона составляет 60 градусов (первая точка) и 70 градусов (вторая точка). Высота склонов составляет в районе пешеходного моста (первая

точка) – 14 метров, в районе железнодорожного моста (вторая точка) – 15 метров. В каждой точке пробы отбирались в трех местах: первая – 2.5 м от края склона; вторая – 8 м, средняя часть; третья – в 3 м от воды, нижняя часть склона.

Почвы склонов сложены суглинком, коричневым, моренным, тугопластичным, лёгким, с включениями гравия до 13 %. Сухой суглинок с пористостью 0.5 имеет несущую способность 3 кг/см², при пористости 0.7–2.5 кг/см². Порода является рыхлой, с большим содержанием мелкозернистого кварцевого песка. Для определения загрязнения почвы применили метод биотестирования по показателям всхожести, тест растениями (кресс салат и горчица белая). Выбор двух видов растений обусловлен тем, чтобы получить наиболее достоверные данные. Эксперимент проводили в течение 7 дней, было заложено 6 образцов на 2-х видах тест растений, общее количество образцов 12. Всхожесть составила: точка 1, (пешеходный мост) – кресс салат – 95 %, горчица белая – 60 %; точка 2, (железнодорожный мост) – кресс салат – 65 %, горчица белая – 35 %. По результатам можно видеть, что наиболее низкая всхожесть оказалась в районе железнодорожного моста. В лабораторных условиях были выполнены анализы проб почв на рН, нитраты, хлориды и сульфаты. По показателям превышение ПДК, сульфаты 162 мг/кг (при норме 160 мг/кг), что показывает небольшое превышение в пробе у железнодорожного моста.

Работа рекомендована педагогом дополнительного образования Т.С. Грындиной.

УДК 631.4

РОСТ ОРГАНИЗМОВ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ,
НА ПОЧВЕННОМ ГРУНТЕ С ТЕРРИТОРИЙ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ СЕРПУХОВА

А.Д. Лоза¹, Н.Н. Каширская²

¹МБОУ СОШ № 18, г. Серпухов, loza11.08.03@mail.ru

²ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино nkashirskaya81@gmail.com

The state of industrial territories of Serpukhov-city was assessed using indicator plants and microorganisms sensitive to soil pollution

Оценка почвенного загрязнения городских территорий, прилегающих к промышленным объектам, является важной задачей, которая нередко решается с помощью живых организмов, чувствительных к присутствию поллютантов и ксенобиотиков. Целью данной работы бы-

ло оценить степень загрязнения серпуховских почв, отобранных с промышленных территорий. Почвенные образцы помещали в плошки, где выращивали горох из семян, а также разливали по чашкам Петри в виде 20 % почвенного агара, для посева суспензии, приготовленной из эталонной почвы, отобранной на территории заповедника. Кроме того, для каждой почвы рассчитывали индекс органического загрязнения почв – отношение численности сапротрофных микроорганизмов, растущих на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде, к численности микроорганизмов, растущих на почвенном агаре. Результаты работы представлены на рисунке. Среди контрольных почв наиболее благоприятной для выращивания гороха была почва с соборной горы, здесь его биомасса была в 2 раза выше по сравнению с лесной почвой. Промышленные объекты располагались в ряду: Кожевенный завод – Химволокно – УРСА – ТВИНТОС – Электромеханический завод – Металлист. При этом только Металлист демонстрировал урожайность гороха ниже фонового уровня. Здесь же была выявлена минимальная численность микроорганизмов из эталонной почвы заповедника и максимальный индекс органического загрязнения.

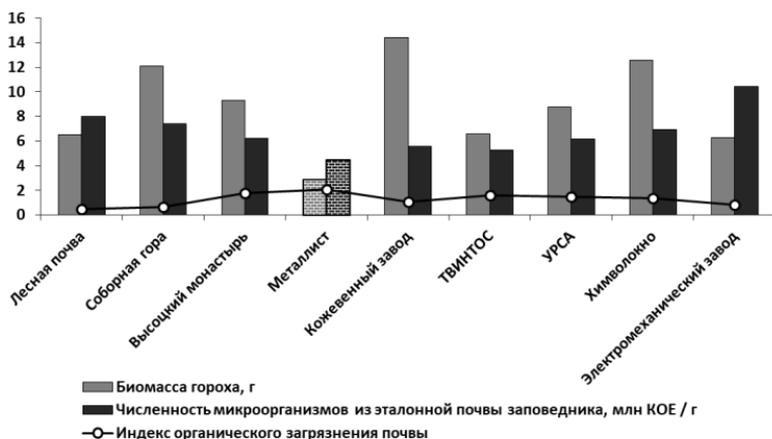


Рисунок. Рост организмов, чувствительных к загрязнению, на почвенном грунте, отобранном вблизи промышленных объектов Серпухова.

Работа рекомендована учителем биологии МБОУ СОШ № 18 А.С. Дацюк.

ПОЧВЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ
УРОЧИЩЕ «РУССКО-НЕМЕЦКАЯ ШВЕЙЦАРИЯ»Г.Х. Отаева¹, Л.К. Сукиасян¹, К.Л. Айбатова¹Педагоги: А.Б. Александрова², И.Г. Кайнова¹¹МБОУ «Школа № 144», Казань, sch144kzn@mail.ru²ЦДТ «Танкодром», Казань, adabl@mail.ru

Soils of the natural monument of regional importance natural boundary «Russian-German Switzerland» located in the urban area of Kazan including steep hills on the left bank of the Kazanka River – a tributary of the Volga River were investigated. The soil cover is represented by sod-carbonate leached, alluvial meadow and alluvial meadow-bog soils.

Объектом изучения в летний период 2019 года были почвы памятника природы (ПП) регионального значения Урочище «Русско-немецкая Швейцария». Территория ПП площадью 30 га расположена в Вахитовском районе г. Казань, включает в себя крутые холмы на левом берегу р. Казанка, притока р. Волга. Актуальность исследования объясняется отсутствием данных о почвенном покрове ПП «Урочище «Русско-немецкая Швейцария» в Государственном реестре особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Цель работы: изучить особенности формирования и морфологического строения почв ПП Урочище «Русско-немецкая Швейцария». Задачи: 1. Заложить почвенно-геоморфологический профиль на основных элементах рельефа. 2. Изучить морфологические особенности почв. 3. Дать характеристику физико-химических свойств почв. Для характеристики почвенного покрова на территории ПП в пределах поймы р. Казанка и древней надпойменной террасы р. Волги было заложено 5 разрезов: три разреза на склоне южной, юго-восточной экспозиции и два разреза в пойме р. Казанка. Описание почв проводилось согласно общепринятым в почвоведении методам. В 16 отобранных почвенных образцах определяли pH водной вытяжки по ГОСТ 26423-85, содержание гумуса по ГОСТ 26213-91, плотность сложения лабораторным методом (Балахчев, 1993).

Выводы: 1. Заложен и изучен почвенно-геоморфологический профиль, охватывающий склоновый элемент рельефа и пойму р. Казанка на территории ПП Урочище «Русско-немецкая Швейцария». На высоких элементах рельефа формируются дерново-карбонатные выщелоченные, на низких – аллювиальные луговые и аллювиальные лугово-болотные почвы. 2. Дерново-карбонатные почвы, в зависимости от

формирования их на разных частях склона, характеризуются разной глубиной залегания выщелоченной толщи (65–85 см), мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта (13–19 см), изменением цветовой гаммы верхнего горизонта от серо-коричневого до серого цвета. Особенно сильно морфологического строения почв поймы р. Казанка является различная интенсивность проявления процессов оглеения в почвенной толще. В аллювиальных лугово-болотных почвах оглеение протекает наиболее интенсивно, что обуславливает образование глеевого горизонта в профиле. В аллювиальных луговых почвах процессы оглеения менее выражены и диагностируются в виде ржаво-охристых пятен по всему профилю. 3. Дерново-карбонатные выщелоченные почвы характеризуются среднесуглинистым, аллювиальные луговые и лугово-болотные – легкосуглинистым гранулометрическим составом. Реакция среды водной вытяжки в профиле дерново-карбонатных выщелоченных почв меняется от нейтральной (7.0) до щелочной (8.8). Аллювиальные почвы характеризуются слабокислой реакцией среды верхнего горизонта и близкой к нейтральной – нижней части профиля. Содержание гумуса в дерново-карбонатных выщелоченных почвах увеличивается в направлении от вершины (2.9 %) к нижней части склона (4.9 %). Аллювиальные почвы характеризуются как среднегумусные (3–4 %). Дерново-карбонатные почвы уплотнены, аллювиальные почвы обладают оптимальной плотностью сложения.

УДК 631.4

ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПАХОТНЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ
СЕЛА РУССКАЯ БУЙЛОВКА

К.А. Распопова¹, Н.Н. Каширская²

¹МКОУ Русско-Буйловская СОШ, с. Русская Буйловка,
kseniaraspopova2005@icloud.com

²ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино nkashirskaya81@gmail.com

The phosphatase activity of arable potato fields with application of phosphorus fertilizers was 3–10 times less than the phosphatase activity in abandoned soils.

Фосфатазная активность почвы связана с обилием почвенных микроорганизмов и содержанием доступного фосфора. Целью данной работы было оценить фосфатазную активность залежных огородных почв и пахотных почв, отобранных в период осенней вспашки с девяти

сельских огородов, восемь из которых расположены на водоразделе, и один – у основания надпойменной террасы. Фосфатазную активность оценивали в баллах после добавления фенолфталеинфосфата натрия в почвенную суспензию по образованию фенолфталеина в течение 1 часа и в течение 1 суток. Было обнаружено, что эти величины не коррелируют и могут быть представлены в виде диаграммы рассеяния, как показано на рисунке. Пахотные почвы удобрялись, не испытывали нехватки фосфора и отличались низкой фосфатазной активностью по сравнению с залежными почвами. Семь объектов, расположенных на водоразделе, характеризовались близкой (не более 5 баллов) скоростью накопления фенолфталеина в течение 1 часа. При этом за сутки накопление фенолфталеина здесь варьировало от 5 до 15 баллов. За пределами этой группы были выделены две почвы. Почва у основания надпойменной террасы характеризовалась высокими показателями по обоим осям координат, а в почве с максимальным внесением минеральных удобрений при высокой начальной скорости образования фенолфталеина заметно снижалось его накопление в течение суток, что может свидетельствовать об угнетении микробного сообщества.

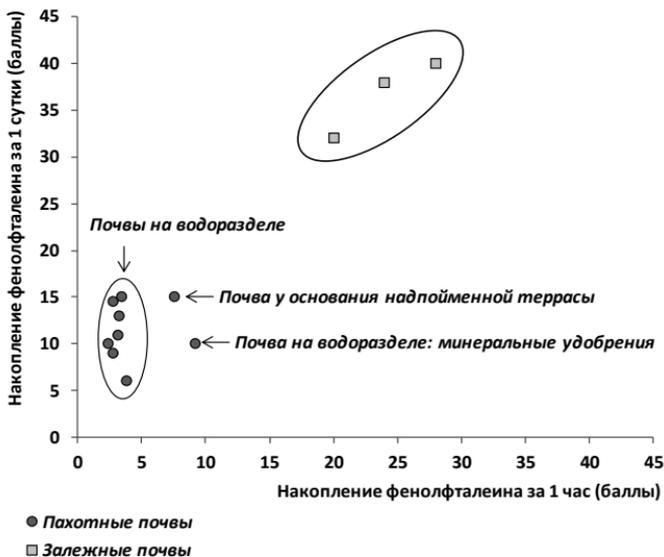


Рисунок. Фосфатазная активность пахотных и залежных почв на диаграмме рассеяния.

Работа рекомендована учителем химии и биологии МКОУ СОШ Русско-Буйловская Т.П. Каширской.

ПОЧВЫ ДВОРА ФЕРМЫ В СЕРГИЕВКЕ

Е.П. Стадник

ДЮЦ ПЕТЕРГОФ, ГБОУ СОШ №542

marinta@mail.ru

The soils of the farm yard were studied (Sergievka Park, Oranienbaumschose, 2F-Yu). Well humified surface horizons of soils have a thickness of 20–25 cm and pH H₂O of 7.6 as in urban soils. Anthropogenic inclusions of different times were discovered.

Дата постройки фермы в парке Сергиевка (Ораниенбаумское шоссе, 2Ф-Ю) не известна. На карте имения Лейхтенбергских 1843–1846 гг. ферма отмечена. Ферма представляет комплекс из двух одно- и двухэтажных зданий с внутренним двором. С 1920 года здесь проживали сотрудники университета, а после конца 1980-х располагаются научные лаборатории. Размеры фермы 34×26 м. Общая площадь двора 330 м², из них на зеленые зоны приходится около 260 м² (<http://rgis.spb.ru>). Каждый период истории фермы оставлял следы как в ее внешнем облике (Стадник, Надпорожская, 2011), так и в обустройстве двора. Цель работы – изучение почв двора фермы. По рассказам очевидцев, после войны во дворе были цветочные клумбы, стоял деревянный стол, за которым жильцы проводили досуг. С 1980-х до 2014 года большую часть зеленых зон двора занимали деревья и травы. Деревья (три ели и ясень) стали слишком велики для маленького дворика, они затеняют и иссушают землю. С 2014 г. декоративным озеленением двора занимается И.А. Инишина, а мы ей помогаем, разрыхляя почву, удаляя камни и крупные корни деревьев. Выборочно, под посадки цветов, прокапываем верхний (20–25 см) слой почвы (серый, суглинистый, комковато-глыбистый). Ниже залегает плотный коричневатобурый суглинок с многочисленными включениями битого кирпича, гранитных валунов и щебня. Антропогенные включения (артефакты) встречаются и в гумусовом горизонте: осколки камней, кирпича, стекла, керамической посуды, ржавые гвозди. Расположение артефактов в почве случайное. Самыми интересными являются следующие антропогенные включения. 1. Обломок силикатного кирпича (10×15×5 см) с сохранившимся частично клеймом (PR... 169...). 2. Осколок керамической облицовки голландской печи с клеймом раколаниокского гончарного завода (РАК...). 3. Силуминовая подставка от статуэтки футболиста 54×180×10 мм (год создания 1979, автор А.А. Мурзин (1914–2010)). 4. Монета «3 копейки» 1931 года. 5. Стальная пластина 400×400×20 мм,

корродирована, края неровные, как при разрезании металла газовой сваркой. pH_{H_2O} поверхностных (0–5 см) слоев почвы 7.6 (среднее по 15 пробам, точки отбора равномерно распределены по площади зеленых зон двора). Суглинок, залегающий под гумусовым горизонтом, вскипает от 10 % HCl. В северной части двора обнаружена засыпанная рыхлым слоистым серым и светло-серым грунтом яма, с вросшими на всю глубину (>1 м) корнями шиповника. Насыпной грунт ямы имеет pH_{H_2O} от 7.7 в верхних и нижних слоях (0–20 и 90–100 см) до 8.1–8.3 в средней части (30–70 см). Щелочная реакция верхних горизонтов почв может быть последствием Великой Отечественной войны: северная часть фермы была разрушена взрывом, и обломки стен были разбросаны по двору. Известковые материалы могли попасть в почву и во время послевоенного восстановления здания. Можно заключить, что под многолетним влиянием человека в почвах двора фермы сформирован 20–25 см богатый гумусом горизонт, отличающийся щелочной реакцией от природных почв нашей зоны, обычно кислых. По этим признакам (pH_{H_2O} и содержание гумуса) почвы зеленых зон двора похожи на городские почвы.

Литература

Стадник Е., Надпорожская М.А. Тайны постройки здания фермы в Сергиевке и экологические вопросы // Мат. VIII ежег. молод. конф в усадьбе «Сергиевка...». СПб.: ВВМ, 2013. С. 355–357.

https://ecology-petergof.ru/workings_pdfs/44.farm.pdf

Выражаю благодарность Д.В. Осипову, К.Л. Якконену, музею «Керамарх» (<http://www.keramarch.ru/>), сайту <https://meshok.net> за помощь в определении артефактов.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. СПбГУ, педагогом ДЮЦ Петергоф М.А. Надпорожской.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РАКОВИННЫХ АМЕБ

Е. Табисимов, А. Кокоулина, Е. Лысак,

Т.А. Иудина, С.С. Рябова, Г.В. Мартыненко

ГБУ ДО ДД(Ю)Т Московского района, ГБОУ «Академическая гимназия
№ 56», ГБОУ школа № 362, ГБОУ школа № 372, г. Санкт-Петербург
eco_ddut@mail.ru

Influence of technogenic factors on the morphophysiological characteristics of shell amoeba was studied.

Одной из актуальных проблем почвенной биологии в настоящее время является изучение облигатных обитателей почвы, таких как раковинные амебы (*Rhizopoda*, *Testacea*). Они образуют наиболее крупную по численности и видовому разнообразию группу почвенной микробиоты.

В почвенных биоценозах тестацеи активны во многих биодинамических процессах: они участвуют в становлении ценнейшего качества почвы – плодородия, регулируют численность бактерий, используя их в качестве пищи.

Несмотря на целый ряд работ, выполненных по экологии и биологии раковинных амеб, эта многочисленная и важная группа по своей функциональной активности в природе, изучена до сих пор, крайне недостаточно.

Целью данного исследования является выявление токсического действия солей тяжелых металлов на почвенные раковинные амебы. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: провести анализ фауны почвенных раковинных амеб на загрязненных и контрольном участках; рассчитать количественный состав раковинных амеб на загрязненных и контрольном участках; определить содержание ионов тяжелых металлов в почвах загрязненного и контрольного участков.

Объект исследования – раковинные амебы, обитающие преимущественно в верхнем горизонте почвы А₀–А₁. Образцы почвы взяты в 2017–2019 году. Контрольный участок выбран в лесном массиве п. Токсово Ленинградской области, в отдалении от автомобильных трасс, промышленных предприятий, жилых массивов. Образцы почвы, подвергающиеся антропогенному воздействию, взяты вблизи северной ТЭЦ и бетонного завода (пос. Ново-Девяткино).

Проведено исследование образцов рентгенофлуоресцентным методом. Результаты исследования показали, что содержание ионов тяжелых металлов на загрязненном участке на много превышает значения ПДК (тм) в почве. Исключение составили два элемента: никель и ванадий. На контрольном участке содержание ионов тяжелых металлов находится в пределах норм ПДК (тм) в почве.

Нами было установлено, что среди почвенных простейших раковинные амебы являются самыми устойчивыми к действию солей ТМ среди почвенной микрофауны.

Однако на загрязненном участке, где была обнаружена повышенная концентрация ТМ, у раковинных корненожек наблюдались морфологические и физиологические изменения: деформация раковинок; образование защитных жизненных стадий (предцист, цист покоя, зиготист); трофозоиты, устье которых закрыто «детритной пробкой»; пустые раковинки. Наличие данных стадий в популяции является показателем техногенных нарушений в почве.

Исследование количественного состава амеб показало, что численность корненожек варьирует в зависимости от условий обитания.

Проведённый анализ фауны почвенных раковинных амеб на загрязненном и контрольном участках показал, что существует различия по видовому составу.

Работа рекомендована к.б.н., методистом, п.д.о. ДД(Ю)Т Московского района Т.А. Иудиной, к.п.н. п.д.о. ДД(Ю)Т Московского района С.С. Рябовой.

УДК 631.10

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КУПЧИНСКОГО ПРУДА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

А.Н. Черных, Е.Г. Ширяев

ГБОУ школа 351, ГБУ ДО ДДЮТ Московского района,
Санкт-Петербург, kate-soul@yandex.ru

The article refers to the assessment of ecological state of soils of Kupchinsky pond and its environment. The acidity and content of heavy metals of the soil were determined. The level of saprobity of the reservoir was studied.

Начато исследование подводных почв и почв побережья Купчинского пруда. Купчинский пруд расположен во Фрунзенском районе в 290–340 м от пересечения Белградской улицы и Альпийского переулка.

Пруд был образован в результате проведения ирригационных работ в пойме реки Волковки в 1972–1973 гг. Большая часть пруда вырыта на месте старого Купчинского кладбища. Купание в пруду запрещено, но его берега активно используются местными жителями для отдыха.

Целью нашего исследования стало изучение экологического состояния почв Купчинского пруда и его побережья. Для достижения данной цели нами были сформулированы следующие задачи: определение механического состава, кислотности и степени загрязнения почв тяжелыми металлами. Заращаемость макрофитами составляет около 8 %. По берегам встречаются *Bidens tripartita* L. – череда трехраздельная, *Phragmites australis* – тростник обыкновенный, *Cicuta virosa* L. – вех ядовитый. Возле берега произрастает *Equisetum fluviatile* L. – хвощ речной, на поверхности воды можно наблюдать *Potamogeton natans* L. – рдест плавающий, *Lemna minor* L. – ряска малая. Ранее нами изучался альгологический состав водоема, в котором были выделены индикаторные виды, позволившие определить индекс сапробности водоема. Он составил 1.59, что соответствует умеренно загрязненным водам III класса качества.

В ходе нашего исследования был установлен уровень кислотность почвы и воды – важный экологический фактор, определяющий условия жизнедеятельности организмов. Для определения уровня кислотности почвы использовалась почвенная солевая вытяжка, приготовленная по стандартной методике. Величина pH определялась прибором Алямовского и универсальным индикатором и составила 6.4, pH воды Купчинского пруда составляет 6.2, что указывает на слабокислую среду. По механическому составу прибрежные почвы относятся к среднему суглинку. Его определяли методом кольца. Наличие тяжелых металлов – никеля, меди и железа определяли в почвенных вытяжках с помощью тест-систем «Крисмас+». Результаты измерения представлены в таблице.

Таблица. Содержание никеля, меди и железа в почвах Купчинского пруда.

Тяжелые металлы, мг/кг	Прибрежные почвы	Илистые почвы пруда
Ni ²⁺	1	1.5
Cu ²⁺	150	300
Fe	Более 1000	700–800
pH	6.4	6.2

Результаты: по механическому составу прибрежные почвы Купчинского пруда относятся к среднему суглинку. Почвы как подводные, так и прибрежные имеют слабокислую среду. Загрязнение тяжелыми

металлами изученных почв различно, содержание никеля небольшое, меди в прибрежных почвах в 2 раза меньше, чем в илистых почвах пруда. Обнаружено высокое содержание железа в прибрежных почвах и среднее в почвах пруда.

Таким образом, использованные в работе экспресс-методы определения тяжелых металлов показали повышенное содержание меди и железа в почвах как водоема, так и его прибрежной зоны.

Работа рекомендована к.б.н., доц., педагогом дополнительного образования И.В. Панкратовой и учителем биологии, педагогом дополнительного образования Е.В. Дмитриевой.

Алфавитный список авторов

Álvarez P.A.....	142	Siadul J.....	76
Antisari LV.....	7	Sonmez E.....	248
Bahenská K.....	143	Tik R.....	6
Bartnicka A.....	76	Tusat E.....	248
Bartyzel T.....	76	Абсалямов Р.А.....	8
Benedetti F.....	77	Аверьянов А.А.....	144
Bonomi G.....	79	Агаджанова Н.В.....	9
Celikel E.....	248	Айбатова К.Л.....	304
De Feudis M.....	7	Акатова А.А.....	152
Dvořáčková H.....	78	Александров Н.А.....	81
Falsone G.....	7	Александрова А.Б.....	304
Fechтали T.....	79	Аннабаева А.В.....	82
Fidler F.....	76	Антоненко Е.М.....	87, 215, 233
Finke P.....	77	Антоненко С.А.....	132, 198
Idbella M.....	79	Антонова А.Д.....	199, 203
Kostecki J.....	76	Антонова С.А.....	201
Mazzoleni S.....	79	Асланова Л.Ф.....	199, 203
Mikhailsoy F.D.....	6, 248	Ахметзянова Р.Р.....	84
Moreno G.I.....	142	Балбекина М.А.....	146
Nowicka O.....	76	Барахов А.В.....	85
Pilch P.....	76	Барбашев А.И.....	87, 215
Priori S.....	77	Барсаева М.Х.....	11
Quinde J.D.....	142	Бауэр Т.В.....	15, 67, 148, 233
Sari F.....	248	Беляева М.В.....	12
Shein E.V.....	6	Болдырь Е.Д.....	282
		Брикманс А.В.....	133
		Брюнел А.....	14
		Бузылёв А.В.....	23, 32
		Бурачевская М.В.....	15, 85, 236
		Бухонов А.В.....	264
		Бычин А.С.....	221

Васина М.Р.	227	Дубовик Е.В.	158
Виноградова Ю.А.	92	Дубовицкая Н.В.	282, 283, 286, 295
Власова А.П.	88	Дубрава А.О.	291
Воликова Е.А.	205	Дударева Д.М.	213
Волков М.Ю.	286	Дудникова Т.С.	87, 215
Волошенко И.В.	205	Душанова К.С.	159
Волошин А.Н.	90	Дыдышко С.В.	98
Габерштейн Т.Ю.	149	Едемская В.А.	22
Габышева А.А.	151, 207	Ерофеева М.Д.	289
Гаврилова Т.А.	17	Живалов И.А.	57
Генрих Э.А.	92	Жигалева Я.С.	23
Гиневский Р.С.	250, 261	Жолнерович С.Ю.	291
Гладкова М.М.	227	Журавлева В.И.	292
Голованов Д.Л.	9	Заборовская А.А.	100
Головлева Ю.А.	9	Зайцева М.А.	294
Гололобова А.Г.	151	Званцова В.А.	25
Голубева Д.Е.	283	Земсков Ф.И.	27, 44
Голубева К.В.	152	Зиборов А.С.	101, 124
Гордеева К.А.	209	Зинченко В.В.	198, 236
Горемыкина А.А.	286	Зюбина П.Л.	295
Горепекин И.В.	93	Иванов Д.Г.	257
Горовцов А.В.	198, 236	Иванов Е.Д.	161
Горохова С.М.	95	Иванов М.М.	164
Горшков Д.А.	96	Иванова В.Д.	297
Гусева И.А.	209, 252	Иванова Н.С.	28
Данилова Т.Н.	82	Идрисов И.А.	231
Демина С.А.	18	Ильина Д.А.	163
Деревенец Е.Н.	154	Ильичев П.А.	103
Деткова М.Г.	287	Ильченко Я.И.	30
Джубаньязова Д.К.	253	Илюшкова Е.М.	32
Дзюба Е.А.	156	Иовчева А.Д.	33
Доморацкий Э.А.	255	Искандирова Ю.Р.	104
Дорофеева Т.С.	210	Иудина Т.А.	309
Дорохова Н.А.	87, 215		
Досалиева Д.А.	20		
Доценко К.П.	212		

Казанов В.В.	35	Ладонин Д.В.	173
Казанова Е.Ю.	36	Лазарев В.А.	250, 261
Кайнова И.Г.	304	Латыпова Л.И.	209, 218
Калинин П.И.	176	Лебедева Т.Н.	238
Калянова А.С.	258	Леонтьева Ю.Д.	219
Каренских Я.Д.	137	Литвиненко Л.К.	221
Каширская Н.Н. 54, 158, 226, 302, 305		Литвинов Ю.А.	239
Кельгорн Д.Р.	291	Литвинов Я.В.	223
Кобякова М.Е.	258	Лифанова В.О.	166
Ковалева В.А.	92	Лобзенко И.П.	215
Кожемякина Ю.Н.	38	Лоза А.Д.	302
Кожокина А.Н.	106	Лоншакова А.А.	224
Козлов А.В.	40	Лукин М.В.	27
Кокоулина А.	309	Лысак Е.	309
Колесник А.А.	36	Лысенко В.С.	87
Комиссарова О.Л.	164, 180	Лысенко Д.С.	268
Кондратьева В.В.	216	Лягузина Е.А.	226
Коркин Г.О.	85, 132	Макаренко А.К.	44
Королева А.В.	218	Максимова А.Н.	262
Коршенинникова П.Д.	42	Мальшев В.В.	264
Корытина М.А.	259	Манджиева С.С. 85, 132, 239, 268	
Косова А.И.	299	Мартыненко Г.В.	309
Котлов И.П.	257	Мартынова Е.И.	283
Кочеткова В.А.	108	Маслова Е.А.	112
Кочина В.Д.	287	Медведева А.М.	114
Кошовский Т.С.	164	Мельник И.В.	45
Крючков Н.Р.	109	Мельникова Е.С.	20, 253
Кудайбергенов М.С.	100	Микова Е.П.	223
Кудреватых И.Ю.	176	Мингареева Е.В.	167
Кузнецова С.С.	289	Мищенко А.В.	116
Куликова А.Х.	40	Морозова А.А.	171
Куликова П.А.	301	Москвин М.А.	117
Курбатова Ю.А.	257		
Кутузова В.С.	65	Назаренко Е.А.	227
Кучеренко А.В.	111	Назарян Л.Л.	15
Кущалиев А.А.	216	Низненко Е.А.	173

Никитина А.А.	299	Рязанцева М.И.	189
Никифорова Н.Д.	265	Савельева К.В.	51
Николаев Е.Д.	33	Сазонов И.Н.	268
Нилогова Е.А.	119	Сафин А.Р.	274
Новых Е.А.	205	Семенков И.Н.	33
Огородников С.С.	267	Семенов Д.А.	53
Огородникова С.В.	121	Семенова Д.О.	299
Онтиков П.В.	262	Сетяева К.Н.	180
Отаева Г.Х.	304	Сидорова В.А.	9
Павлов М.А.	175	Симонова Ю.В.	272
Паршинская В.П.	135	Слюсарева Н.В.	54
Паутова Н.Б.	238	Смагин А.В.	235
Пахоруков И.В.	229	Солдатова И.С.	47
Пахота А.А.	236	Сонгулов Е.Е.	275
Перминова Е.М.	92	Сорокин А.С.	9
Петров Д.Г.	230	Сорокина Н.В.	56
Петрова А.О.	137	Спыну М.Т.	57
Петросян Р.Д.	122	Стадник Е.П.	307
Петухова В.Н.	15	Станилевич И.С.	125
Пильгуй Л.С.	176, 264	Степанов А.В.	22
Пинской В.Н.	231	Степанян А.Ю.	282
Плеханова Л.Н.	54	Стрекаловский Я.Д.	295
Погоньшев П.Д.	15, 198	Студинский К.Г.	127
Попилешко Я.А.	233	Суворов С.А.	139
Потапова А.В.	38	Сукиасян Л.К.	304
Пропастина Е.П.	101, 124	Сулейманов А.Р.	277
Прохорова В.А.	258	Сушкевич П.А.	129
Пузикова А.А.	47	Сушко К.С.	130
Распопова К.А.	305	Сушкова С.Н.	87, 198, 215, 233
Решетникова Р.А.	48	Сысоев К.Д.	282
Рогожина К.Д.	268	Табисимов Е.	309
Ромзайкина О.Н.	270	Тархов М.О.	59
Рубан М.Д.	287	Титова К.В.	60
Русаков Г.А.	178	Тихонов В.В.	90
Руссу А.Д.	50	Тихонова М.В.	182
Рыжиков И.С.	44	Толмачева Е.О.	286
Рюмин А.Г.	144, 272	Толстыгин К.Д.	235
Рябова С.С.	309	Трапезникова Е.Д.	185

Трифорова В.А.	59	Шульгина С.В.	98
Трофимова А.Н.	60	Щуренко Н.М.	95
Трунова Е.О.	62	Энгель М.А.	137
Тыниссон А.Э.	64	Эрднеева В.В.	216
Украинский П.А.	159	Яковлев А.А.	139
Учанов П.В.	227	Ямалиева Д.И.	72
Ушакова Т.Ю.	186		
Фасевич И.Н.	282, 283, 286, 295		
Федоренко Е.С.	198, 236		
Федорицева М.М.	65		
Фомичева Д.В.	164		
Фролова А.А.	132		
Хасанова А.Х.	100		
Хассан Т.М.	15, 85		
Хлюстова В.В.	279		
Хохлова А.И.	133		
Хромычкина Д.П.	238		
Чаплыгин В.А.	132, 239, 268		
Чепусова Е.Р.	241		
Черкасов Н.С.	135		
Черникова Н.П. ..	67, 132, 215, 268		
Черных А.Н.	310		
Чернышева А.В.	243		
Чохели В.А.	87		
Чуванов С.В.	189		
Шадринова О.В.	69		
Шаймухаметова Ч.Д.	95		
Шакурова А.М.	190		
Шатских К.Н.	244		
Шевчук Е.А.	70		
Шевякин Д.В.	258		
Шилов П.М.	136		
Ширяев Е.Г.	310		
Шишкина Е.И.	192		
Шопина О.В.	194		

Научное издание

**Материалы Международной научной конференции
XXIII Докучаевские молодежные чтения**

**ПОЧВА В УСЛОВИЯХ
ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Печатается без издательского редактирования
Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин
Подготовка обложки – Е.В. Мингареева, М.К. Захарова

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 20.02.2020 г.
Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 18,48. Тираж 200 экз. Заказ № _____

Типография Издательства СПбГУ
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., д. 5