

Ministry of Science and Higher Education (Russia)
Saint Petersburg State University. Institute of Earth Sciences
Central Soil Museum of Soil by V.V. Dokuchaev
FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute
ANO Preservation and development of Dokuchaev scientific heritage «Soil – life»
Interregional CSO “Nature protection union”
Dokuchaev Society of Soil Science
Universität Hamburg

MATERIALS

*International scientific conference
XXIV Dokuchaev conference
for young scientists*

devoted to the 175th anniversary
of the birth of V.V. Dokuchaev and
year of science and technology in Russia

«SOIL SCIENCE IN A DIGITAL SOCIETY»

March 1–3, 2021
St. Petersburg, Russia

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет. Институт наук о Земле
Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева –
филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
АНО сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева «Почва – жизнь»
МОО «Природоохранный союз»
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева
Universität Hamburg

МАТЕРИАЛЫ

*Международной научной конференции
XXIV Докучаевские молодежные чтения*

посвященной 175-летию
со дня рождения В.В. Докучаева
и Году науки и технологий в России

«ПОЧВОВЕДЕНИЕ В ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ»

1–3 марта 2021 года
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2021

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

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

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

Материалы Международной научной конференции XXIV Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение в цифровом обществе» /
М34 Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2021. – 258 стр.

В материалах рассматриваются вопросы формализации знаний и развития информационных технологий в почвоведении, цифрового почвенного картографирования и применения ГИС-технологий, многофункциональности почвенной системы, содержания и распределения тяжелых металлов и радиоактивных элементов в почвах, закономерностей географического распространения, изменения почв под действием естественных факторов внешней среды и антропогенного пресса, места почв в современной классификации, интенсификации земледелия и рационального использования почв, применения различных удобрений, биопрепаратов, IoT-технологий для выращивания сельскохозяйственных культур.

XXIV Докучаевские молодежные чтения посвящены 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева и Году науки и технологий в России.

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, 2021

ОРГКОМИТЕТ

Международной научной конференции XXIV Докучаевские молодежные чтения

Председатель:

Апарин Б.Ф., д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, научный руководитель Центрального музея 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 – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт 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

Члены оргкомитета:

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

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

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

Председатель программного оргкомитета:

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

Члены программного 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

Пятин 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

*Почва в меняющихся условиях
окружающей среды*

CHANGES OF THE BIOLOGICAL PROPERTIES IN CHERNOZEMS DUE TO WATER EROSION

K. Boturová

Czech Republic, Mendel University in Brno, xboturo1@mendelu.cz

The work is focused on the assessment of the influence of erosion on to soil biological parameters. Studied soil was classified as Anthropic Carbonate Chernozem in the locality Bošovice (district Vyškov, Czech Republic). The transect along the slope (control – erosion – accumulation) was observed during years 2018–2020 for soil reaction, organic carbon content, microbial biomass content and basal soil respiration. Standard analytical methods were used for selected parameters. Soil reaction was determined potentiometrically, total organic carbon content was evaluated by oxidimetric titration method, amount of microbial biomass was evaluated by fumigation-extraction method, and basal soil respiration was measured by Vaisala GMT 222 device. The measured results were statistically processed by ANOVA one factor followed by Fisher's test ($p \leq 0.05$). We used the STATICA 12.0 program (Stat-Soft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). As a result, it is found that the basal respiration is significantly lower on eroded areas compared to the control. The amount of microbial biomass (Cmic) is the highest in accumulated area, but the differences were not statistically significant – see fig.

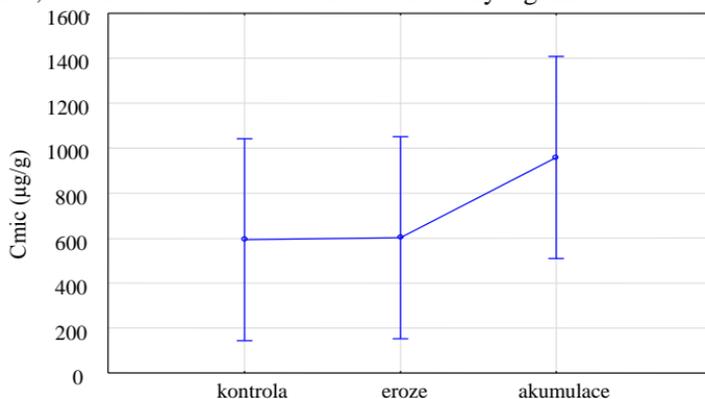


Figure. Average values of microbial biomass (Cmic) in studied transect (kontrola – control site; eroze – erosion site; akumulace – accumulation site)

Acknowledgement: Projects No QK 21010124 and QK 1810233 (NAZV, MZE).

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

EFFECTS OF FREEZING AND THAWING ON ENZYME ACTIVITIES UNDER PASTURE AND AGRICULTURAL SOILS

E. Erdel, U. Şimşek, F. Mikailsoy
Turkey, Iğdır University
erhan.erdel@igdir.edu.tr

Since the soil is a material that is not protected against all kinds of effects, so many factors (organisms, climatic changes etc.) affect soil properties. Climatic factors which effect soil properties are temperature changes and precipitation. Also these factors affect soil formation processes. In addition, temperature and precipitation affect the ratio of physical, chemical and biological processes in the soil.

Freezing-thawing processes occur in soils depending on air temperature and humidity. It is known that freeze-thaw processes mostly affect the physical properties (pore structure, aggregate stability, water regimes) in soils.

So, the aim of this study was to determine the effects of freeze-thaw processes (+4, 0, -10, -20, -30 °C) on soil catalase, urease and alkaline phosphatase activities under pasture and agricultural lands.

For this purpose, we collected the samples in pasture lands and agricultural lands (under wheat cultivation) with four replicates at the depth of 0–10 cm at the Eastern Anatolia Region of Turkey (Kars). We determined the activity of three enzymes after thawing in room temperature of frozen soils.

Our results showed that freezing and thawing processes didn't significantly ($p < 0.05$) affect the activities of catalase, urease and phosphatase under both pasture and agricultural lands and the higher enzyme activities were detected in pasture lands.

Our study shows that extreme weather events do not affect selected enzyme activities in the region.

The paper is recommended by Doctor E. Erdel.

HYDROPHYSICAL PARAMETERS OF ALLUVIAL SOIL IN THE DYJE RIVER FLOODPLAIN

L. Sedlák

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

Exploratory area is a part of the field experiments of Mendel University in Brno. It occurs south from Brno in Lednice area (the floodplain forest of Dyje river). Soil was classified as Gleyic Fluvisol, medium textured and weakly acid. Alluvial soils are characteristic by the fluvial signs (e.g. stratification and irregular distribution of organic carbon within the whole profile, and by reductormorphic processes not deeper than 0.6 m). There were monthly monitored the amount of precipitations, ground water level and hydrophysical parameters (during 2019 and 2020). Porosity, bulk density and hydrolimits (e.g. water retention capacity, capillary pores, semi-capillary and non-capillary pores, soil moisture, field water capacity etc.) were calculated monthly from the physical cores. Calculated values of porosity within the soil profile are given in the figure below. The ground water level was measured in tens hydrogeological drills. Three rain gauges were installed there for the precipitation recording. The obtained results indicated that the lowest ground water level is during the summer and autumn period. To save this protected floodplain area the artificial network of irrigation canals was built, and artificial floods are taken place. Further, in terms to improve soil water regime the monitoring of ground water and soil hydrophysical properties was recommended.

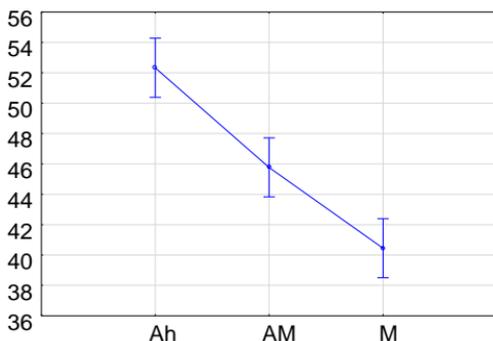


Figure. Average values of soil porosity in the profile of Gleyic Fluvisol (P – porosity, %; Ah – humic horizon (5–10 cm), AM horizon (10–30 cm), and MG horizon (> 30 cm).

Acknowledgement: Projects QK 1810233 (NAZV).

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

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАСОЛЕННЫХ
СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

О.Х. Абдужалилова

Гулистанский государственный университет
abdujalilovaoygul2@gmail.com

One of the reasons for the deterioration of the reclamation composition of the soils of the region and the decline in fertility is salinization. The article presents the results of the study carried out in order to study the increase of hydromorphism due to the low current of groundwater and its going up to the earth surface as a consequence of human activity impact on soil. In addition, authors of the article presents the agrophysical and agrochemical properties of sierozem-meadow soils and its use in agriculture.

Путем повышения производительности земель и эффективного её использования можно достичь стабильного роста урожайности сельскохозяйственных культур. Решению указанных проблем определяющее влияние оказывает эффективное землепользование. В стремительно развивающейся системе сельского хозяйства одной из наиболее актуальных задач сегодня является рациональное и эффективное использование природных ресурсов, восстановление и повышение плодородия почв. Рациональное использование наукоёмких технологий в использовании земельных ресурсов является основой устойчивого развития сельского хозяйства.

Среди свойств, определяющих плодородие почвы, – ее механический состав, структурное состояние, водно-физические, химические и агрохимические свойства, количество гумуса и элементов питания, а также биологическая активность. Для научно-обоснованного использования засоленных почв важно знать факторы, лимитирующие плодородие почвы, и факторы, которые его ограничивают. Во многом это требует глубокого анализа природных и техногенно-экономических условий региона. В наших исследованиях изучали изменение количества элементов питания в засоленных почвах Голодной степи-орошаемых сероземно-луговых почвах, а также их влияние на рост и развитие растений хлопчатника.

Как показали наши исследования по механическому составу почвы легкосуглинистые. Количество физической глины (0.01 мм) в верхнем слое профиля составляет 24.2 %, в нижележащих слоях около 17.6 %. Плотность почвы, его верхнего слоя 1.45–1.48 г/см³, а к низу

почва уплотняется, порозность снижается. Количество гумуса в зависимости от степени засоления меняется от 0.830 до 0.467 %.

Количество общего азота в почве меняется от 0.053 % до 0.026 %; Общего фосфора от 0.17–0.21 % до 0.07–0.08 %, подвижного фосфора от 26–32 мг/кг до 10–14 мг/кг. Количество общего и обменного калия распределялось почти равномерно по профилю почвы. Наши исследованные почвы попадают в группы с очень низким и низким запасом питательных веществ.

Одна из причин ухудшения мелиоративного состояния почв региона и снижения плодородия – засоление. Было обнаружено, что процесс естественного засоления почв связан с изменением климата, повышением уровня грунтовых вод и усилением миграции солей из соленосных почвообразующих пород. На примере Хавастского района было определено, что засоленные почвы составляют 86.8 %, из них слабозасоленные – 15.9 %, средне засоленные – 65.9 %, сильнозасоленные – 5 %

Тип засоления орошаемых серозёмно-луговых почв исследуемой территории – хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный. Некоторые почвы гипсоносные и делятся на слабо – и умеренно гипсовые.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.А. Гафурова.

УДК 631.465

ДЕГИДРОГЕНАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ ЗАВОДА КРАСНЫЙ КОТЕЛЬЩИК, г. ТАГАНРОГ

С.А. Антоненко, В.В. Зинченко, Е.С. Федоренко
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону
mlost1618@mail.ru

Urbanized soil samples were selected, in the industrial zone of the Krasny Kotelshchik factory Taganrog. The dehydrogenase activity was analyzed in these samples. The lowest value was found at the monitoring plots closest to the factory (up to 600 m).

Актуальной проблемой на сегодняшний день является деградация почв в условиях антропогенного влияния. В первую очередь загрязнение почв сказывается на микроорганизмах, в связи с чем снижается биологическая активность почв. Дегидрогеназы входят в число показате-

тельных ферментов, являясь внутриклеточными ферментами. Целью работы было определить дегидрогеназную активность урбанизированных почв промышленной зоны в г. Таганроге.

В качестве объекта исследования были заложены 6 мониторинговых площадок на западе и юго-западе промышленной зоны Таганрогского котлостроительного завода (ТКЗ) Красный Котельщик. Все образцы относятся к урбанизированному типу почв. Активность дегидрогеназы определяли фотометрически по количеству образовавшегося формазана (ТФФ).

Наименьшее значение дегидрогеназной активности обнаружено в почве, находящейся ближе всех к промышленному объекту (образец №1) (табл.). Близкие значения активности дегидрогеназы в образцах 2 и 4 можно объяснить высокой антропогенной нагрузкой на площадке 4. В 1.5 раза больше активность наблюдалась на мониторинговых площадках 3 и 5. На площадке 6, самой удалённой из исследуемых, активность возрастает в 2 раза по сравнению с предыдущим значением в точке 3.

Таблица. Активность дегидрогеназы в почвах промышленной зоны завода Красный Котельщик.

№ площадки мониторинга	Описание образца	мг ТФФ/г абс. сух. почвы/ч
1	18 м на запад от инженерных корпусов ТКЗ Красный Котельщик	6.42±1.80
2	300 м на юго-запад от завода Красный Котельщик	25.18±1.08
3	445 м на юго-восток от ТКЗ Красный Котельщик	46.37±3.93
4	480 м на запад от ТКЗ Красный Котельщик	26.06±4.40
5	618 м на юго-запад от завода Красный Котельщик	41.19±4.76
6	734 м на юго-запад от завода Красный Котельщик	91.88±5.40

Вывод. Прослеживается снижение активности дегидрогеназы при приближении к источнику поллютантов.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 20-14-00317.

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

НАКОПЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В РАСТЕНИЯХ ТОМАТА
(*SOLANUM LYCOPERSICUM*) В УСЛОВИЯХ
МОДЕЛЬНОГО ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА

А.И. Барбашев, С.Н. Сушкова, Т.С. Дудникова, Е.М. Антоненко
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
Barbashev_andrei@mail.ru

The dynamics of benzo(a)pyrene (BaP) accumulation in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under conditions of artificial BaP contamination was studied. The relevance of the study is due to the stability of BaP in the natural environment and its carcinogenicity. The regularities of BaP accumulation in tomato plants have been established.

Бенз(а)пирен (БаП) является одним из самых опасных органических поллютантов, канцерогеном и мутагеном I класса опасности, содержание которого необходимо контролировать во всех природных средах. При попадании на поверхность почв, он вовлекается процессы распределения в системе почва–растения. Система почва – растения является важным объектом контроля загрязнения окружающей среды, так как раскрывает процесс распределения, трансформации и накопления БаП в растениях и почве. Целью работы являлось изучение накопления БаП в растениях томата.

Исследования проводили в условиях вегетационного опыта. 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 400 нг/г, что соответствует 20 ПДК БаП. В качестве контроля использовали исходную незагрязненную почву. Почву засеивали растениями томата (*Solanum lycopersicum*) раннеспелого сорта Белый налив 241. Повторность в опыте – трехкратная. Установлено, что содержание БаП в контрольных образцах не превышало фоновых значений (5 нг/г) (рис.).

При внесении 20 ПДК БаП его содержание в почве увеличилось до 369 нг/г. В растениях томата происходило накопление поллютанта: в корнях растений было обнаружено до 245 нг/г, а в стеблях и плодах значения достигли 130 и 55 нг/г, соответственно, что сильно превосходит контрольные значения.

Таким образом, установлено накопление БаП в растениях томата в условиях модельного вегетационного опыта при загрязнении почвы 20 ПДК поллютанта. По сравнению с контрольными образцами, содержа-

ние БаП в корнях томата было превышено в 120 раз, в стеблях – в 130 раз, в плодах – в 55 раз. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии устойчивых барьерных функций у растений томата по отношению к БаП, что свидетельствует о повышенной биодоступности БаП для данного типа растений и необходимости повышенного контроля качества пищевой продукции томатов, выращенных на загрязненных почвах.

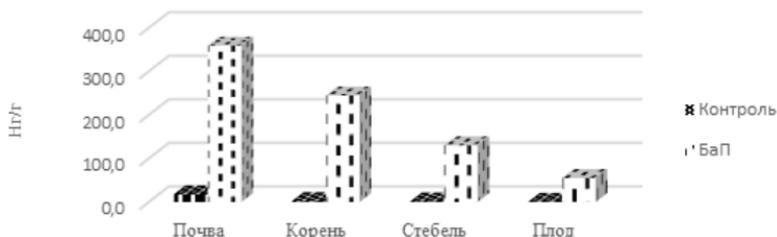


Рисунок. Содержание БаП в почве и растениях контрольных и загрязненных образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ № 19-74-10046.

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

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОЙ, СРЕДНЕЙ И ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.А. Бобрик

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ann-bobrik@yandex.ru

In the course of studies in typical forest ecosystems of the northern, middle and southern taiga of Western Siberia performed at the peak of the growing season, the spatial variation and the relationship of CO₂ emissions of soils, the content of extracted and microbial carbon of soils, and also hydro-thermal parameters of soils were estimated. The studied parameters of the soil carbon cycle are characterized by high spatial variability in all ecosystems.

Ключом к пониманию глобального цикла углерода является оценка эмиссии CO₂ из почв, как интегрального показателя их биологической активности. Основной тенденцией мировых исследований данной проблемы является моделирование последствий глобального изменения климата с оценкой чувствительности этих моделей к разным па-

раметрам, включающим как свойства почвы, так и гидротермические, биологические и другие факторы. В связи с этим особое внимание уделяется количественной оценке содержания и запасов компонентов углеродного цикла в почвах и, в том числе, эмиссии углерода из них.

В ходе исследований, проведенных в типичных лесных экосистемах северной, средней и южной тайги Западной Сибири в пик вегетационного сезона, оценено пространственное варьирование и взаимосвязь эмиссии CO_2 почв, содержания экстрагируемого и микробного углерода почв, а также гидротермических параметров почв. Исследованные параметры углеродного цикла почв характеризуется высокой пространственной вариабельностью во всех исследованных экосистемах. Данный факт говорит о необходимости детального исследования эмиссии парниковых газов почв из всех экосистем, которые типичны для данной природной зоны.

Почвы сосняков зеленомошных северной тайги статистически значимо отличаются от почв сосняков лишайниковых и характеризуются превышением таких показателей, как содержание углерода микробной биомассы в 1.5 раза (195 ± 24 и 127 ± 16 мг С/кг почвы, соответственно), содержание экстрагируемого углерода в 4 раза (157 ± 25 и 41 ± 5 мг С/кг почвы, соответственно), эмиссия CO_2 в 1.7 раза (324 ± 20 и 190 ± 10 мг $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, соответственно). В северотаежной зоне эмиссия диоксида углерода почвами сосняков зеленомошных в бóльшей степени определяется температурой почвы, а в меньшей – влажностью почвы. Для почв сосняков лишайниковых северотаежной зоны характерна другая зависимость: наибольшее влияние на эмиссию CO_2 почв оказывает содержание экстрагируемого углерода почв. Значимыми факторами, оказывающим влияние на эмиссии CO_2 почв лесных экосистем таежной зоны, являются содержание экстрагируемого и микробного углерода почв, а также гидротермические параметры почв.

Анализ взаимосвязи компонентов углеродного цикла почв и факторов среды в лесных экосистемах таежной зоны Западной Сибири установил, что наибольшее влияние на эмиссию CO_2 почв в пик вегетационного сезона оказывает содержание экстрагируемого углерода и углерода микробной биомассы почв, меньшее значение – температура почв, а на содержание углерода микробной биомассы – влажность почв [1].

Литература

1. Бобрин А.А., Гончарова О.Ю., Матышак Г.В., Рыжова И.М., Макаров М.И., Тимофеева М.В. Пространственная вариабельность компонентов углеродного цикла почв лесных экосистем северной, средней и южной тайги Западной Сибири // Почвоведение. 2020. № 11. С. 1328–1340.

ПОЧВЫ ХРОНОРЯДА СКИФСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

В.П. Борисова

Санкт-Петербургский государственный университет
st056173@student.spbu.ru

The trends in the bioclimatic conditions. The soil chronosequence of a Scythian settlement in Piy-Khemsy District. The soil chronosequence and the cultural strata. Landscape conditions paleoreconstructions.

На сегодняшний день в археологических исследованиях используется широкий спектр методов почвоведения, позволяющих реконструировать природное окружение древних обществ. В результате подобного внедрения возникло археологическое почвоведение, направленное, в том числе, на исследование погребенных почв и культурных слоев.

Данная работа основывается на анализе многослойной стоянки (памятника поселенческого типа) эпохи ранних кочевников Желвак-5, находящейся в Пий-Хемском районе, Республика Тыва. Пий-Хемский кожуун расположен в северной части Тувы, главным образом в пределах Турано-Уюкской котловины, самой северной в системе Западного Саяна, которая обрамляется с севера Куртушибинским, с юга – Уюкским хребтами. Впадина дренируется реками Уюк и Туран – притоками Большого Енисея (Бий-Хем), образующими развитую систему пойменных и надпойменных террас, которые в сочетании с холмистовалистыми предгорьями хребтов формируют сильно расчлененный горно-долинный рельеф.

По итогам полевых исследований нами был проведен морфолого-генетический анализ почв хроноряда, профильный отбор почвенных образцов и последующий их анализ в лабораторных условиях с целью выявить тренд изменения биоклиматических условий за время существования памятника, что позволило бы более объективно интерпретировать археологические сведения о стоянке Желвак-5. Поиск погребенных горизонтов в профиле памятника и сопоставление их с фоновым разрезом был осложнен тем, что значительно больше в пределах изучаемой толщи накопился литологический компонент наполнителя культурного слоя в сравнении с органическим; указанный факт затрудняет выявление следов деятельности людей.

В результате сопряженного анализа объектов исследования почвы хроноряда стоянки Желвак-5 были классифицированы как погребен-

ные светлогумусовые типичные маломощные почвы на элюво-делювии сланцев, причем сходное классификационное положение указывает на слабое изменение биоклиматических условий за субатлантический период в условиях семиаридного климата рассматриваемой территории. Сдвиг реакции среды культурных слоев поселения Желвак-5 в щелочную сторону в сравнении с фоновой почвой обусловлен искусственно привнесенными карбонатами; наличие точечных аккумуляций большого количества аллохтонных карбонатных включений говорит в пользу их антропогенного происхождения и является для археологов основой поиска источника данного материала. Отграничение погребенной толщи от вышележащих делювиальных наносов основывается главным образом на резком увеличении значения внутримолекулярной окисленности органического вещества в верхнем светлогумусовом горизонте в сравнении с нижележащим, что может быть индикатором аридизации климатических условий в эпоху поздней бронзы и является в значительной степени важной информацией для проведения хронологической атрибуции найденных в ходе полевых исследований артефактов.

За более чем столетнее археологическое исследование Тывы собрано значительное количество информации о хронологии основных событий и культурных трансформаций древности, но при этом отсутствует надежная хронология природных изменений в прошлом. С учетом того, что история расселения человека по рассматриваемой территории во многом определялась ландшафтом, воссоздание палеогеографических условий в значительной степени дополняет накопленные за период полевого исследования археологические материалы.

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

УДК 631.40

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИЯДЕРНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Е.Н. Буданова

Казанский (Приволжский) федеральный университет

h380925@gmail.com

The article discusses the reasons for the accumulation of PAHs in the environment. A trial determination of volatile PAHs in arable and virgin chernozems of oil-producing regions of the Republic of Tatarstan using gas chromatography has been carried out.

Процессы горения, а также разливы нефтепродуктов влекут за собой накопление полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в объектах окружающей среды. Опасность состоит в том, что эти соединения являются очень устойчивыми из-за наличия в их структуре полиядерной ароматической системы и замедленной микробиологической трансформацией. Некоторые из них характеризуются канцерогенным, мутагенным, тератогенным воздействием на организм. Республику Татарстан (РТ) можно отнести одновременно к промышленной нефтедобывающей и аграрной республике. Одновременно специалистами, изучавшими концентрации ПАУ в почве связанных с нефтяной промышленностью, выявлены риски возникновения злокачественных новообразований у людей, занимающиеся работой с нефтью и нефтепродуктами. Поэтому в РТ периодически проводятся работы направленные на изучение загрязнения почв ПАУ. Например, Петровым (2018) [1] на территории РТ были проведены обширные исследования по экологогигиеническому состоянию в различных районах республики – где идёт активная разработка нефтяных месторождений за период 2006–2016 гг. Было показано, что за этот период в почвах селитебной зоны – среднее содержание бенз(а)пирена не превышало установленной величины ПДК (20 мкг/г). Исследования содержания на примере бенз(а)пирена в г. Казани показали, что его содержание было небольшим и находилось в пределах от 0.24 мкг/кг до 5.05 мкг/кг. Однако, в районе с интенсивным транспортным движением содержание бенз(а)пирена превысило установленный норматив в 96 раз.

Одним из недостатков большинства работ по изучению ПАУ является то, что в почвах оценивается содержание только бенз(а)пирена и нескольких других углеводородов. При этом гораздо меньше внимания уделяется остальному, достаточно широкому списку загрязнителей. В нашей работе было проведено пробное определение легколетучих ПАУ в пахотных и целинных черноземах нефтедобывающих районов РТ. Экстракция загрязнителей из почвы проводилось смесью ацетонгексан, определение методом газовой хроматографии на хроматографе Clarus 580 (Perkin Elmer, США). В почвах было обнаружено 4 ПАУ (ацетонафтилен, аценафтен, антрацен, флуорантен) из десяти исследуемых. Суммарное содержание ПАУ во всех пахотных почвах превысило ПДК по бенз(а)пирену и варьировало в диапазоне 55–67 мкг/г почвы. Наибольшее содержание было обнаружено для аценафтена. Полученные результаты свидетельствуют о том, что необходимо проводить дальнейшие исследования для установления опасности загрязнения почв республики.

Литература

1. *Петров И.В.* Эколого-гигиеническая оценка загрязнения почвы в районах разработки нефтяных месторождений и состояние здоровья населения (на примере Республики Татарстан) / И.В. Петров // Диссертация. – Гигиена. Казань. – 2018.

Работа рекомендована к.б.н. Р.В. Окуневым.

УДК 631.4

КАРБОНАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОСТЕПНЫХ И СТЕПНЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

А.М. Булышева

Санкт-Петербургский государственный университет, annu_by@mail.ru

The article describes the carbonate state of abandoned soils of forest-steppe in comparison with arable analogues. The objects of study are two chronosequences of abandoned Chernozems and Phaeozems. The main features of the transformation of the carbonate state of abandoned soils are highlighted: the disappearance of carbonate hard nodules in the lower soil horizons, a decrease in the boiling line from HCl, a decrease in the content and stocks of carbonate carbon, the radiocarbon age of carbonates decreases, reaching an equilibrium state at the later stages of the deposit.

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

Объектами исследования являются залежные ряды разных типов (подтипов) почв. Были изучены четыре ряда почв: (агротемно-серые и почвы под залежью 40–45 лет, целинные темно-серая и серая почвы, и ее пахотный аналог (Белгородская область); агрочерноземы сегрегационные под залежами 14, 20, 30 и 86 лет, а также почва под пашней (Ростовская область); агрочерноземы миграционно-мицелярные под залежами 15 и 25 лет, и ее пахотный аналог (Липецкая область); агрочерно-

земы миграционно-мицелярные под залежами 10, 25 и 50 лет, а также пахотная почва и целинный чернозем миграционно-мицелярный (Курская область).

Сравнение основных характеристик карбонатного состояния почв пашни и залежей разной длительности представлено таблице.

Таблица. Сравнение карбонатного состояния почв в разновозрастных почвах залежей и пашни.

Свойства	Изменения в почвах на разных этапах восстановления в залежи			
	Пашня	Залежь, лет		
		10–15	25–30	40–80
Линия вскипания от 10 % НС1	<i>Ч</i> – в гор. АУ или АВ, <i>Ст</i> и <i>С</i> – в гор. ВСт (ВТ)	Переместилась вниз по профилю	Переместилась вниз по профилю	Стабилизировалась на новом уровне
КНО	Имеются твердые формы КНО в нижних горизонтах почвы	Начало дезинтеграции твердых форм КНО, появляются мобильные КНО	Твердые формы КНО исчезают, появляются мобильные КНО	Твердые формы КНО отсутствуют
Запасы $S_{\text{карб}}$ в слое 0–200 см	Высокие за счет подтягивания карбонатов вверх	Высокие	Снижение до равновесного состояния	Равновесное состояние
Радиоуглеродный возраст карбонатов	Увеличивается по сравнению с целиной	Близок к таковому в пашне	Снижается вместе с понижением линии вскипания	Равновесное состояние

Примечание. *Ч* – черноземы, *Ст* – темно-серые почвы, *С* – серые почвы.

Изменение карбонатного состояния для разных подтипов почв лесостепной и степной зон идет похожим образом: карбонаты вымываются вниз по профилю, общее содержание и запасы углерода карбонатных новообразований уменьшаются, видоизменяются карбонатные новообразования (КНО) (растворяются твердые формы, образуются миграционные формы), снижается ^{14}C -возраст карбонатов. Для возвращения к исходному состоянию основных параметров карбонатного состояния при переводе пашни в залежь достаточно около 30 лет.

Трансформация карбонатного состояния выражена в наименьшей степени в почвах на пашнях, где применялись современные методы об-

работки почвы, такие как сохранение стерни, обработка почвы без оборота пласта.

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

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

УДК 631.48

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ АНТРОСОЛЕЙ С ГОРИЗОНТОМ HORTIC В ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Васиуллина, Е.С. Плотникова

Тюменский государственный университет, avasiullina@gmail.com

Anthrosols with hortic horizon in the southern taiga of Western Siberia have the features of natural forest pedogenesis and anthropogenic features of specific agricultural activities. Since the beginning of the XVII century, the manure was applied in the gardens that resulted in development of fertile Chernozem-like horizon atypical for the study area.

Классическая схема почвообразования В.В. Докучаева описывает развитие почвенного профиля под воздействием шести основных факторов окружающей среды. Однако, в позднем голоцене антропогенный фактор начал играть важную роль. Одним из ярких примеров воздействия человека на природный процесс почвообразования являются агропочвы.

Описываемые огородные почвы (Hortic soils согласно WRB) были найдены в Тобольском районе Тюменской области в зоне южной тайги на дренированных водораздельных суглинистых террасах; подобные почвы занимают небольшие площади вблизи и внутри поселений, но имеют повсеместное распространение.

Профиль, изученной почвы, состоит из следующих генетических горизонтов (см): Aup (0–27), Arb (27–36), Bt (36–60), BC (60–100). Верхние гумусовые оструктуренные горизонты (Aup–Arb) отличают эту почву от фоновых дерново-подзолистых почв. Горизонт Bt также обладает новыми свойствами, но и сохраняет признаки естественной эволюции. Комплексный анализ полигенетического профиля агроземов позволил реконструировать стадии их формирования.

Микроморфологический анализ показал, что нижние горизонты имеют признаки прошлого лесного педогенеза, как и в фоновых почвах.

Темногумусовые оструктуренные горизонты имеют признаки активной биогенной трансформации, что нехарактерно для природных условий данной зоны; согласно результатам ферментативного анализа, формирование мощного органогенного горизонта могло произойти за счет антропогенного внесения навоза.

За естественной стадией лесного почвообразования последовала антропогенная стадия, которая являлась результатом формирования русских поселений в Сибири в начале XVII века. В результате адаптации системы земледелия к условиям Малого ледникового периода произошел переход от трехпольной к двухпольной системе земледелия. Последнее приводило к накоплению излишней массы навоза, которые и использовали в качестве удобрения на сельскохозяйственных полях. В результате улучшались термический и трофический режимы почв, накапливался мюллеровый тип гумуса, увеличивалась мощность гумусового профиля вверх, за счет накопления органо-минеральных масс. Данные признаки оказались устойчивыми и сохраняются на заброшенных угодьях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-05267.

Работа рекомендована к.г.н., доц. А.А. Юртаевым.

УДК 631.48

ОСОБЕННОСТИ ТОРФООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Т.А. Гаврилова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, кафедра общего почвоведения, Москва, Россия
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.

Болотные экосистемы составляют особенную ценность в изучении северных экосистем. Они являются уникальными объектами био-

сферы, генераторами и резервуарами стока CO₂, хранителями биологического разнообразия [1]. Торф – один из обязательных компонентов болотных экосистем. Непосредственно на севере Западной Сибири особую роль в формировании рельефа, свойств и режимов почв играет многолетняя мерзлота. Одна из распространенных форм мерзлотного рельефа здесь – бугристые и полигональные торфяники. Они содержат в себе значительные запасы органического вещества, а также предоставляют информацию о климатических и экологических изменениях, произошедших в течение голоцена, так как хранят большое количество хорошо сохранившихся растительных остатков [2]. За счет криогенных процессов и разнообразия растительного покрова в процессе торфообразования образуются отличные друг от друга почвенные горизонты, которые могут по-разному откликаться на климатические изменения.

Исследования проводились на территории Надымского района (ЯНАО) на северной границе тайги и в типичной тундре. Из типичных почв территории были выделены и отобраны различные образцы торфяных горизонтов на основе их морфологических свойств. Далее в лаборатории были определены физические (полевая и гигроскопическая влажность, плотность) и химические (рН, сырая и чистая зола, водорастворимый углерод) свойства. Также была проведена оценка биологической активности торфяных горизонтов и их ботанический (видовой) анализ.

По результатам работы было показано какими различными могут быть торфяные горизонты почв криогенных ландшафтов на небольшой территории и даже в пределах одного профиля. 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-CO₂/(г почвы·час), до 16.39 мкг С-CO₂/(г почвы·час). Существенно выделяются по свойствам торфяные горизонты, находящиеся в мерзлом состоянии. Разнообразие и специфику органогенных почв мерзлотных ландшафтов необходимо учитывать при прогнозировании их отклика на изменение климата.

Литература

1. *Инишева Л.И.* Болотоведение: учебник для вузов. Томск, 2009.
2. *Martin Souto, Daniel Castro.* The Use of Plant Macrofossils for Paleoenvironmental Reconstructions in Southern European Peatlands // *Quaternary* 2019, p. 2–34.

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

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕРУБОЧНОЙ СУКЦЕССИИ НА
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Э.А. Генрих^{1,2}, Е.М. Перминова², И.В. Дальке², О.А. Остапина²

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

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

The paper discusses some features of the formation of complexes of soil microorganisms at different stages of the succession of forest phytocenoses. Differences in the number of ecological-trophic groups of microorganisms and the amount of carbon of microbial biomass were established depending on the age of the planting and the degree of technogenic transformation of the cutting area.

Микроорганизмы в почвах выполняют важнейшую функцию поддержания в экосистемах круговорота веществ и энергии. В результате лесопромышленной заготовки лесов происходят изменения не только гидротермических условий почв, но и глубокая трансформация напочвенного покрова, лесной подстилки и верхних горизонтов почв. Данные изменения непосредственно влияют на состав и структуру почвенных микробных сообществ.

Цель работы – выявить закономерности изменения почвенных микробных сообществ на разных стадиях естественного лесовосстановления после сплошнолесосечных рубок еловых лесов.

Исследования проводили в Республике Коми на участках разновозрастных лесных насаждений, сформировавшихся после рубок ельников чернично-зеленомошных. Численность микроорганизмов учитывали на плотных питательных средах. Величину углерода активной микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) оценивали методом субстрат-индуцированного дыхания.

В результате проведенных исследований выявлено снижение в горизонтах лесных подстилок почв вырубок численности аммонификаторов в 1.6–9.0 раз по сравнению с почвой условно коренного леса. На поздних стадиях сукцессии (спустя 50 лет после рубки) отмечено возрастание в органогенных горизонтах почв численности прототрофов (в 1.3–2.3 раза) и олигокарбофилов (в 1.2–1.8 раз). На ранних стадиях сукцессии (первые 20 лет после рубки) эти показатели сохраняются на уровне почвы условно коренного леса или снижены по сравнению с ней в 1.2–2.9 раза.

Значения $C_{\text{мик}}$ в почве коренного леса варьируют в пределах 3968–12788 мкг С/г а.с.п. На вырубках отмечено практически двукратное снижение содержания $C_{\text{мик}}$, с минимальными значениями в почвах магистральных волоков (2130–3340 мкг С/г а.с.п.). Параметры $C_{\text{мик}}$ тесно коррелируют с показателями численности микроорганизмов азотного цикла (мясопептонный агар (МПА), крахмало-аммиачный агар (КАА), а также олигокарбофилов (голодный агар (ГА) ($r = 0.7-0.8$)).

Таким образом, промышленные вырубки в условиях средней тайги оказывают существенное влияние на параметры прокариотного блока почвенных микробных сообществ. Показано, что даже по истечении 50 лет после проведения рубок микробное сообщество не достигает уровня ненарушенных лесных почв.

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

УДК 631.412+631.438.2

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЫ ВУРСА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

А.А. Голубева

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, golubevaarina@yandex.ru

The analyzes of four sections of soils in the eluvial and super-aquatic positions of the catchments of two lakes showed residual contamination with long-lived radionuclides – ^{90}Sr and ^{137}Cs .

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) недавно отметил 63-летие и двукратный период полураспада долгоживущих радионуклидов – ^{90}Sr и ^{137}Cs . Целью данной работы является исследование загрязнения радионуклидами приозерных почв средней и дальней зоны ВУРСа на примере озёр Травяное и Тыгиш на современном этапе. Детального радиоэкологического анализа почв ВУРСа и близлежащих территорий не проводилось последние 20 лет. Материалом для исследования послужили дерновые серые лесные почвы элювиальной и супераквальной ландшафтной позиции водосборов озер Травяное и Тыгиш (80 и 120 км от точки взрыва 1957 г. соответственно). Озёра лежат на восточной границе лесной и лесостепной природных зон. Отбор проб проводился по генетическим горизонтам, анализировались рН, влажность, $C_{\text{орг}}$ (%), Ca^{2+} , основные ионы, ^{90}Sr и ^{137}Cs . Заметна разница

в удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs от географического положения: удаление на 40 км снижает максимум удельной активности радионуклидов в верхних горизонтах почв более чем в 2 раза. Динамика радионуклидов по почвенным профилям ярко выражена двумя пиками ^{90}Sr в каждом разрезе, которые отражают два радиационных инцидента на Среднем Урале (образование ВУРСа и Карачаевского радиоактивного следа – КРС). Подтверждено, что ландшафтная позиция влияет на физико-химическую характеристику почв: если в элювиальной позиции рН слабокислая или переходящая в нейтральную среду, то в супераквальной позиции почвы меняют рН от нейтральной к слабощелочной для приозёрных территорий Травяного и от нейтральной к слабокислой для оз. Тыгиш. Концентрация основных ионов ППК закономерно изменяется, уменьшаясь вглубь по всем четырём разрезам. Так, Ca^{2+} преобладает над Mg^{2+} в двух разрезах приозёрной территории Тыгиша и в элювиальной позиции у оз. Травяное. Анион Cl^- преобладает над SO_4^{2-} в супераквальной позиции у оз. Тыгиш и двух разрезах у оз. Травяное. Выявлена зависимость накопления долгоживущих радионуклидов от положения разреза на водосборе озера. Разрезы в супераквальной позиции ландшафта имеют периодически выпотной характер увлажнения и характеризуются, наряду с повышенной активностью ^{90}Sr , двумя его пиками. Разрезы в элювиальной позиции ландшафта имеют периодически промывной характер увлажнения и характеризуются пониженной активностью ^{90}Sr , а также слабо выраженными двумя пиками. Проведённые анализы четырёх разрезов почв элювиальной и супераквальной позиции водосборов двух озёр показали остаточное загрязнение долгоживущими радионуклидами.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Г. Левиной и к.г.н., доц. В.В. Дерягиным.

ДИНАМИКА ПОЖАРОВ
В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ В ГОЛОЦЕНЕН.М. Горбач¹, В.В. Старцев²¹Сыктывкарский государственный университет
им. Питирима Сорокина,²Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
nikolay.tbo@gmail.com, vik.startsev@gmail.com

The analysis of the content of macroscopic coal particles in peat soils of the Komi Republic is carried out. Radiocarbon dating has reconstructed pyrogenic dynamics during the Holocene. A relationship has been established between a large amount of macroscopic coal particles in warm periods of the Holocene, and a low content of particles in cold periods.

Лесные пожары на территориях бореальных ландшафтов, играли и играют важную роль в формировании и развитии экосистем. Торфяные почвы бореальных ландшафтов являются уникальными архивами, хранящими информацию о климатических и экологических изменениях, в том числе об истории прошедших пожаров. Древесный уголь как результат пирогенного воздействия на растительный покров, хранящийся в торфяных почвах, является одним из самых стабильных форм углерода, так как его участие в круговороте сильно замедлено, из-за неспособности редуцентов проникать в условия дефицита кислорода. В последнее время приобретают особую актуальность исследования, связанные с разработкой прогнозных сценариев климатических изменений. В связи с чем, цель данной работы заключалась в изучении истории пожаров и их особенностей за счет количественной оценки содержания макроскопических частиц угля в торфяных почвах Республики Коми.

Проанализировано два разреза торфяных почв, отобранных на территории Республики Коми (Печоро-Ильчский заповедник, национальный парк «Койгородский»). Произведен подсчет макрочастиц угля в разных горизонтах по стандартной методике. Процесс анализа предполагал отбор образца сырого торфа объемом 1 см³ каждые 2 см торфяной колонки и последующее отбеливание образца в 10 %-м водном растворе NaOCl объемом 100 см³ в течение не менее 24 ч при комнатной температуре. Радиоуглеродный анализ проведен жидкостно-сцинтилляционным методом в Институте мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН (ИМКЭС СО РАН).

На основании проанализированных данных по содержанию макро-скопических частиц угля и радиоуглеродной датировки в торфяных почвах Республики Коми реконструирована пирогенная динамика данных ландшафтов в течение голоцена. Согласно результатам, процесс развития торфяных залежей в национальном парке «Койгородский» начался во второй половине пребореальной стадии голоцена ~9300 кал. л. н., а в Печоро-Илычском в Атлантическом периоде голоцена ~6700 кал. л. н.

В ходе работ выявлено, что исследуемые ландшафты Республики Коми имеют близкую истории палеопожаров. Максимальное содержание макроскопических частиц угля наблюдается в нижних торфяных горизонтах, датируемых Атлантическим периодом голоцена (от 7000 до 6000 кал. л. н.). Показано, что современный период характеризуется существенно меньшим числом лесных пожаров по сравнению с Атлантическим и Бореальным периодами.

Работа рекомендована д.б.н., доц. А.А. Дымовым.

УДК 631.4; 574.56

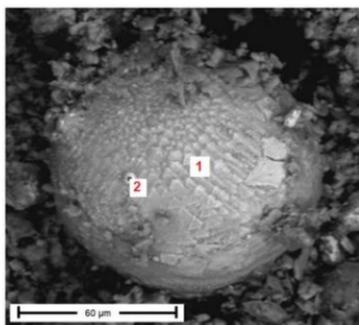
ТЕХНОГЕННЫЕ ОКСИДЫ ЖЕЛЕЗА
В УРБОГОРНО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПЕРМСКОГО КРАЯ
С.М. Горохова
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, gorohova.s@hotmail.com

The morphology and mineralogical composition of magnetic particles of soils in the industrial city of Gubakha in Perm region were characterized using the methods of magnetic separation and ESEM/EDS for the first time.

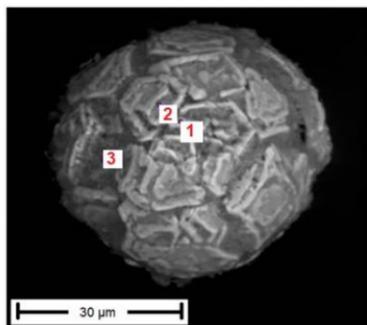
ОАО «Губахинский кокс» (г. Губаха, Пермский край) введен в эксплуатацию в 1936 г. Длительное воздействие на окружающую среду города выбросов высокотемпературных процессов коксохимическим производством оказало техногенное влияние на химический и минералогический состав почвенного покрова города. Урбогорно-подзолистые почвы промышленной зоны г. Губаха, прилегающей к производственным цехам ОАО «Губахинский кокс», загрязнены магнитными частицами. Магнитная восприимчивость почв превышает фоновые значения в 9 раз. Валовое содержание Cr, Ni, Cu, Zn в высокомагнитных почвах города превышает местные фоновые значения в 1.4; 1.7; 2.4; 1.4 раз, соответственно [6].

В состав минералов магнитной фазы почв г. Губаха входят магнетит, вюстит, ожелезненные силикаты, титаномагнетит, рутил, циркон, барит. Доминирующая часть магнитных частиц имеет сферическую форму, а некоторые частицы магнетита имеют обломочную и неправильную форму.

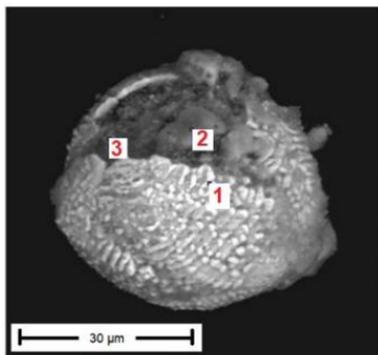
Известно, что полые сферулы магнетита образуются в результате техногенных и природных, в том числе космических высокотемпературных процессов [1–5, 7]. Текстура поверхности сферул магнетита, извлеченных из почв г. Губаха, разнообразная: октаэдральная (рис., А), полигональная с признаками коррозии (рис., В), «astrakhan coating» («овечья шерсть») (рис., С).



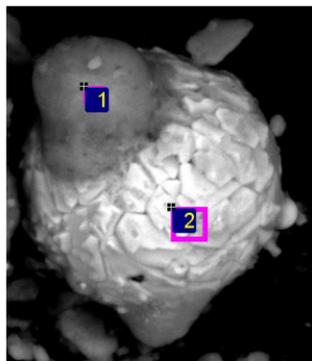
А



В



С



Д

Рисунок. Электронно-микроскопические снимки сферул магнетита в слое 0–10 см урбо горно-подзолистой почвы г. Губаха.

Цифрами (1–3) на поверхности сферул обозначены точки и зоны проведения микрозондового анализа.

Каркас оболочки полой сферулы сформирован кристаллами магнетита (рис., С, точка 1). В результате внутрипочвенного выветривания магнетитовая оболочка сферул разрушается, а их открытые полости заполняются алюмосиликатными частицами (рис., С, точки 2, 3). На поверхности некоторых магнетитовых сферул образовались сферические железо- алюмосиликатные наросты (рис., D, точка 1), что может происходить в процессе коксования угля. Таким образом, морфология, элементный химический состав и минералогия магнитных сферул из урбогорно-подзолистых почв г. Губаха свидетельствуют об их образовании при участии высокотемпературных процессов, в том числе при коксохимическом производстве.

Впервые охарактеризованы морфология и состав магнитных частиц почв промышленного города г. Губаха Пермского края с использованием методов магнитной сепарации, сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного рентгеновского анализа.

Литература

1. *Васильев А.А., Чащин А.Н., Лобанова Е.С., Разинский М.В.* Не-стехиометрический магнетит в почвах урбанизированных территорий Пермского края // Пермский аграрный вестник. 2014. № 2 (6). С. 43–55.
2. *Загурский А.М., Иванов А.В., Шоба С.А.* Субмикроморфология магнитных фракций почв // Почвоведение. 2009. № 9. С. 1124–1132.
3. *Blaha U., Appel E., Stanjek H.* Determination of anthropogenic boundary depth in industrially polluted soil and semi-quantification of heavy metal loads using magnetic susceptibility // Environmental Pollution. 2008. Vol. 156. № 2. P. 278–289. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.02.013.
4. *Nyström J.O.* [et al.] Magnetite spherules in pyroclastic iron ore at El Laco, Chile // American Mineralogist. 2016. Vol. 101. № 3. P. 587–595. DOI: 10.2138/am-2016-5505.
5. *Szöör G.* [et al.] Magnetic spherules: Cosmic dust or markers of a meteoritic impact? // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. 2001. Vol. 181. № 1–4. P. 557–562. DOI: 10.1016/S0168-583X(01)00380-9.
6. *Vasiliev A., Gorokhova S., Razinsky M.* Technogenic Magnetic Particles in Soils and Ecological-Geochemical Assessment of the Soil Cover of an Industrial City in the Ural, Russia // Geosciences. 2020. Vol. 10. № 11. P. 443. DOI: 10.3390/geosciences10110443.
7. *Žbik M.* Morphology of the outermost shells of the Tunguska black magnetic spherules // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 1984. Vol. 89(S02). B605-B611. DOI: 10.1029/jb089is02p0b605.

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 631.438: 631.445.2

УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ САЛТЫКОВСКОГО ЛЕСОПАРКА ГОРОДА БАЛАШИХИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Н. Деревенец

МГУ имени М.В. Ломоносова, lizaderevenets@yandex.ru

Monitoring the distribution of pollutants in the soil profiles of forest park ecosystems is an important task. At three sites in the Saltykovsky forest park samples of soil and forest litter were selected and analyzed. The sod-podzolic soils are strongly acidic. ^{137}Cs activity deposits caused by global fallout and amount to 1.8–3.3 kBq/m². The effective specific activity of natural radionuclides in the studied soils does not exceed 370 Bq/kg. The content of total petroleum products in soils is 0–152 mg/kg and does not exceed the permissible concentration (1000 mg/kg).

Важнейшей экологической функцией лесопарковых зон в городах является роль барьеров на пути воздушной миграции загрязняющих веществ. Свойства почв лесопарков могут претерпевать значительные антропогенные изменения. Актуальной задачей является контроль уровней загрязнения и изучение распределения экотоксикантов и радионуклидов в профилях почв лесопарковых экосистем. Практическая значимость исследований заключается в том, что показатели состояния почв лесопарков используются в научных исследованиях и практических задачах в качестве фоновых, а также данные исследования необходимы для оценки воздействия техногенных факторов на население.

Салтыковский лесопарк находится на границе с Восточным округом Москвы, в 2 км от МКАД. Территория исследований расположена в западной части Мещёрской низменности со слабоволнистым плоским

рельефом, на песчано-галечной равнине ледникового происхождения. Почвы Салтыковского лесопарка относятся к дерново-подзолистым типичным мелким неглубокоосветленным легко- и среднесуглинистым со слабо развитым профилем на флювиогляциальных отложениях (Классификация и диагностика почв России, 2004), *Albeluvisols Umbric* (WRB, 2015).

В 2019–2020 гг. были заложены 7 пробных площадок по трансекте, пересекающей территорию лесопарка с шагом 250 метров. Пробы почвы были отобраны буром из слоев мощностью 10 см до глубина 1 м. Отбор лесной подстилки проводился рядом с пробуренными скважинами с помощью рамки 50×50 см. В почвенных пробах проанализированы следующие показатели: актуальная и гидролитическая кислотность, удельная активность радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K и ^{137}Cs) и содержание суммы нефтепродуктов.

В ходе полевых геоботанических описаний на контрольных площадках выделены следующие фитоценозы: березняк живучковый, березово-сосновый лес осоковый, березняк зеленчуковый. В биогеоценозах Салтыковского лесопарка сформирована подстилка деструктивного и деструктивно-ферментативного типа. Запасы подстилки, составившие в Салтыковском лесопарке 0.29–0.36 кг/м², на порядок ниже таковых в естественных лесных массивах зоны южной тайги, но выше таковых в парковой зоне Москвы.

Дерново-подзолистые почвы Салтыковского лесопарка являются сильнокислыми, однако в подстилках реакция среды слабокислая и близкая к нейтральной. Гидролитическая кислотность варьирует в диапазоне 2.4–11.2 ммоль на 100 г почвы, и этот показатель уменьшается вниз по профилю.

Плотность загрязнения ^{137}Cs на территории лесопарка составляет от 1.8 до 3.3 кБк/м², такие уровни обусловлены глобальными выпадениями. Отмеченный регрессивно-аккумулятивный тип профильного распределения ^{137}Cs характерен для этого техногенного радионуклида. Для ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K отмечен слабо дифференцированный тип профильного распределения. 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.

Содержание суммы нефтепродуктов в почвах Салтыковского лесопарка составляет 0–152 мг/кг и не превышает допустимой концентрации ОДК_{нп} (1000 мг/кг). В подстилке обнаружено превышение ОДК_{нп}

в 2–4 раза, что может быть связано как с накоплением нефтепродуктов вследствие барьерной функции этого горизонта, так и со значительным вкладом углеводов, имеющих природное происхождение.

В целом, зафиксированные значения содержания радионуклидов и нефтепродуктов в почвах Салтыковского лесопарка соответствуют глобальным и региональным фоновым уровням.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Д.Н. Липатовым.

УДК 631.46

СОСТОЯНИЕ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА В КАТЕНАХ
ЗАПОВЕДНЫХ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ
ЗАПОВЕДНИКА «БЕЛОГОРЬЕ» (ЯМСКАЯ СТЕПЬ)

К.С. Душанова, П.А. Украинский

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушино, kamilla.dushchanova@gmail.com
Белгородский государственный университет,
ra.ukrainski@gmail.com

The biomass of microbial communities in the layer 0–10 cm of catenas of northern and southern exposure of virgin chernozem («Belogor'e» Reserve, Belgorod region) and arable area outside the reserve was studied. In the reserved area, there was a tendency of a decrease in microbial biomass down the catena, more expressed on the slope of the southern exposure. On arable catenas the biomass was 2–4 times less than in reserved ones, and there was a reverse tendency of an increase in microbial biomass down the slope connected evidently with a remove of plant mass and a change of size particles distribution. Almost the entire microbial communities of the catenas were active.

Исследована биомасса микробных сообществ целинных черноземов (заповедник «Белогорье» Белгородская обл.) и пахотных почв, развитых в единых геоморфологических и литологических условиях. Участок заповедника «Ямская степь» занят ковыльно-разнотравно-луговой растительностью, а пахотный участок – паром. Образцы почв отбирали по катенам (перепады высот 14–28 м) на склонах северной и южной экспозиции с одинаковым уклоном в 3–4° (катены «Степь Север», «Степь Юг», «Пашня Север» и «Пашня Юг» соответственно). Биомасса микробных сообществ оценивалась в слое 0–10 см по содержанию почвенных фосфолипидов (С-ФЛ), которые представляют покоящиеся и активные клетки, и дыхательному отклику на внесение глюкозы (С-СИД, активные клетки).

В катене «Степь Север» максимальная величина С-ФЛ составляла 1955 мкг С/г (водораздел) и была на 20 % больше, чем в катене «Степь Юг». При этом наблюдалась тенденция снижения микробной биомассы вниз по склону обеих катен, более выраженная на склоне южной экспозиции. Практически все микробное сообщество катены «Степь Юг» было активным, а в средней и нижней части катены «Степь Север» активность снижалась до 83 %.

В катене «Пашня Север» на водоразделе величина С-ФЛ составляла 505 мкг С/г почвы, что на 5 % ниже, чем в катене «Пашня Юг». На обеих пахотных катенах наблюдалась тенденция увеличения микробной биомассы вниз по склону, более сглаженная на катене «Пашня Юг». Близкий к 100 % дыхательный отклик был получен практически у всего микробного сообщества катен за исключением нижних частей склонов, где он доходил до 80–83 %.

Меньшие величины микробной биомассы на пахотных катенах связаны с отчуждением растительной массы в ходе землепользования, а тенденция ее увеличения вниз по склонам – с облегчением гранулометрического состава и смывом мелкозема, что отличает пахотные катены от заповедных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 17-18-01406. Полевые работы частично проводились в 2018 г. в рамках Госзадания № 0191-2019-0046.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Т.Э. Хомутовой.

УДК 574:630

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ
ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА
В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ
Я.С. Жигалева, А.В. Бузылёв
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва
zhigaleva.ya@mail.ru

We studied how the composition of vegetation and the area of projective cover changed over 5 years on the territory of the LOD RSAU-MAA, which is a recreational zone. Based on these data, conclusions were drawn about the anthropogenic impact on vegetation and soils.

Нами было проведено исследование растительного покрова, включающее описание видового состава и оценку площади проективно-

го покрытия. 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.

Исследования проводились в 5 точках (рис.). 1 – подошва прямого короткого слабопокатога склона северо-восточной экспозиции (ПСВ); 2 – средняя часть прямого короткого слабопокатога склона северо-восточной экспозиции (ССВ); 3 – водораздельная часть мореного 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).

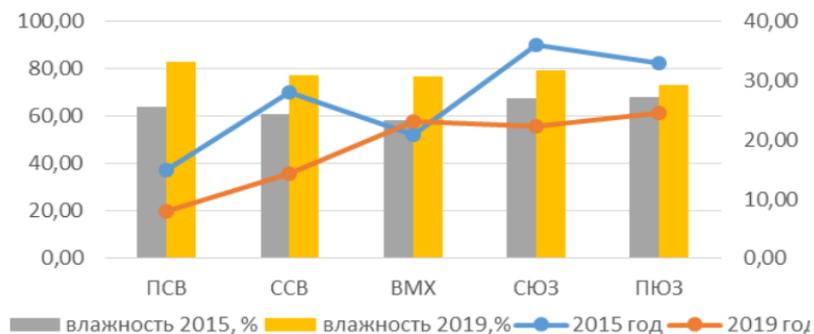


Рисунок. Площадь проективного покрытия наземной растительности (шкала слева, %) и влажность почвы (шкала справа, %) в 2015 и 2019 гг. на территории ЛОД РГАУ-МСХА.

Было выяснено, что за прошедшие пять лет с момента прошлого исследования площадь проективного покрытия (ППП) на точках 1 и 2 сократилась в два раза, а на точках 4 и 5 на треть. Это может быть связано не только с рекреационной нагрузкой, но и с разницей в мезорельефе, что влияет на показатели влажности почвы на исследуемых участках. На вершине мореного холма на точке 3 ППП осталась неизменной и даже несколько увеличилась. Сокращение процента площади проективного напочвенного растительного покрова на исследуемой территории связывается с возросшей антропогенной нагрузкой на территорию ЛОД и климатическими изменениями. По полученным данным видно, что влажность почвы в 2019 году была выше, что способствует загниванию корневой системы и выпадению растительности с изучаемой тер-

ритории. Значительная площадь изучаемых нами участков занята тропиной сетью, следами кострищ и местами отдыха населения. Точка 3 расположена близко к аллее, в результате чего эта площадка не столь активно используется для рекреации.

Видовой состав растительности за прошедшие пять лет почти не изменился. Нами были отмечены практически все описанные ранее растения. Незначительные отличия в ботаническом составе изучаемой территории могут быть объяснены естественными колебаниями численности видов.

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.В. Тихоновой.

УДК 631.481

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПЕДОГЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ЮГЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

А.Е. Зеленцова

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, nastya_zel@mail.ru

The features and variability of the composition of specific forms of pedogenic neoplasms in different landscape and geochemical conditions are studied. A possible path of evolution of soils and landscapes of the southern taiga subzone of Western Siberia within the Tomsk region is formulated.

В зависимости от внешних факторов и внутренних процессов, в профиле большинства почв формируются новообразования, отличные как по генезису, так и по составу.

Цель – выявление взаимосвязи между ландшафтно-геохимическими условиями, почвенно-эволюционными процессами и некоторыми свойствами конкреций, в различных локальных условиях формирования на юге таежной зоны Западной Сибири.

Полученные аналитические данные позволяют сделать выводы об основных свойствах объектов исследования и о некоторых особенностях их формирования.

Анализируя значения показателя актуальной кислотности педогенных новообразований, была выявлена слабая их связь с зональными процессами почвообразования, хотя и имеющая тенденцию к их проявлению. При этом почвенные железистые и железисто-марганцевые конкреции бореального пояса характеризуются переходными геохимическими условиями от кислых к кальциевым ландшафтам, что в принципе

в меньшей степени характерно для почвенно-климатической зоны и ведущих почвообразовательных процессов. В целом можно выявить закономерности изменения реакции среды, в сторону подщелачивания, связанные как с характером почвообразующих пород, так и с уменьшением континентальности климата.

Состав водной вытяжки конкреций показал, что на их формирование влияют современные процессы выщелачивания, которые затрудняют определение типа засоления. А пространственная неоднородность аккумуляции отдельных ионов и суммы солей указывает на флуктуацию границ распространения степей в эволюции ландшафтов.

Конкреционные формы карбонатов связаны с гидрогенным их формированием, а именно с влиянием грунтовых и почвенно-грунтовых вод разной степени минерализации. Выявлено низкое содержание карбонатов в Fe и Fe-Mn новообразованиях, формирующиеся, преимущественно, в более разнородной окислительно-восстановительной обстановке и в условиях ее цикличности. Однако, при сочетании процессов оксидогенеза железа и марганца, и аккумуляции и сегрегации карбонатов, наблюдается увеличение относительного содержания извести. Это может быть связано с генетической наложенностью указанных процессов, а так же с последовательной сменой климато-геохимических условий.

Работа рекомендована старшим преподавателем кафедры почвоведения и экологии почв А.Н. Никифоровым.

УДК 631.438.2

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137
В ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ БОЛОТА ОЗЕРНОЕ
(ЗАКАЗНИК МШИНСКОЕ БОЛОТО)

Е.Д. Иванов

Санкт-Петербургский государственный университет,
evgeniy_ivanov2000@mail.ru

It is established that the spatial distribution of caesium-137 in the upper part of the peat soil of the Ozernoye swamp (Mshinskoe Swamp Reserve, Leningrad region) is not uniform. The specific activity varies from 356 to 853 Bq/kg.

В районе заказника Мшинское болото на карте Ленинградской области отмечена зона загрязнения цезием-137 черныбыльского происхождения [1]. Нами было установлено, что его максимальная актив-

ность приурочена к очесу сфагнового мха, и далее снижается с глубиной. Для проведения дальнейших исследований было выбрано болото Озерное – одно из крупных болот заказника, окружающих систему озер Вялье и Стречно.

Цель работы – проанализировать пространственное распределение цезия-137 в верхнем слое торфяной почвы на маршруте, проходящем через болото Озерное.

На маршруте, проложенном по зимнику, от урочища Суслово (N 59°03.635', E030°17.904') до озера Вялье (N 59°03.101', E030°14.378'), протяженностью 3.5 км было отобрано шесть почвенных проб. Для отбора образцов выбирали однородные участки с равномерным покровом сфагнового мха, приуроченные к мочажинам. Образцы высушивали в потоке теплого воздуха 40 °С и анализировали на приборе радиометр «Бета».

Удельная активность цезия-137 (табл.) была измерена в очесе сфагнового мха, поскольку имеет максимальное значение по сравнению с торфяным, торфяноперегнойным и перегнойным горизонтами. На основе полученных результатов проведена оценка пространственного распределения радионуклида в поверхностном слое торфяной почвы исследуемого болота.

Таблица. Удельная активность цезия-137 верхнего горизонта торфяной почвы.

№ образца	GPS координаты места отбора образца	Удельная активность, Бк/кг*
1	N 59°03.589', E030°17.626'	356±37
2	N 59°03.503', E030°16.978'	696±48
3	N 59°03.419', E030°16.311'	432±31
4	N 59°03.370', E030°15.950'	853±41
5	N 59°03.348', E030°15.712'	519±23
6	N 59°03.313', E030°15.480'	543±27

* – доверительный интервал средней активности приведен при уровне значимости $p < 0.05$.

Полученные данные по активности (таблица) существенно различаются между собой и в некоторых случаях приближаются к допустимым значениям 400 Бк/кг (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Выявлена пространственная неоднородность удельной активности цезия-137 в верхнем слое торфяной почвы. Коэффициент вариации удельной активности составляет 32 % (таблица). Выявленные особенно-

сти варьирования активности позволяют наметить шаги по исследованию пространственного распределения цезия-137 в торфяной почве в зависимости от грядово-мочажинного микрорельефа, характерного для верховых болот.

Литература

1. *Ленинградская область*. Карта радиоактивного загрязнения местности (цезием – 137). 1:200 000. СПб.: КПЦ «Ленлес». 1992. 30 листов карт.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.Ф. Апариним.

УДК 631.4

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПОЧВЕ, ОСТРОВ ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН

Н.С. Иванова

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

The current study shows that decomposition of plant residues in the Umbrisol of Spitsbergen proceeds quite intensively despite the high latitudinal position. The rate of decomposition depends on the type of plant. The dependence of the decomposition intensity on the altitude is less clear.

Благодаря тёплому течению Гольфстрим юго-западное побережье острова Западный Шпицберген характеризуется более тёплым и влажным климатом по сравнению с восточными регионами. На участках под сплошным тундровым растительным покровом формируются хорошо развитые, высоко гумусированные арктические серогумусовые почвы. Одной из гипотез, объясняющих высокое содержание органического вещества в арктических почвах, является заторможенность процессов разложения растительных остатков из-за низких температур.

Эксперименты по разложению овса (*Avena sativa*), листьев ивки полярной (*Salix polaris*) и целлюлозы проводились сотрудниками лаборатории почвоведения ПАБСИ КНЦ РАН в окрестностях посёлка Баренцбург в период с 2012–2019 гг. Растительные остатки, помещённые в капроновые мешочки, закладывались в нижнюю часть верхнего органического горизонта О почв на площадках, расположенных на различной высоте горного хребта Гренфьорд.

Как показали наблюдения, одной из характерных особенностей процесса разложения, является значительное обогащение растительных остатков минеральными частицами за счёт пыли с оголённых поверхностей и склоновых потоков. Наличие минеральной примеси визуально фиксировалось во всех образцах. Наиболее высокой способностью аккумулировать минеральные частицы обладали квадратики целлюлозы, самой низкой – овёс.

Из-за минеральной примеси потери органического вещества рассчитывались по беззольной навеске. За первый год экспозиции образцов овса и листьев ивки в почве, потеря органической части составила около 45–50 % от исходного значения, что свидетельствует о достаточно высокой скорости трансформации растительных остатков в исследуемых почвах. Потеря органического вещества целлюлозы по мере экспозиции была значительно ниже, имела нерегулярный характер и более значительно зависела от положения площадки в ландшафте.

По сравнению с овсом, показатели потери органического углерода листьев ивки значительно ниже, особенно за третий год экспозиции образцов в почве. Следовательно, можно считать, что листья служат более благоприятным субстратом для поселения и развития микроорганизмов. Показатели потери органического углерода в образцах целлюлозы значительно ниже.

Таким образом, исследования показали, что, несмотря на высокое широтное положение, разложение растительных остатков в серогумусовых почвах Шпицбергена протекает довольно интенсивно. Скорость разложения зависит от вида растений. Зависимость интенсивности разложения от абсолютной отметки является менее чёткой.

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

УДК 574:630*161.581.5

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОТОКОВ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ ПОЧВ С РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ЛЕСА В г. МОСКВА**

Е.М. Илюшкова, С.Ю. Ермаков, А.В. Бузылёв
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва
Li060698@yandex.ru

The problems of sustainability of the forest ecosystems in the city is very important today. Forests are an important component in urban settings.

Climate change, increase in anthropogenic load are the main reasons for changes in forest ecosystems.

В настоящее время в условиях глобального изменения климата остро стоит проблема состояния и устойчивости лесных экосистем в черте города, особенно в таком крупном мегаполисе, как Москва. Состояние древостоя влияет на способность улавливать вредные вещества, поддерживать благоприятную экологическую обстановку в районе. Проблема его ухудшения очень актуальна. Основное негативное воздействие на древесную растительность связано с климатическими изменениями, растущей антропогенной нагрузкой на почвы и природными аномалиями.

Исследования проводились подекадно на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенной в северном административном округе г. Москва, в период с ноября 2018 г. по октябрь 2020 г. 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.

Степень деградации древостоя	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
	III	II	II	I	I
Антропогенная нагрузка, %	85	60	80	40	35
Влажность почвы, %	26.44	29.17	25.13	29.18	27.36
Температура почвы, °С	10.00	9.95	9.85	10.11	10.14
Плотность почвы, г/см ³	1.40	1.49	1.31	1.41	1.44
N ₂ O, поток N ₂ O г/м ² в день	0.308	0.272	0.436	0.433	0.422
CO ₂ , поток мг/м ² в день	8.969	6.036	3.230	5.809	3.103

Ключевые участки: ПСВ – подошва прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции; ССВ – средняя часть прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции; ВМХ – водораздельная часть мореного холма; СЮЗ – средняя часть пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции; ПЮЗ – подошва пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции.

Максимальное среднее значение потока N₂O в период наблюдения отмечено на водораздельной части моренного холма (ВМХ) и составляет 0.436 N₂O г/м² в день при среднем значении влажности почвы

равным 25.13 %. Для участка характерна высокая степень антропогенной нагрузки – 80 %. Наименьшее значение данного показателя характерно для средней части прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ) – 0.272 N₂O г/м² в день, при влажности почвы – 29.17 %. Для данного участка характерна наибольшая плотность почвы – 1.49 г/см³.

Максимальное среднее значение потока CO₂ в период наблюдения отмечено на подошве короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ) – 8.969 CO₂ мг/м² в день, при средней температуре почвы 10.00 °С. При том, что на участке наблюдается наибольшая степень деградации древостоя и антропогенной нагрузки. Наименьший поток CO₂ отмечен на подошве пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (ПЮЗ) – 3.103 CO₂ мг/м² в день, при средней температуре почвы 10.14 °С и наименьшей степени деградации древостоя и антропогенной нагрузки.

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

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СВОЙСТВ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ ЮЖНО-ТАЁЖНОЙ ПОДЗОНЫ

Ю.Р. Искандирова

Санкт-Петербургский государственный университет,

jiskandirova@gmail.com

This research provides information about the spatial heterogeneity of the properties of postagrogenic soils based on changes in morphometric parameters, C_{орг} content and plant nutrients (N, P, K) at the level of the test site in the southern taiga subzone.

Значительное сокращение площадей сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации повысило внимание исследователей к почвам постагрогенных ценозов. Выбивание пахотного клина из сельскохозяйственного оборота в результате самозаращения приводит к изменениям морфологических, физических и химических свойств почв, которые в основном затрагивают верхнюю толщу их профилей, прежде всего, постагрогенные пахотные горизонты.

Особый интерес вызывает оценка изменений содержания органического вещества и основных элементов питания растений, таких как N, P и K. Однако эта задача оказывается зачастую трудной, поскольку исследования пространственной variability сосредоточены в основном на её горизонтальной составляющей, тогда как вертикальной variability уделяется достаточно мало внимания, хотя она влияет и на запасы углерода, и отражается на микробиологической активности почвы.

В литературе представлены многочисленные примеры постагрогенной трансформации, которая обычно изучается с помощью различных хронорядов постагрогенных биогеоценозов. При этом оценку временной динамики может сильно усложнить пространственное варьирование, которое будет создавать значительные шумовые колебания, так что пространственную изменчивость можно будет принять, как временную.

Таким образом, оценка пространственной изменчивости ряда почвенных свойств (горизонтальной и вертикальной) на уровне мониторинговых площадок, может помочь увеличить достоверность получаемых данных для дальнейших обобщений более глобального масштаба.

Цель исследования – оценка локальной пространственной изменчивости свойств гумусовых горизонтов постагрогенных и пахотных почв севера Ярославской области. Объектом исследования служили почвы Шекснинско-Костромского водораздела в пределах Пошехонского района Ярославской области.

Почвы (преимущественно текстурно-дифференцированные) разновозрастных (от 7–10 до 35–30 лет) залежей находятся на луговой стадии зарастания, сформированы на контрастных по генезису и свойствам породах и приурочены к исходно дренированным поверхностям рельефа. Были отобраны и проанализированы в среднем по 45 образцов из гумусовых горизонтов на разной глубине на каждой из двенадцати пробных площадок (сайтов). Последний представляет собой полнопрофильный разрез на месте с большой степени точности заложенного в период 1988–1990 гг. разреза автоморфной пахотной почвы в центре и 8 прикопок до 0.5 м в глубину, образующих прямоугольную площадку 20×20 м вокруг основного разреза.

К настоящему времени составлены послонные картограммы, отражающие горизонтальную variability сайта в отношении мощности гумусовых горизонтов, $S_{орг}$ и $N_{общ}$ для каждого выделенного слоя в пределах гумусовой толщи.

Так, для сайта И-79-19, который представлен залежью 12–15 лет с агродерново-неглубокоподзолистой глееватой постагрогенной средне-суглинистой почвой на карбонатных покровных суглинках, выявлены

следующие закономерности в пространственной вариабельности мощности гумусовых горизонтов. Наибольшим по мощности является горизонт Ppa1, достигающий 24 см; самый высокий коэффициент вариации (50.7 %) по мощности установлен для горизонта Ppa,g3 (от 0 до 20 см). Содержание $C_{орг}$ и $N_{общ}$ были рассчитаны, как средневзвешенные показатели в толще 0–20 см и 20–25(55) см – нижней границы постагрогенного пахотного горизонта Ppa,g3. В толще 0–20 см содержание $C_{орг}$ варьирует от 1.19 до 1.81 %, коэффициент вариации составляет 13.9 %, а $N_{общ}$ – от 0.13 до 0.19 % с коэффициентом вариации 9.6 %. С глубины 20 см до нижней границы суммарной постагрогенной пахотной толщи содержание $C_{орг}$ меняется с 0.62 до 2.45 %, коэффициент вариации – 46.1 %, а $N_{общ}$ с 0.04 до 0.19 % с коэффициентом вариации 37.1 %. Таким образом, выявлена высокая пространственная вариабельность указанных выше параметров в верхней гумусовой толще залежной почвы, что должно учитываться при оценке агроэкологического потенциала постагрогенной почвы и в мониторинговых исследованиях (при переводе пашни в залежь).

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 19-29-05243.

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

УДК 631.40

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ ОТКЛИКОВ БИОТЫ
НА ВНЕСЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ПОЧВУ РАЗНОЙ ГУМУСИРОВАННОСТИ

И.А. Козлова¹, П.В. Учанов², В.К. Калеро Эррера³,
О.А. Федорова¹, А.П. Кирюшина²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, Москва

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, apkiryushina@gmail.com

³Российский университет дружбы народов, Москва

A high correlation (R 0.84–0.89) was revealed between the length of shoots and roots of seedlings *Avena sativa* L. and the content of microbial biomass (C_{mic}) in soil with low humus content ($C_{орг}$ 1.30 %) contaminated with salts of heavy metals. There was no correlation in soil with high humus content ($C_{орг}$ 3.86 %) at the same level of pollution.

В программы экологического мониторинга почв агроэкосистем включены целый ряд показателей, среди которых есть характеристики развития растений и микробные индексы, как наиболее часто оцениваемые.

Почвенные микробные сообщества, участвуя в разложении органического вещества и высвобождение минеральных элементов питания, способствуют продуктивности растений.

Цель настоящей работы заключалась в исследовании синхронности изменений ростовых параметров растений и микробной биомассы в образцах агродерново-подзолистой почвы, разной гумусированности, под воздействием химического загрязнения тяжелыми металлами (ТМ).

В условиях модельного эксперимента изучены отклики тест-растений овса *Avena sativa* и микроорганизмов ($S_{\text{мик}}$) на загрязнение ТМ. В образцы почв агродерново-подзолистой почвы с двух полей (п. Чашниково, Московская область) с разным содержанием органического углерода ($S_{\text{орг}}$ 3.86 %, $S_{\text{орг}}$ 1.30 %) вносили смесь водных растворов солей меди (CuSO_4), цинка (ZnSO_4) и свинца (PbCl_2) для достижения концентрации равной 5 и 10 ориентировочно-допустимым концентрациям каждого из трех элементов (согласно ГН 2.1.7.2511-09).

По окончании 30-ти суточной экспозиции в теплице из вегетационных сосудов извлекали растения для измерения длины ростков и корней и отбирали пробы почвы для анализа эмиссии CO_2 на хроматографе «КристалЛюкс 4000М».

Результаты показали, что загрязнение ТМ подавляет рост овса, причем в наибольшей степени оно выражено в слабогумусированной почве, вплоть до полного подавления развития корней (при 10 ОДК). Содержание углерода микробной биомассы $S_{\text{мик}}$ (мкг С/г почвы), рассчитанное на основе субстрат-индуцированного дыхания (СИД), заметно снижалось с увеличением нагрузки ТМ с 5 до 10 ОДК также лишь в слабогумусированной почве. Синхронность изменений ростовых показателей растений и микробной биомассы подтвердилась коэффициентом линейной корреляции: 0.85 для длины ростков и 0.89 – корней.

Таким образом, наибольшие изменения ростовых показателей растений и $S_{\text{мик}}$ при загрязнении ТМ, а также высокая корреляция этих индексов, отмечены лишь на слабогумусированной ($S_{\text{орг}}$ 1.30 %) почве.

Работа поддержана РФФИ, проект 18-04-01218а.

Авторы благодарят к.б.н. С.А. Кулачкову и Е.В. Прудникову.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.А. Тереховой.

УДК: 574.64

СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ПОЧВАХ ПОЙМЫ РЕКИ ЛИХОБОРКИ, г. МОСКВА

П.Д. Коршенинникова

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

Abstract: due to the importance of urban river ecosystems environment research the flood plain soils and bottom deposits of Likhoborka river in Moscow were studied. Over the past decades the river was exposed to multiple hazardous technogenic impacts. It was found that total petroleum hydrocarbons vary greatly in soils and in bottom deposits mostly depending on the type and density of the city infrastructure along the banks of the river.

Пойменные экосистемы выполняют важнейшие гидрологические, экологические и рекреационные функции. Река Лихоборка – самый крупный правый приток Яузы, протяженностью около 30 км. На протяжении последних 80 лет река подвергалась многочисленным техногенным воздействиям: свалка промышленных и радиоактивных отходов, сбросы ТЭЦ-21, сбросы со стационарного снегоплавильного пункта, сброс неочищенных промышленно-фекальных стоков, многочисленные авто- и железнодорожные магистрали и многие другие. В результате воздействия аварийных и долговременных источников загрязнения может происходить комплексное загрязнение воды, донных отложений и пойменных почв, поэтому следует проводить сопряженный экологический контроль этих природных сред в урбозекосистемах.

Исследования проведены в 5 контрольных точках по руслу реки. В отобранных пробах донных отложений и почв проводилось определение суммы нефтепродуктов в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

Содержание нефтепродуктов в исследованных донных отложениях Лихоборки составило 1293–3092 мг/кг, что в 10–20 раз выше фоновых уровней для рек Московского региона.

При исследовании содержания суммы нефтепродуктов в почвах выявлено 3–10-кратное превышение $ОДК_{НП}=1000$ мг/кг в двух точках. В районе пересечения с автомагистралью северо-восточной хорды вблизи снегоплавильного пункта Бусиново загрязнение нефтепродуктами сосредоточено в поверхностном слое почвы 0–30 см. В пойме реки ниже по течению от ТЭЦ-21 отмечено внутрпочвенное загрязнение нефтепродуктами на глубине 30–50 см, указывающее на латеральную миграцию этих токсикантов. В трех контрольных точках содержание нефте-

продуктов ниже ОДК_{нп}, следовательно, загрязнение почв в пойме реки Лихоборки имеет локальный характер и приурочено к отдельным источникам сбросов. Выявленное накопление нефтепродуктов в донных отложениях характеризует региональное загрязнение по всей водосборной площади реки Лихоборки.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Д.Н. Липатовым.

УДК 504.054

ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОЙ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н.О. Коршунова

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

During aircraft deicing up to 60–80 % of deicers is being lost. The used deicers include metal cations, petrochemicals and mechanical impurities which may get into groundwaters in case of ground water drain absence. To estimate the potential ecological danger of aircraft deicing fluids, the substance of elements in used aircraft deicing fluids was defined. The natural level for 8 elements: Al, Cu, K, Mn, Na, P, S, Zn has been exceeded.

Для борьбы с обледенением в аэропортах среднего размера за год применяется несколько миллионов литров противообледенительных жидкостей (ПОЖ) (Бузаева, 2013), на основе гликолей (50–80 %) (Кашапова, 2015). Помимо этиленгликоля, пропиленгликоля или диэтиленгликоля (реже), в состав ПОЖ входят антикоррозийные присадки, антипенные присадки, загустители, смачивающие агенты, красители (Бузаева, 2013). Этиленгликоль и некоторые добавки могут проявлять токсичность (Кашапова, 2015). Во время обработки самолетов теряется до 60–80 % ПОЖ (Солтанов, 2016). В составе отработанных ПОЖ присутствуют также катионы металлов, нефтепродукты и механические примеси (Бузаева, 2013). Отработанные ПОЖ являются отходом третьего класса опасности. Не во всех аэропортах налажена система сбора стока ПОЖ, что может приводить к проникновению ПОЖ в почвенно-грунтовые воды (Breedveld, 2003).

Вопросы влияния ПОЖ и ее компонентов на окружающую среду недостаточно изучены и слабо освещены, что обуславливает актуальность настоящей работы.

Целью работы являлось определение содержания ряда элементов в отработанной ПОЖ и оценка потенциальной экологической опасности этого материала для окружающей среды.

Объектом исследования служила отработанная ПОЖ, предоставленная АО «Комбинат экологического обслуживания». Содержание гликолей в ней составило около 10 %.

Содержание металлов в отработанной ПОЖ определялось методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES). Результаты представлены в табл.

Таблица. Содержание элементов в отработанной ПОЖ, мг/л.

Al	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Sr	Zn
0.37	0.12	72.1	0.05	0.70	168.4	17.8	0.14	504.6	81.7	11.9	7.75	0.37	0.92

Можно предположить, что потенциальную экологическую опасность от поступления ПОЖ в окружающую среду могут представлять элементы, содержание которых превышает природный уровень их поступления.

Обычно содержание в природных водах обнаруженных элементов составляет: К – <20 мг/л, Na – 0.6–300 мг/л (РД 52.24.391-95), Р – 0.02–0.40 мг/л (РД 52.24.387-2006), Al – 0.02–0.03 мг/л (Соколова, 2012), Cu – <10 мкг/л (РД 52.24.371-95), Zn и Mn – до сотен мкг/л (РД 52.24.373-95, Морозов, 1991). Избыток Р и К может приводить к эвтрофикации водоемов, избыток Na – к засолению и/или осолонцеванию почв, избыток Al, Zn, Cu и Mn – к токсическому действию на гидробионтов.

Поступление данных элементов в ПОЖ может быть связано со сплавами – для Al, Zn, Cu и Mn (в меньшей степени), шинами – для Zn и Cu (ГОСТ Р 54095-2010), противоизносными присадками для авиационного топлива – для Zn, антикоррозионными присадками – для Р и S, противогололедными реагентами – для К и Na (Клепиков, 2019).

Таким образом, ПОЖ и входящие в состав ее стоков компоненты потенциально могут оказывать негативное влияние на окружающую среду. Это влияние требует дальнейшего изучения.

Литература

1. *ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин.*

2. *РД 52.24.365-95 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации натрия в водах потенциометрическим методом ионселективным электродом.*

3. РД 52.24.371-95 *Методические указания*. Методика выполнения измерений массовой концентрации меди, свинца и кадмия в поверхностных водах суши инверсионным вольтамперометрическим методом.

4. РД 52.24.373-95 *Методические указания*. Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка в поверхностных водах суши инверсионным вольтамперометрическим методом.

5. РД 52.24.387-2006 *Массовая концентрация фосфора общего в водах*. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/391265/ (дата обращения: 31.10.2020).

6. РД 52.24.391-95 *Методические указания*. Методика выполнения измерений массовой концентрации натрия и калия в поверхностных водах суши пламенно-фотометрическим методом.

7. Breedveld G.D. Persistence of the de-icing additive benzotriazole at an abandoned airport / Breedveld G.D., Roseth R., Sparrevik M. // *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 3. 2003. P. 91–101.

8. Бузаева М.В. Утилизация отработанных противообледенительных жидкостей с использованием цеолитов / Бузаева М.В., Шарапова А.В., Климов Е.С., Наместникова О.В. // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. 2013. № 4. С. 10–12.

9. Кашапова Н.Е. Влияние ингибиторов коррозии и ПАВ на токсикологические свойства противообледенительных жидкостей / Кашапова Н.Е., Башкирцева Н.Ю., Овчинникова Ю.С., Сладовская О.Ю., Мингазов Р.Р., Куряшов Д.А., Рахматуллин Р.Р. // *Вестник технологического университета*. 2015. Т. 18, № 5. С. 221–223.

10. Кашапова Н.Е. Воздействие гликолей в составе противообледенительных жидкостей на окружающую среду / Кашапова Н.Е., Башкирцева Н.Ю., Овчинникова Ю.С., Сладовская О.Ю., Мингазов Р.Р., Куряшов Д.А., Рахматуллин Р.Р. // *Вестник технологического университета*. 2015. Т. 18, № 5. С. 209–212.

11. Клепиков О.В. Обзор исследований по оценке неблагоприятного воздействия военных аэродромов на окружающую среду / Клепиков О.В., Филимонова О.Н., Енютина М.В., Назаренко И.Н. // *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 2019. № 11. С. 93–103.

12. Морозов С.В. Марганец в питьевой воде: Аналит. Обзор / Морозов С.В., Кузубова Л.И. ГПНТБ СО АН СССР; Новосиб. ин-т орган. химии. – Новосибирск, 1991. – 68 с.

13. Соколова Т.А. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе / Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. – Тула: Гриф и К, 2012. – 124 с.

14. Солтанов С.Х. Экологические последствия применения противобледенительных жидкостей «ОСТАFLO EG» и «MAXFLIGHT 04» при обработке воздушных судов гражданской авиации в осенне-зимний период // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6 (48). Ч. 2. С. 140–143.

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

УДК 631.445.24

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ И ПЕДОСЕДЕМЕНТЫ КАК ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ О ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ РЕКИ БОЛЬШОЙ ЮГАН

А.О. Курасова^{1,2}, А.О. Константинов², С.В. Лойко¹

¹Томский государственный университет, kurasovalina@gmail.com

²Тюменский государственный университет

This paper presents the results of the study of soils and the main regularities of the organization of the soil cover in the Ural part of the middle taiga zone of Western Siberia using the example of the territory of the Kondinsky Lakes natural park and the region of the middle reaches of the Bolshoi Yugan River. The study area is a flat swampy plain with separate areas of well-drained mineral islands. Buried soils or individual sediments enriched with charcoal or large fragments of charred wood were found in soil sections under steep slopes, representing unique natural archives that store information on various stages of erosional activation.

Объектами настоящего исследования послужили почвы подножий крутых склонов минеральных островов, расположенные в северной части Кондинской низменности, на территории природного Парка «Кондинские озера» и в районе реки Большой Юган. Рельеф территории осложнен наличием минеральных островов, возвышающихся над болотными массивами. Климат района исследований континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 530 мм, среднегодовая температура составляет 0.8 °С. Почвообразующие породы представлены песками, иногда с прослоями и линзами суглинков. На песчаных суб-

страдах преобладают сосновые лишайниковые, мохово-лишайниковые или мохово-кустарничковые леса (Е.Д. Lapshina, 2019). Непосредственно на территории исследования расположены многочисленные археологические памятники (Беспалова, 2012).

Основными методами исследований были почвенно-морфологический и катенарный методы. Аналитические исследования включали определение потери при прокаливании, рН водной и солевой вытяжек потенциометрическим методом, оксалатные формы железа по Тамму, несиликатные формы по Меру-Джексону с фотометрическим окончанием. Содержание полуторных оксидов выполнено методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (XRF) на вакуумном спектрометре последовательного действия, определение абсолютного возраста радиоуглеродным методом в лаборатории Института геохимии и геофизики Академии наук Беларуси (г. Минск).

Подзолы глеевые с погребенными подзолами и отложениями, образовавшимися у подножий крутых склонов, являются уникальными природными архивами. Полученные радиоуглеродные даты свидетельствуют о том, что в пределах рассматриваемой территории предварительно можно выделить несколько этапов активизации эрозионных процессов: первый – в районе 1400 лет назад, второй – в районе 1800–1900 лет назад, третий – 2500–2700 лет назад. Данные по разрезам, расположенным у подножий крутых склонов минеральных островов, хорошо коррелируют между собой, а также с материалами археологических изысканий в районе исследований.

Палеогеографические реконструкции для среднетаежной зоны Западной Сибири также поддерживают идею о тесной взаимосвязи между человеческой деятельностью и историей пожаров для заболоченных ландшафтов восточной и центральной частей Ханты-Мансийского автономного округа.

Таким образом, радиоуглеродное датирование материала из погребений позволило установить, что данная территория претерпевала несколько стадий активизации эрозионных процессов, вероятно, обусловленных деятельностью человека. Полученные данные дополняют материалы исследований археологических памятников вершин минеральных островов рассматриваемого района.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-04-00836_А и Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007 «Фундаментальные закономерности раз-

вития природной среды юга Западной Сибири и Тургая в кайнозое: седиментология осадочных толщ, абиотические геологические события и эволюция палеобиосферы». Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Биокосные системы криосферы», Тюменский научный центр СО РАН.

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

УДК 631.10

СТАТУС БУГРОВ БЭРА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ,
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОД КЛАДБИЦА

А.А. Кушалиев

Астраханский государственный университет, kushalievamir1@gmail.com

This study describes the exploitation of the Baer knolls for cemeteries and the consequences of this (degradation, change in relief, disturbance of the water-salt balance, etc.). In total, there are 80 units of Baer knolls on the territory of the study area. Of these: 29 units of destroyed (soil cover is destroyed $\geq 50\%$) knolls; 15 units of partially destroyed (soil cover destroyed $\geq 10\%$ $\leq 50\%$) knolls; 30 units occupied by cemeteries and 6 intact (soil cover destroyed $\leq 10\%$) knolls.

Астраханская область находится в аридной зоне пустынь и полупустынь. 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 сте-

пени разрушены, при этом 40 % уничтожены полностью. И процесс этот не останавливается. Бугры Бэра служат источником глиняного сырья для кирпичного производства, их материал широко используется при строительстве дорог, в личных подсобных хозяйствах населения. В результате этого бугры Бэра бесконтрольно разрушаются или полностью уничтожаются.

Самым «безобидным» использованием бугров Бэра является их эксплуатация под кладбища. Всего на территории исследуемого района находятся 80 единиц бэровских бугров. Из них: 29 единиц разрушенных (почвенный покров нарушен $\geq 50\%$) бугров; 15 единиц частично разрушенных (почвенный покров нарушен $\geq 10\% \leq 50\%$) бугров; 30 единиц занимаемых кладбищами и 6 целых (почвенный покров нарушен $\leq 10\%$) единиц.

Вполне вероятно, что полное уничтожение бугров приведет к глобальной перестройке геохимической обстановки на территории Астраханской области. Поэтому проблема влияния бугров Бэра и их целостности на состояние почвенного покрова Астраханской области весьма актуальна.

Работа рекомендована д.б.н., профессором А.В. Федотовой.

УДК 631.421

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
(НА ПРИМЕРЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН г. АСТРАХАНИ)

Е.А. Маслова

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»
pro100-ekaterina@mail.ru

The paper shows the assessment of soil pollution with heavy metals using the methods of mathematical statistics, namely, correlation analysis.

В настоящее время важнейшим фактором, определяющим изменения почв рекреационных зон, служит химическое загрязнение окружающей среды, вызванное техногенными выбросами. Среди городских почв интересное и важное место занимают парково-рекреационные урболандшафты. В отличие от лесопарковых массивов, меньшие по площади городские парки, более чувствительны к происходящим негативным изменениям. Внешние признаки загрязнения почвы заметить крайне сложно,

но именно почва может показать об изменениях экологической ситуации на территории в целом. Поэтому исследования, которые направлены на оценку антропогенной нагрузки на почвы парковых зон города, могут помочь оценить экологическую обстановку в целом.

Цель данной работы – оценка загрязнения почв свинцом некоторых рекреационных зон города Астрахани. Критериями выбора объектов исследования служили несколько факторов: близость или удаленность от проезжей части, интенсивность или загруженность дорог, посещаемость данных парковых зон.

Влияние антропогенной нагрузки оценивали по содержанию валовой формы свинца в почвах. Интенсивность движения автотранспорта устанавливали путем подсчета прохождения количества машин в единицу времени три раза в день (утренний час пик, в послеобеденное разгрузочное время и в вечерний час пик). Затем был рассчитан средний показатель за сутки в штуках в минуту. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица. Содержание свинца в почвах парковых зон г. Астрахани.

Парковые зоны	Свинец, мг/кг	Показатель интенсивности движения, шт./мин
Парк студенческий	7.6	54
Братский сад	6.1	35
Морской сад	7.3	51
Сквер Гейдара Алиева	18.1	91

Показано, что содержание в почвах валовой формы свинца ни на одном из объектов не превышает ПДК и ОДК согласно ГН 2.1.7.02041-06 (2006) и ГН 2.1.7.02042-06 (2006), однако наиболее высокие значения свинца в почве отмечены в сквере Гейдара Алиева. С помощью корреляционного анализа установлено, что содержание валовой формы свинца в почве зависит от интенсивности движения автотранспорта и соответственно от выхлопных газов (коэффициент корреляции равен +0.97). Знак «+» говорит о прямой зависимости между этими показателями, то есть увеличение интенсивности движения автотранспорта возле данных парков приводит к увеличению содержания свинца в почвах.

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТОВ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ
В ЧЕРНОЗЕМАХ МИГРАЦИОННО-СЕГРЕГАЦИОННЫХ

Е.Н. Минаева, С.С. Тагивердиев, П.Н. Скрипников

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, eminaeva@sfnu.ru

The aim of the work is to determine carbonates by three different methods in migration-segregation chernozems: using the Shimadzu TOC-L CPN analyzer, using a calcimeter (Scheibler method), and using the Kudrin complexometric method. As a result, it was found that the instrumental method is more suitable for horizons with a high IC content in soils, while the Kudrin complexometric method is more sensitive for soil horizons with a low IC content.

Карбонатные новообразования являются одним из главных диагностических признаков черноземных почв. Их изучение имеет первостепенное значение для правильной диагностики процессов и режимов, систематики и классификации почв различного генезиса, для характеристики структурного состояния, в значительной степени обуславливающего их физико-химические и физико-механические свойства, взаимосвязанные с экологической функцией почв, роль которых существенно возрастает в городских условиях [2–4]. Поэтому актуальным является поиск и адаптация к особенностям почв новых методов в регистрации карбонатов, так как современные методы являются более точными в показаниях, и требуют значительно меньше времени, в отличие от классических.

Целью работы является определение карбонатов тремя различными методами в черноземах миграционно-сегрегационных в пределах одной катены. В связи с поставленной целью выявлены и реализованы следующие задачи: определить содержание неорганических форм углерода на анализаторе Shimadzu TOC-L CPN, с помощью кальциметра (метод Шейблера) и комплексонометрическим методом по Кудрину, сравнить результаты определения.

Так как содержащие неорганический углерод почвенные соединения в основном представлены в виде карбонатов, то вполне допустимо отождествлять такие понятия как неорганический углерод (IC) почвы и почвенные карбонаты. Это позволяет проводить определение IC и сравнение показаний классических методов, таких как объёмный метод Шейблера и комплексонометрический метод по Кудрину, с результатами, полученными на анализаторе Shimadzu TOC-L CPN. Последний метод основан на учете двуокиси углерода, выделяющейся в газовую фазу при

реакции кислоты с карбонатами и гидрокарбонатами [1]. Определение концентраций ИС проводили в образцах, отобранных из разрезов катены черноземов миграционно-сегрегационных Ботанического сада ЮФУ.

Результаты исследования почвенных образцов тремя разными методами свидетельствуют, что для исследуемой почвы характерна экспоненциальная зависимость распределения неорганического углерода – в верхних горизонтах его аккумуляция незначительна, а в карбонатных горизонтах его содержание заметно увеличивается. Наибольшие значения ИС получены на ТОС-анализаторе, но преимущественно в горизонтах В1, В2, где значения превышают 1 %. В диапазоне концентраций менее 1, но более 0.7 % метод Шейблера показал более высокие значения. К концентрациям менее 0.7 % более чувствительный оказался метод Кудрина.

Следовательно, можно сделать вывод, что для образцов с высоким содержанием ИС больше подходит инструментальный метод, для горизонтов с низким содержанием ИС более чувствительным является комплексонометрический метод по Кудрину.

Литература

1. *Безуглова О.С., Горбов С.Н., Карпушова А.В., Тагивердиев С.С.* Сравнительная характеристика методов определения органического углерода в почвах // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 8 (7). – С. 1576–1580.

2. *Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Тагивердиев С.С., Скрипников П.Н.* Использование томографического метода при исследовании физических свойств почв городских территорий // *Современные методы исследования почв и почвенного покрова. Материалы всероссийской конференции с международным участием*. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2015. – с. 237–239.

3. *Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В.* Физические свойства почв Ростовской агломерации // *Почвоведение*, 2016, № 8, с. 964–974.

4. *Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В.* Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, том 18, №2, 2016, с. 226–229.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания (Южный федеральный университет, проект № 0852-2020-0029).

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой и д.б.н., проф. С.Н. Горбовым.

ПИРОГЕННЫЙ УГЛЕРОД В ПОЧВАХ
СУХИХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Б. Мухиев

Санкт-Петербургский государственный университет muhiyev@bk.ru

Human-induced forest fires are increasing in frequency. Each ground fire returns the forest to a more xeromorphic and less productive stage and inserts charcoal to the soil. By our estimates, pyrogenic carbon reaches 10–40 % of the total carbon storage in forest floors of dry pine forests in Leningrad region. Such estimates made for the first time.

Лесные пожары – экологически обусловленный этап функционирования сухих сосновых лесов. В Ленинградской области низовые пожары формируют следующие стадии восстановительно-деградационных сукцессий сухих сосняков: верещатник – брусничник – бруснично-черничник с елью. Каждый низовой пожар возвращает экосистему на более ксероморфную и менее продуктивную стадию (Чертов, 1981). Увеличение площади урбанизированной территории сопровождается ростом частоты пожаров, причина которых человек. Сокращение межпожарных периодов ведет к деградации лесных экосистем (Санников, 2014). Степень повреждения леса огнем зависит от силы и вида пожаров, типа растительности и почв и т.д. При низовых пожарах температуры от 300–500 °С до 600–900 °С и более действуют на поверхностные слои почв (Niery et al., 1999). Древесные угли, обладая высокими порозностью и сорбционной способностью, активизируют жизнедеятельность почвенной микробиоты, уменьшают отношение C/N за счет сорбции минерального азота (Wang, Xion., Kuzyakov, 2015). Размеры накопления древесных углей в постпирогенных почвах не изучены. Цель работы – оценка запасов почвенного пирогенного углерода в сухих сосновых лесах Ленинградской области. Сотрудниками кафедр агрохимии и геоботаники при участии студентов СПбГУ обследовано 14 ключевых участков в сосновых лесах на песках в Ленинградской области. Описание напочвенного покрова и отбор проб почв выполнены в пятикратной повторности на каждом ключе. По полученным материалам защищены две магистерские диссертации (2014, 2015) – по сравнительному изучению трансформации соединений азота в подзолах и подбурях, а также бакалаврская (2018) и две магистерских (2020) диссертации – по изучению рекреационной дигрессии почвенно-растительного покрова. Данные по содержанию и запасам пирогенного углерода в изученных почвах не обсуждались и не опубликованы.

ны. По нашим предварительным оценкам, выполненным для 6 ключевых участков обследованных сосновых лесов, в прослойках древесных углей, мощность которых в среднем 1–3 см, содержится 10–40 % от общих запасов углерода в лесных подстилках. Часть древесных углей на горях смешивается с поверхностным минеральным горизонтом и сохраняется в почве очень долго, представляя собой пул пассивного углерода. Запасы пирогенного углерода в минеральных горизонтах почв сухих сосняков (подбуров и подзолов) не оценивались. Сведения о вкладе пирогенного углерода в общий запас почвенного углерода будут способствовать уточнению оценок параметров устойчивости лесных экосистем и разработке критериев оптимального управления лесами (Комаров, Чертов, 2007).

Литература

1. *Комаров А.С., Чертов О.Г.* Сток углерода в почву как критерий устойчивого функционирования лесных экосистем // Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. М.: Наука, 2007. С. 233–240.
2. *Санников С.Н.* Экологические катастрофы и микроэволюция популяций // *Эко-потенциал*. 2014. № 2 (6). С. 42–54.
3. *Чертов О.Г.* Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 192 с.
4. *Neary D.G., Klopatek C.C., DeBano L.F., Ffolliott P.F.* Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis // *Forest Ecology and Management*. 1999, vol. 122, p. 51–71.
5. *Wang J., Xiong Zh., Kuzyakov Ya.* Biochar stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects // *Bioenergy*, 2016, vol. 8, iss. 3, p. 512–523.

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

УДК 631.4

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ И ОТЛОЖЕНИЙ ДОЛИНЫ р. СЫРКА

О.Н. Низова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, olya.10.nizova@yandex.ru

The pedolithcomplexes of the Syrka river floodplain consist of buried soils, alluvial deposits, carbonate nodules and modern soils. Geomorphology and paleoclimatic conditions are the leading factors in the formation of pedolithcomplexes.

Поймы равнинных рек являются подходящим объектом для изучения эволюции почвообразования в голоцене. Сложные комплексы аллювиальных отложений и погребенных почв в поймах рек – педолитоциклиты – отражают изменение физико-географических условий и климатических флуктуаций голоцена.

В восточной части Кунгурской лесостепи (Пермский край) описаны береговые обнажения пойменной террасы р. Сырка (четыре разреза). В строении педолитоциклитов прослеживается смена периодов педо- и литогенеза. Начальные стадии почвообразования проходили в обстановке, способствующей торфообразованию и торфонакоплению. Формирование торфяно-глеевых почв, погребенных в основании обнажений, могло идти в условиях слабо расчлененного рельефа, когда пойма функционировала в режиме незатапливаемой террасы длительное время.

В определенный период времени, по-видимому, произошла резкая смена климата и резкое поднятие уровня вод/увеличение высоты паводка или выход на поверхность подземных рек, затопление территории. Это отразилось в морфологии разрезов в виде отложения на поверхности торфа мощного слоя сцементированных карбонатных конкреций. В Кунгурской лесостепи распространены карстовые процессы; очевидно, на поверхности почвы длительное время стояла сильноминерализованная вода.

В профилях четко прослеживаются литогенные стадии флювиального ритма, которые выражаются в отложениях аллювия и мощных слоев карбонатных сцементированных конкреций. Периоды седиментации и интенсивного накопления аллювия могут быть связаны с периодами похолодания климата.

Скорость осадконакопления в литогенную стадию превышает скорость почвообразовательных процессов. В какой-то период времени скорость осадконакопления замедлилась и сравнялась со скоростью почвообразования, что проявилось морфологически в отложении в верхней части разрезов наилка, представляющего собой чередование более светлых супесчаных слоев и более темных суглинистых. Наилкок проработан почвообразовательными процессами, что отражается в оструктурировании более темных суглинистых слоев, наличии в них копролитов, приобретении признаков гумусообразования. Это свидетельствует о замедлении флювиальной активности и переходе от литогенной к педогенной фазе флювиального ритма. Такой переход возможен в ксеротермическую фазу. Поверхность всех разрезов задернована, сформированы гумусовые горизонты.

Макроморфологическое описание разрезов является первым этапом изучения педолитоциклитов. Планируется проведение ряда химических анализов. Образцы торфа и древесины из разрезов были переданы для определения возраста отложений методом радиоуглеродного датирования в РГПУ им. Герцена, г. Санкт-Петербург.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Н.В. Москвиной.

УДК 631.40

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА

Е.А. Нилогова

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

The humus content in the arable layer of sod-podzolic soils on the forest plantation and in the nursery is 2–3 %, humus reserves in the 0–20 cm layer vary from 53.4 to 87.2 t/ha. The content of labile forms of humic substances in the A1 and A1A2 horizons of the nursery soils is 0.4–0.6 % in the alkaline extract and 0.2–0.3 % in the pyrophosphate extract.

Гумус является не только универсальной системой, регулирующей почти все факторы развития почвенного профиля и роста плодородия, но и играет значительную роль, как основного источника элементов питания растений. К числу показателей гумусного состояния почв относятся такие важные параметры, как содержание гумуса, запасы гумуса в слое 0–20 см (0–100 см), тип гумуса и т.д., но и также содержание ЛОВ.

Объекты исследования – 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 – лес, лесной питомник и лесная плантация. Почвы дерново-мелко-, неглубоко- и глубокоподзолистые, сформированные на делювиальных глинах.

Методы исследования: определение углерода гумуса произведено по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Определение лабильных органических вещества по Егорову в 0.1 н. NaOH и 0.1 н. Na₄P₂O₄ вытяжках.

Содержание гумуса в гор. A_{пах} в почвах на плантации и в питомнике составляет 2–3 %, в то время как в гор. A₀A₁ лесной почвы оно

достигает 7.5 %. Характер распределения гумуса в профиле почв резко убывающий. Запасы гумуса в слое 0–20 см варьируются от 53.4 до 87.2 т/га и оцениваются как низкие. Данный слой является основным резервуаром элементов питания для ели, так как в нем сосредоточена основная масса корней. В слое 0–50 см запасы возрастают до 78.4–190.8 т/га, в слое 0–100 см до 83.7–264.3 т/га.

Лабильное органическое вещество почвы (ЛОВ) является основным источником азотного питания растений. Щелочная вытяжка извлекает 27–60 % гумусовых веществ от Сорг. Максимальное количество ЛОВ выделено из гор. А₁ и А₁А₂ почвы под лесом, которое составляет соответственно 1.0 и 1.6 % от массы почвы. На плантации содержание ЛОВ варьирует в диапазоне 0.5–1.3 %, а наименьшее содержание выявлено в почвах питомника 0.4–0.6 %.

Нейтральная пирофосфатная вытяжка извлекает меньшее количество лабильных веществ, чем щелочная, в среднем оно составляет 11–20 % от Сорг. Содержание ЛОВ в гор. А₁ лесной почвы – 0.6 % от ее массы, в гор. А₂ убывает до 0.4 %. В питомнике содержание лабильных веществ равно 0.2–0.3 % гор. А₁ и А₂ соответственно, на плантации 0.3–0.4 %.

Низкие запасы гумуса в корнеобитаемом слое и содержания лабильных форм в почвах питомника и лесной плантации могут быть причиной недостатка элементов питания для выращиваемой культуры ели.

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

УДК 631.48

МИКРОБНАЯ БИОМАССА ПАЛЕОПОЧВ, ПОГРЕБЕННЫХ ПОД КУРГАНАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

И СОВРЕМЕННЫХ ФОНОВЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

А.А. Петросян

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
ФИЦ ПНЦБИ РАН

Alisa_Mayakovskaya@bk.ru

Microbial biomass of the exposed surface chestnut soils and subkurgan palaeosols of two archaeological sites buried in the Bronze epoch, Early Iron, and Middle Ages was studied. Microbial biomass in exposed surface soils differed depending on geographical position of the site. In the palaeosols of both sites it was much less and was 29–88 % of the values of the

background level. In both sites maximal variability of microbial biomass was observed in palaeosols buried in the Early Iron historical period that points to significant variability of the climate humidity.

Микробные сообщества сохраняются в подкурганных палеопочвах с момента сооружения кургана, и их биомасса может служить одним из индикаторов динамики увлажненности климата в регионе. Исследовали микробную биомассу в гор. А1 современных каштановых почв и палеопочв двух грунтовых памятников «Авиловский» и «Саломатино», расположенных в южной части Приволжской возвышенности в зоне сухих степей. Подкурганные палеопочвы были погребены в эпоху бронзы (XVI–XV вв. до н.э.), раннежелезного века (I–III вв. н.э.) и средневековья (XIV в. н. э.) Биомассу оценивали по содержанию почвенных фосфолипидов с пересчетом полученных величин в единицы микробного углерода (Findlay et al, 1996; Хомутова и др. 2017).

Микробная биомасса фоновых каштановых почв объекта «Авиловский» составляла в среднем 2550 мкг С/г, а почв объекта «Саломатино», расположенного южнее, была меньше в 3.5 раза. В подкурганных палеопочвах двух памятников микробная биомасса варьировала от 26 до 88 % от фоновых значений; не выявлено связи между длительностью погребения палеопочвы и уменьшением микробной биомассы. Так, микробная биомасса в палеопочвах эпохи бронзы составляла 27–36 %, раннежелезного века 29–88 %, средневековья 44–53 % от фоновых величин. В хронорядах обоих памятников микробная биомасса палеопочв раннежелезного века (I–III вв. н.э.) различалась в наибольшей степени (1.7–2.0 раза), что указывает на значительную изменчивость увлажненности климата в регионе в этот исторический период.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 17-18-01406. Полевые работы частично проводились в 2018 г. в рамках Госзадания № 0191-2019-0046.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Т.Э. Хомутовой.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА НА СВОЙСТВА ПОЧВ
ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРАС ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

В.Н. Пинской¹, И.А. Идрисов²

¹Пушинский государственный естественно-научный институт

²Институт геологии ДНЦ РАН

pinskoy@inbox.ru

The creation of terraces with a horizontal surface in the mountain zone affected the angle of incidence of sunlight. As a result, the solar radiation on the soil in the slopes of southern exposure has decreased, and soils of terraces of the northern slope, on the contrary, began to receive more solar radiation. The terracing of the slopes affected not only the change in the radiation balance. The thickness of humus horizon and organic carbon content in the plowed layer of the terrace as well as the moisture reserve in the soil profile increased.

Одним из мировых центров террасного земледелия является горная зона Восточного Кавказа. Согласно результатам предварительных исследований по результатам дешифровки космоснимков, на территории горного Дагестана в настоящее время насчитывается около 1500 км² почв террасовых полей.

Проведено изучение почв сельскохозяйственных террас, расположенных в среднегорной зоне Восточного Кавказа на территории Акушинского района республики Дагестан. Исследования проводились на склонах разной экспозиции: на северном склоне (ключевой участок у с. Муги) и склоне южной экспозиции (ключевой участок у с. Камкамахи). Во всех случаях были исследованы две террасы на водораздельном участке и одна терраса в ложбине.

Для определения антропогенного преобразования почв рассмотренных террас, были изучены два почвенных показателя: содержание органического углерода и активность фермента уреазы. Определение органического углерода проводили по методу влажного окисления со спектрофотометрическим окончанием, уреазную активность определяли по индофенольному методу.

На склонах северной и южной экспозиций в водораздельной зоне, активность фермента уреазы достигала 300–450 мкг N-NH₄/г 2 ч в задержанных горизонтах и оставалась высокой (150–200 мкг N-NH₄/г 2 ч) по всему профилю. В ложбинах активность данного фермента содержалась в два раза меньше. Это связано с большими нормами органических удобрений.

ний, которые вносили в почвы водораздельных участков. За последние 20–30 лет террасы использовались исключительно для выпаса скота, благодаря чему на всех объектах в слое от 0–10 см происходит значительное увеличение содержания органического углерода (до 4 %) и биологической активности.

Создание террас с горизонтальной поверхностью повлияло на угол падения солнечных лучей. В результате приход солнечной радиации на почвы склонов южной экспозиции уменьшился, а почвы террас северного склона наоборот, стали получать больше тепла. Следствием этого стала унификация почвенных свойств на склонах разной экспозиции. Так, содержание органического углерода в почвах террас на южных и северных склонах в целом похоже и составляет 4 %, тогда как на фоновых, горно-луговых почвах, содержание Сорг на склонах северной экспозиции превышает в 2 и более раза чем на южных. Таким образом, в результате террасирования склонов, произошло не только увеличения объема мелкозема в профиле и улучшение свойств почв, но также увеличился и запас продуктивной влаги.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 17-18-01406. Полевые работы частично проводились в 2018 г. в рамках Госзадания № 0191-2019-0046.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Института физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.4

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ВЫПАСА СКОТА В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

А.В. Потапова

ФИЦ ПНЦБИ РАН, anastassia4272@gmail.com

This work shows the primary results of the search for pollen and non-pollen (NPP – usually spores of coprophilic fungi) markers of pasture degradation in the mountainous zone, studies the current state of the soil cover of pastures, and identifies soil indicators of overgrazing.

The aim of the study was to identify palynological and soil indicators of pasture load on modern materials from pastures in the Eastern Caucasus, followed by extrapolation of the revealed patterns to paleomaterials to reconstruct the history of changes in pasture load on ecosystems.

Каждая природная зона и растительное сообщество характеризуется своеобразным составом пыльцы и спор, который продуцируют растения. Начиная со второй половины XX века, усилилось антропогенное воздействие на экосистемы, связанное с нарастанием пастбищной нагрузки, нарушением оптимальных сроков и режимов стравливания, отсутствием мероприятий по восстановлению растительного покрова. При нарушении норм выпаса и отсутствии или несоблюдении системы оборота пастбищ, выпас скота дает толчок к развитию негативных явлений, затрагивающих все компоненты ландшафта. Перевыпас в пастбищных условиях является самым агрессивным фактором в процессе деградации земель, ускоряя эрозионные процессы, опустынивание сухостепных и пустынно-степных ландшафтов.

На всей территории сельскохозяйственных угодий России из 190 млн га около 70 млн га подвержены эрозии, более 40 млн га в разной степени засолены, более 1 млн га подвержены опустыниванию. (Добровольский, 2002). На территории Восточного Кавказа перевыпасу подвержено до 50 % общей территории пастбищ (Доклад..., 2018).

Целью исследования стало выявление палинологических и почвенных индикаторов пастбищной нагрузки на современных материалах пастбищ Восточного Кавказа, последующая экстраполяция выявленных закономерностей на палеоматериалы для реконструкции истории изменения пастбищной нагрузки на экосистемы.

Объектом исследования стали пастбища Дагестана, в работе исследовался состав поверхностных спорово-пыльцевых проб из различных высотных зон региона, ранжированные по степени пастбищной дигрессии.

В данной работе показаны первичные результаты поиска пыльцевых и непыльцевых (NPP – как правило споры копрофильных грибов) маркеров деградации пастбищ горной зоны, изучается современное состояние почвенного покрова пастбищ и выявляются почвенные индикаторы перевыпаса. Рабочая гипотеза основана на том, что неконтролируемый выпас скота приводит пастбищному отбору и выпадению из состава травянистых сообществ наиболее ценных кормовых видов, замене их на виды, устойчивые к выпасу и к ухудшению разнообразия растительности. Исходя из этого, должна увеличиться частота встречаемости пыльцы таксонов, маркирующих выпас: щавеля (*Rumex*) подорожника (*Plantago*), горца птичьего (*Polygonum aviculare*), чертополоха (*Carduus*), бодяка (*Cirsium*), клевера (*Trifolium*), одуванчика (*Cichorioideae*), тысячелистника (*Matricaria-Type*), чемерицы (*Veratrum*), цикорийевых (*Cichoriaceae*), а также NPP – *Sordaria*, *Podospora*, *Sordaria*, *Chaetomium*, связанные с изменением растительности в результате пастбищной деграда-

ции. Выделение пыльцы и спор было проведено по щелочному методу Л. Поста (Методические рекомендации..., 1986). Микроскопирование выполняется при помощи светового микроскопа «Motic» при увеличении 400×. Спорово-пыльцевой анализ планируется провести для 30 поверхностных проб. В образцах выделена группа таксонов и непыльцевых палиноморф, которые могут быть связаны с антропогенным влиянием. Предварительно показано, что пыльца клевера (*Trifolium*), одуванчика (*Cichorioideae*), горца птичьего (*Polygonum aviculare*) преобладает в образцах, отобранных на участках с сильной деградацией, кроме того отмечено, что разнообразие травянистой растительности на сбитых участках пастбищ невелика.

Литература

1. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 2002. 654 с.
2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 240 с.
3. Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе / Под ред. Е.Д. Заклинской, Л.А. Пановой. Л.: ВСЕГЕИ. 1986. 77 с.

Работа выполнена в рамках Госзадания № АААА-А18-118013190175-5 «Развитие почв в условиях меняющегося климата и антропогенных воздействий». Микробиологические исследования выполнены за счет средств гранта РФФИ 17-29-04257 офи_м «Археологическая микробиология: теория и практика выявления исходного присутствия органических материалов в археологических исследованиях.

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

УДК 631.42

ПОЧВЫ И КУЛЬТУРНЫЕ СЛОИ КРЕПОСТНОГО ВАЛА ДМИТРОВСКОГО КРЕМЛЯ КАК ЛЕТОПИСЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Р.А. Решетникова

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

The soils and cultural layers of the Dmitrov Kremlin rampart reflect the influence of natural and anthropogenic processes to which they were exposed. Soil morphological, chemical and magnetic properties carry information about changes in natural conditions and human activity in historical time.

Исследование эволюции палеосреды, древних природных условий, почвенного покрова и определение их роли в жизни человека в историческое время имеют большое значение для понимания вековой динамики климата и влияния на развитие поселений.

Дмитровский Кремль – древнерусская крепость XII в. – является хорошо изученным с исторической точки зрения объектом. Вал Дмитровского Кремля был сконструирован в период с середины XII по конец XIII века с использованием природоподобной технологии переслаивания материалов с разными свойствами, в том числе аллювиальных песков и зональных почв, которые оказались погребенными в толще вала. Вал был окружен рвом с водой – сейчас можно увидеть его небольшой участок, восстановленный в 1980-е гг.

Почвенные образцы были отобраны с помощью бура на вершине вала и на внутреннем склоне с западной стороны, на дне рва, а также из археологического раскопа (арх. Прошкин О.Л.) в основании вала с внутренней стороны западной части. Были исследованы морфологические, химические и магнитные свойства почвенного материала.

Морфологические свойства почв и культурных слоев соответствуют представлениям о конструкциях подобных защитных валов – гумусированные и насыщенные артефактами культурные слои чередуются со слоями песчаного и суглинистого материала, вероятно, аллювиальными отложениями ближайших рек и моренными суглинками. Встречаются прослойки и стяжения рыжего (из-за присутствия окисленного железа) и темного песка, указывающие на существование периодов окисления-восстановления в почвах. Во множестве встречающиеся мелкие антропогенные артефакты в разных горизонтах – кирпич, уголь, древесина, стекло, керамика – говорят о насыщенном культурном прошлом со времен основания вала до наших дней.

Раскоп в основании вала вскрывает верхнюю часть профиля исходной погребенной почвы, на которой был сконструирован вал. Это подзолистый горизонт белесого цвета, характерный для почв южной тайги, формирующихся под хвойной растительностью в условиях промывного водного режима. Ровная граница между подзолистым и вышележащим горизонтом может быть связана с пахотной обработкой почвы, кроме того, антропогенной деятельностью также может объясняться прослойка угля на глубине 105–110 см.

Почти во всех скважинах в некоторых горизонтах наблюдаются признаки гидроморфизма и переменной окислительно-восстановительной обстановки – охристые и темно-серые стяжения – скорее всего, это реликты, образовавшиеся в почвенном материале до

вовлечения его в строительство вала, и отражающие особенности водного режима того времени. Ров в настоящее время не заполняется водой, но в почвенных образцах из него также наблюдаются признаки оглеения. Кроме того, на глубине 55–70 см отмечены включения камней и кирпича, которые могли когда-то формировать дно рва.

Почвы Дмитровского вала в основном характеризуются нейтральной реакцией среды и слабокислой в некоторых песчаных слоях, что обусловлено зональными процессами – промывным водным режимом, однако антропогенная деятельность способствовала изменению рН в сторону нейтрального по сравнению с характерными для дерново-подзолистой зоны кислыми почвами.

Количество азота и углерода закономерно убывает с глубиной, за исключением локальных пиков в погребенных горизонтах и культурных слоях. В почвах Дмитровского вала количество азота находится в рамках от 0.01 % до 0.32 %, а органического углерода от 0.05 % до 3.65 %; минимальные значения характерны для песчаных горизонтов, а максимальные – для верхнего горизонта рва. Для образца из раскопа в основании Дмитровского вала (КС, 65–80 см) был исследован групповой и фракционный состав гумуса. Количество органического углерода составило 1.32 % (на элементном анализаторе – 1.39 %), степень гумификации – 35 % (высокая), тип гумуса – гуматный ($S_{гк}/C_{фк} = 2$), содержание свободных ГК – 43 % (среднее), содержание ГК, связанных с Ca^{2+} – 50 % (среднее), содержание прочносвязанных ГК – 7 % (низкое). Такие цифры не характерны для зональных почв Дмитровского района и могут объясняться формированием этого горизонта в более благоприятных климатических условиях. Другой причиной могут быть органические соединения – следы жизнедеятельности людей и домашних животных, которыми часто обогащен материал культурных слоев.

Величины магнитной восприимчивости подтверждают результаты выделения культурных слоев. Кроме того, магнитная восприимчивость имеет максимумы в поверхностных гумусовых горизонтах, что определяется содержанием органического вещества. Встречаются оже-лезненные слои песка и слои более темного цвета с супесчаным-легкосуглинистым гранулометрическим составом, где магнитная восприимчивость закономерно увеличивается. Образцы почв из рва обладают более высокими значениями магнитной восприимчивости: намытые почвы имеют более тяжелый гранулометрический состав и содержат большее количество органического углерода.

Содержание органического фосфора в почвах коррелирует с количеством Сорг, и не везде коррелирует с величинами магнитной вос-

приимчивости. По некоторым графикам заметен небольшой сдвиг максимумов органического фосфора вниз относительно максимумов магнитной восприимчивости – в нижележащие горизонты под культурными слоями – что может объясняться выносом и выщелачиванием соединений в результате почвенных процессов. Максимумы органического фосфора маркируют темноцветные культурные слои, материал которых некогда был в составе поверхностных гумусовых горизонтов, а также наблюдается максимум в слое московской морены в скважине на вершине вала (105–115 см). Максимумы фосфора в скважине на дне рва могут быть связаны с гидроморфным прошлым, когда ров заполнялся водой старицы реки Яхромы.

Полученные результаты подтверждают существующие представления о большей увлажненности климата в период строительства крепости, чем в современный. Исторические данные свидетельствуют о болотистости территории с близким к поверхности залеганием грунтовых вод, в то время, как нынешняя обстановка более автоморфная, в том числе благодаря изменению положения русла р. Яхромы. По почвенным свойствам прослеживаются периоды с различной окислительно-восстановительной обстановкой, но пока что их сложно сопоставить с временными рамками. Свойства почв и культурных слоев отражают влияние процессов строительства крепости и жизнедеятельности людей, а также изменения в природных условиях.

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

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

УДК 631.453

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ГОРМОНОПОДОБНЫМ КСЕНОБИОТИКОМ НОНИЛФЕНОЛОМ

А.Д. Руссу

Санкт-Петербургский государственный университет
СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр
экологической безопасности Российской академии наук
angelarussu@list.ru

We investigated the acute toxicity of soddy-podzolic soil contaminated with endocrine disruptor nonylphenol (NP) in concentrations of 30 and 300 mg /kg dry soil. NP in higher dose showed toxic effect in the beginning

of experiment (1 and 30 days), but not after 3 months. This can be explained with biodegradation of NP in soil.

Нонилфенол (НФ) – химическое соединение, из-за своей структурной формы схожее с естественным гормоном эстрадиолом, благодаря чему он встраивается в живые организмы, что может приводить к тяжелым последствиям. НФ широко используется в промышленности. Загрязнение почв НФ происходит вследствие использования осадков сточных вод в качестве удобрения.

В настоящей работе была изучена токсичность почвы, загрязнённой НФ. Объектом исследования являлась дерново-подзолистая суглинистая почва, отобранная на опытном поле СПбГАУ (г. Пушкин); агрохимические показатели: $C_{\text{орг}}$ – 3.42 %, $N_{\text{общ}}$ – 0.139 %, рН (H_2O) – 6.7, рН (KCl) – 6.1. В почву добавляли раствор технического НФ для получения концентраций 30 и 300 мг/кг воздушно сухой почвы. Пробы отбирали на 1, 30 и 90 сутки. Содержание НФ в почве определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Определение токсичности почвенных образцов проводили методом биотестирования с использованием дафний (*Daphnia magna Straus*).

Степень токсичности почвы на *Daphnia magna Straus* определяли по острому токсическому действию образца – гибели 50 % и более дафний за 96 часов в исследуемой пробе – при гибели не более 10 % в контрольном варианте. Низкая доза НФ в почве (30 мг/кг) не оказывала острого токсического действия на дафний на протяжении всего эксперимента. Однако присутствие 300 мг/кг приводило к гибели более чем 50 % дафний на 1 на 30 сутки эксперимента. По истечении трехмесячного наблюдения токсичность НФ в почвах не была выявлена.

Отсутствие острой токсичности на дафниях после 3-х месячного инкубирования, скорее всего, связано со значительной убылью ксенобиотика (до 78 %) вследствие его деструкции почвенными микроорганизмами.

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

ВЛИЯНИЕ ВЕРЕСКОВЫХ КУСТАРНИЧКОВ НА СВОЙСТВА
ЛИТОЗЕМОВ АЛЬПИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
КАВКАЗА И ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ХИБИН

Р.В. Сабирова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
sabirova.rida29@mail.ru

Against the climate change there has been an overgrowing of alpine meadows and arctic tundra with dwarf shrubs. Dwarf shrubs roots form symbiosis with ericoid mycorrhiza which plays a significant role in regulation of nitrogen, phosphorus and carbon cycles. As a result, it was shown that the soils under shrubs in many soil parameters differ significantly from soils under herbaceous vegetation.

В настоящее время наблюдаются изменения в составе альпийских и тундровых фитоценозов, приводящие к появлению новых типов микоризного симбиоза в ранее не характерных для них местах. А именно, в травяных фитоценозах, где доминирует арбускулярная микориза (АРМ) с относительно невысокой активностью гидролитических ферментов, поселяются кустарнички с эктомикоризой (ЭКМ) и эрикоидной микоризой (ЭРМ). Цель работы – оценить влияние кустарничков на свойства почв альпийских экосистем Северо-Западного Кавказа и луговых экосистем тундрового пояса Хибин.

В альпийском поясе были выбраны 5 участков, где на фоне доминирующей травяной растительности выделяли пятна кустарничков брусники, рододендрона и водяники. В тундре Хибин также было выбрано 5 участков злаковых лугов в разных ущельях и цирках, где на фоне доминирующей травяной растительности выделяли пятна кустарничков брусники, черники, голубики, водяники. Под травяной растительностью и под пятнами кустарничков отбирали образцы почвы с глубины 0–5 см в 10-кратной повторности.

В образцах почв определялись химические и физико-химические свойства (влажность, рН, $S_{\text{экстр}}$ и $N_{\text{экстр}}$, $N\text{-NH}_4^+$, $N\text{-NO}_3^-$, $P_{\text{экстр}}$, минерализация и нитрификация) и биологическая активность ($C_{\text{микр}}$, $N_{\text{микр}}$, базальное дыхание). Статистическая обработка результатов осуществлялась в программе Statistica 8.0.

В альпийском поясе почвы под кустарничками более влажные, а в почвах тундрового пояса, наоборот, – под кустарничками суше. Под ЭРМ кустарничками в альпийском поясе Кавказа почвы кислее, чем под

травяной растительностью, что может объясняться большим выделением в почву кислых органических соединений в сравнении с АРМ травами, однако, в почвах тундровых лугов Хибин картина неоднозначная: под кустарничками в почвах цирков закономерность такая же, как в альпийском поясе, но в ущельях значения рН почвы под кустарничками выше, чем под травами. В обоих объектах наблюдается снижение активности нитрификации, а вместе с этим и содержания нитратов, а также аммония в почвах под кустарничками. Содержание $P_{\text{мин}}$ больше в почвах под кустарничками, т.к. ЭРМ и ЭКМ активно участвуют в фосфорном цикле, способствуя минерализации органического фосфора и высвобождению подвижного фосфора из труднодоступных соединений с помощью ферментной деятельности. Таким образом, почвы под кустарничками по многим параметрам значимо отличаются от почв под травянистой растительностью.

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

УДК 631.4

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ
ИЗУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШИХ КУРГАНОВ ЭПОХИ
БРОНЗЫ И ПОГРЕБЕННЫХ ПОД РАЗНЫМИ
КОНСТРУКЦИЯМИ ПОЧВ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.Э. Сверчкова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Российской академии наук, Пушкино, acha3107@gmail.com

We carried out geoarchaeological studies in two key areas: in Krasnodar (kurgan Beisuzhek 9) and Stavropol (kurgan Essentuksky 1) regions. According to the results of the physicochemical properties of both paleosols and materials of both key areas in the second half of the 4th millennium BC there was a climate change in the study region – the average annual temperatures increased and the amount of precipitation decreased.

Геоархеологические исследования погребенных почв под курганами и самих курганных сооружений позволяют решить широкий круг научных задач. В степной зоне России такие исследования проводятся с целью определения и сравнения вещественного состава погребенных почв и конструкций, а также изучения структуры земляных памятников и получения данных о технологии, применявшейся древними людьми для их строительства. Нами были проведены геоархеологические исследова-

ния на двух ключевых участках: в Краснодарском (Бейсужек-9) и Ставропольском (Ессентукский 1) крае. Для каждого объекта были изучены гранулометрический состав и физико-химические свойства земляных материалов кургана и погребенных почв. Курган Ессентукский 1 был построен во второй четверти IV тысячелетия до н.э. (ранний этап майкопской культуры) по единому плану в короткие сроки (несколько десятилетий). Курган высотой 5.5–6.0 м и диаметром более 60 м состоял из четырех земляных и трех каменных построек. Земляные постройки состояли из чередующихся слоев темного слегка уплотненного гумифицированного и светлого плотного богатого карбонатом материала, которые были взяты из погребенных почв, т.е. темный материал из горизонтов Ahkb и AhVkb, а светлый карбонатный из горизонта B1kb. Это подтверждается схожими изменениями физико-химических свойств палеопочв и перекрывающих конструкций. Уменьшение содержания гумуса и увеличение значения содержания карбоната кальция, рН водного и магнитной восприимчивости от первой к четвертой палеопочве предопределила аналогичные изменения в материалах земляных конструкций от первой до четвертой постройки (от центра к периферии кургана). Физико-химические свойства земляных конструкций и погребенных под ними палеопочв свидетельствовали о кратковременной аридизации климата в период строительства. В кургане Бейсужек 9 были выявлены 3 одновременные конструкции: первая и вторая – середина II тысячелетия до н.э. (новотиторовская культура), третья конструкция – начало II тысячелетия до н.э. (катакомбная культура). Каждая из последующих конструкций перекрывала и выходила за границы предыдущей: вторая перекрывала первую и также нетронутую почву рядом с первой; и третья перекрывала вторую полностью и также – не перекрытую ранее почву рядом со второй конструкцией. Высота кургана составляла более 4 м, диаметр – около 100 м. Материал каждой конструкции представлял из себя почвенную массу из срединных горизонтов погребенных почв, скорее всего Vkb. Пробы из насыпи кургана отбирались из одной колонки в середине центральной бровки через каждые 10 см. Физико-химический анализ палеопочв и перекрывающих их земляных конструкций показал уменьшение содержания углерода органического и магнитной восприимчивости, увеличение содержания углерода карбонатного и рН водного от центра к периферии кургана. Анализ конструкций больших курганов и погребенных под ними почв показал, что материалом для сооружения памятников послужили в основном местные почвы, поэтому изменения свойств почв отразились на свойствах земляного материала конструкций. По результатам физико-химических свойств как палеопочв, так и материала конструкций обоих

ключевых участков отмечается усиление аридизации, а именно от центра к периферии кургана характерно снижение содержания гумуса, увеличение содержания карбоната кальция, рНвод. Все это указывает на то, что во второй половине 4-го тысячелетия до н.э. произошла смена климата в исследуемом регионе – повысились среднегодовые температуры и уменьшилось количество осадков.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. О.С. Хохлова.

УДК 631.40

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ

Е.А. Сергеева

МГУ имени М.В. Ломоносова, lisa.sergeeva2204@mail.ru

Rare earth elements (REEs) are a group of metals comprised of yttrium, fourteen lanthanide elements, and scandium. This paper focuses on the behavior of REEs in soils. Sources of rare earths in soils can be natural (parent rock material) and anthropogenic (mining and processing industry, agriculture, medicine, transport).

Данное исследование посвящено изучению поведения редкоземельных элементов в почве. Вследствие расширения областей применения рассматриваемых металлов проблема не теряет своей актуальности.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) представляют собой группу металлов, состоящую из скандия, иттрия, лантана и четырнадцати лантаноидов – церия, празеодима, неодима, прометия, самария, европия, гадолиния, тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия, лютеция. Редкие земли принято разделять на две подгруппы: легкие, состоящие из более основных и более растворимых элементов, от лантана до гадолиния, включая скандий и итрий, и тяжелые, состоящие из менее основных и менее растворимых элементов, от тербия до лютеция.

В работе были проанализированы источники РЗЭ в почве. Природным источником редкоземельных элементов в почвах являются почвообразующие породы. Скандий чаще всего встречается в основных и ультраосновных породах, тогда как итрий и лантаноиды – в кислых и песчаниках (Виноградов, 1957). К антропогенным источникам можно отнести добычу, переработку редкоземельных металлов и воздействие от их использования, включая промышленную и сельскохозяйственную деятельность.

Установлены различия в распространенности редкоземельных элементов в почве: их содержания убывают с возрастанием атомной массы, и элементы с четными атомными номерами имеют большую распространенность, чем следующие за ними элементы с нечетными атомными номерами (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В результате анализа специальной литературы были выявлены формы нахождения редкоземельных элементов в почве, а также рассмотрены вопросы экологического риска для растений и здоровья человека, связанные с загрязнением от антропогенных источников.

Литература

1. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1957. 237 с.

2. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. Москва: Мир, 1989. 439 с.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. Е.Н. Асеева.

УДК 631.481

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ГОРНЫХ БОЛОТ ЗАПОВЕДНИКА «БАСЕГИ» (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Д.Д. Сивкова, Д.С. Исаева

Пермский аграрно-технологический университет
dashasivkova1903@gmail.com

The color and degree of decomposition of peat in peat deposits of a bog massif on the slope of the Basegi ridge at an altitude of 490–525 m above sea level have been determined. In the center of the bog massif, the degree of decomposition is maximum (35–50 %). The color of peat varies from very dark reddish brown to brownish black.

Роль болот в глобальном цикле углерода, сохранении биологического разнообразия, поддержании водного баланса имеет общемировое значение. Детального исследования болотных систем Среднего Урала до настоящего времени не проводилось.

Исследования проводили на территории заповедника «Басеги», в состав которого входит хребет Басеги. Торфяные болота Урала – одни из наиболее интересных природных образований. Болотообразованию на западном склоне хребта способствуют более мягкие формы рельефа, наличие платообразных слабонаклоненных террас и значительное коли-

чество осадков, выпадающее на наветренном склоне. Ключевой участок расположен на высоте 490–525 м над уровнем моря (н.у.м.) в пределах переходной зоны мелколесье-горная тайга. Болото вытянуто меридионально вдоль хребта протяженностью с севера на юг на 1.5 км. Свойства торфяных залежей (ТЗ) изучали в 3 скважинах, которые закладывали с учетом структуры растительного покрова на болотном массиве по трансекте «центр – окраина» и доминирующих растительных сообществах. Образцы торфа отбирали торфяным буром сплошной колонкой через 10 см на всю глубину. Мощность ТЗ колеблется от 0.4 до 1.5 м. Степень разложения торфа определяли по степени сохранности растительных остатков и цвету. Для характеристики окраски использована цветовая шкала, разработанная в Почвенном институте им. В.В. Докучаева.

Болотный биотоп является гетерогенным: на высоте 525 м (скв. 7, 150 см) растительное сообщество представлено как березово-пушицево-осоково-сфагновое, переходящее на высоте 516 м в елово-чернично-морошково-сфагновое, а на 498 м – в травяно-моховое сообщество (осоково-пушицево-пухonosово-сфагновое). Наименьшая мощность ТЗ оказалась под елово-чернично-морошково-сфагновым растительным сообществом – 40 см (скв. 12), неглубокая ТЗ целиком сложена низинным древесным торфом, переходящим глубже 40 см в минеральную основу. Болотный массив отличается более или менее хорошо выраженной выпуклостью рельефа – чередуются повышенные (скв. 12) и пониженные участки (скв. 11, 7). Центр болотного массива расположен восточнее, так как поверхность в центре является выпуклой из-за того, что сфагновые мхи, характерные для этих болот, быстрее нарастают в части болота с минимальной минерализацией вод.

Наибольшая степень разложения торфа (35–50 %) отмечается в ТЗ мощностью 150 см с глубины 50 см буровато-чёрной окраски. Для ТЗ (скв. 11, 12) степень разложения торфа составляет 25–35 % при изменении окраски торфа с очень тёмно-красновато-бурого (до 80 см) до буровато-чёрного. Окраска торфа определяется ботаническим составом и степенью разложения.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом И.А. Самофаловой и к.г.н., доцентом М.А. Кондратьевой.

РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПАРКОВО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

П.Н. Скрипников, Д.А. Козырев, Р.Н. Оспищев

Южный федеральный университет, pav.sc@yandex.ru

A complex study of the soil covers with a simultaneous geobotanical description of the park's recreational zones of the city will allow to assess the effect of plant associations changes in the city on the accumulation mechanism of organic matter and on the stocks of organic carbon. This information is necessary to assess the ability of soils to deposit carbon and their ability to perform protective functions in comparison with the anthropogenically transformed soils of the city and virgin soils of suburban areas.

Высокие темпы урбанизации и многогранность ее экологических последствий повышают актуальность исследования городских почв, их свойств и экологических функций в урбоэкосистеме. Рекреационная зона в условиях степных городов – это новый рукотворный фитоценоз, выполняющий ряд важных экологических функций. Применительно к агломерациям степной зоны парково-рекреационные территории выступают как компенсаторы негативного воздействия урбанизации на экосистемы, становясь «оазисами» внутри антропогенно-нарушенных ландшафтов.

Целью данной работы является изучение влияния масштабного изменения растительных ассоциаций на механизмы накопления, пространственное разнообразие и профилное распределение различных форма углерода в естественных (ненарушенных) почвах агломерации степной зоны.

Масштабные изменения в составе растительности при создании рекреационных зон в степных городах не проходят бесследно для почв и в целом окружающей среды: изменяется микроклимат, характер водного режима, меняются процессы перераспределения вещества и энергии, накопления и миграции органического вещества и продуктов метаболизма древесных растений, а также карбонатов. Огромный опыт лесоразведения в нашей стране указывает на заметные изменения почвенных свойств в целом и содержании гумуса в частности. Особенно четко изменение свойств почв прослеживается в исконно безлесных районах. Ранее проведенные исследования гумусного состояния черноземов лесопарков Ростовской агломерации указывают на увеличение содержания гумуса в поверхностном 10-см слое. Данная тенденция была отмечена и в почвах г. Москвы. Изменение характера водного режима ска-

зывается на распределении карбонатов, которые вымываются, как минимум в горизонты В1 (BCA Ic), В2 (BCA nc), а иногда и ВС (BCA nc). Как следствие гумусовый профиль приобретает черты лесного: отмечается довольно резкое уменьшение гумуса с глубиной.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-70001.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры ботаники ЮФУ С.Н. Горбовым.

УДК 631.40

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА АККУМУЛЯЦИЮ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИАРЕНОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ

М.А. Смирнова

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

We studied the impact of shelterbelts on the PAH flows (due to diesel train exhaust) basing on the soil sampling at 49 points at 15 000 ha (Belgorod region). Arable soils are characterized by lower PAH storage in comparison with the soils of the shelterbelts due to the barrier effect of shelterbelts to air pollutants flows and lower rates of PAH destruction in the shelterbelt soils.

Работа направлена на качественную и количественную оценку барьерной функции лесополос по отношению к распространению полиаренов – приоритетных поллютантов, источником которых являются дизельные локомотивы. Ключевой участок расположен в Грайворонском районе Белгородской области и представлен пашней с разветвленной сетью лесополос 65-и летнего возраста (общая площадь участка 1500 га). Исследовано содержание 11 полиаренов (дифенила, гомологов нафталина, флуорена, фенантрена, антрацена, хризена, пирена, тетрафена, перилена, бенз(а)пирена, бенз(ghi)перилена) в почвах лесополос и сельскохозяйственных полей, находящихся на разном удалении от источника загрязнения (от 0.25 до 5 км) в 49 точках полевого опробования. Выявлено, что почвы пашен характеризуются меньшими запасами полиаренов в слое 0–25 см по сравнению с почвами лесополос (0.23–1.70 мкг/м² и 1.50–7.02 мкг/м², соответственно). Более низкие запасы полиаренов в пахотных почвах могут быть вызваны более высокими темпами разрушения поллютантов в них (что подтверждается сравнением средних значений отношений запасов антрацена к фенантрону и

бенз(а)пирена к пирену в почвах лесополос и пашни), и барьерных эффектом лесонасаждений. Среди полиаренов, в почвах лесополос идентифицированы все исследуемые соединения; преобладающими являются фенантрен и хризен. В пахотных почвах идентифицированы все соединения за исключением перилена, преобладают фенантрен и гомологи нафталина. По мере увеличения расстояния от источника загрязнения происходит уменьшение запасов полиаренов, как в почвах пашен, так и в почвах лесополос; наиболее резкое уменьшение запасов характерно для техногенных полиаренов – бенз(а)пирена и бенз(ghi)перилена. Пахотные почвы и почвы лесополос отличаются особенностями профильного распределения полиаренов. Пахотные почвы, как правило, характеризуются равномерным распределением полиаренов в почвах до глубины 50 см, что обусловлено периодической глубокой вспашкой полей. Отсутствие пахотного режима в почвах лесополос в течение 65-и лет достаточно для формирования в них поверхностно-аккумулятивного типа распределения полиаренов на удалении до 2.5 км от железной дороги. На расстоянии более 2.5 км от источника загрязнения преобладает равномерный тип распределения полиаренов в почвах лесополос.

Исследования проведены за счет Российского научного фонда – проект РНФ № 19-17-00056.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.Н. Геннадиевым и д.г.н., проф. Ю.Г. Чендевым.

УДК 551.89

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОЛАНДШАФТА ЮЖНЫХ ОТРГОВ
СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В ПОЗДНЕМ
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

А.А. Соколов

Санкт-Петербургский государственный университет,
ant@sokolov@mail.ru

This work is devoted to the landscapes diversity located in the south of the Central Russian Upland and their history in the Late Pleistocene and Holocene (about 130 000 years). The key study was located on the slope of the ravine near settlement Striguny (Borisovsky district of the Belgorod region) where morphology of modern and paleosols were investigated. Based on a comparison analysis of our findings and published data, a comprehensive paleogeographic reconstruction of the area was obtained.

Южные отроги Среднерусской возвышенности представляют интерес для изучения ландшафтной динамики, поскольку территория является экотонном между степной и лесной зонами. Данная территория не была охвачена плейстоценовыми оледенениями, поэтому здесь сохранились палеопочвы – источник информации о прошлых ландшафтах [1]. Современные и палеопочвы способны накапливать и хранить информацию о развитии ландшафтных обстановок, а также процессах, которые происходили в прошлые эпохи.

Ключевой участок, на примере которого летом 2019 г. был изучен комплекс современных и палеопочв для реконструкции ландшафта, был заложен на склоновых позициях балки второго порядка. Балка находится в окрестностях п. Стригуны Борисовского района Белгородской области, в лесостепной зоне. На основании нивелирной съемки, проведенной летом 2019 г., было определено, что высота склона относительно тальвега главной балки составляет 20,9 м, высота от тальвега до водораздела ~ 43,6 м. Средняя крутизна склона составляет 12–13°.

Склон балочной системы представляет собой заполненную палеобалку возраста микулинского межледниковья (130–125 тыс. лет, МИС 5e), подстилаемую олигоценовыми отложениями. Процесс заполнения балки произошел за последний климатический макроцикл (130 тыс. л.), который начался микулинским межледниковьем и продолжается в голоцене. Балка была заполнена лессовым материалом в результате делювиального сноса, а также в результате переотложения материала. Этот материал послужил почвообразующей породой, на котором сформировались почвы последующих периодов.

В верхней части палеобалки сформировалась современная голоценовая почва – серая почва (МИС 1). Ниже залегает палеопочва начала последней ледниковой эпохи («ранний валдай», около 80–100 тыс. л.н., МИС 5a-d) и микулинского межледниковья (около 130 тыс. л.н., МИС 5e), формирующие, так называемый, мезинский педокомплекс. На днище палеобалки находятся лессовидные суглинки московского оледенения (около 190 тыс. л.н., МИС 6), залегающие на коренных олигоценовых супесях (рис.).

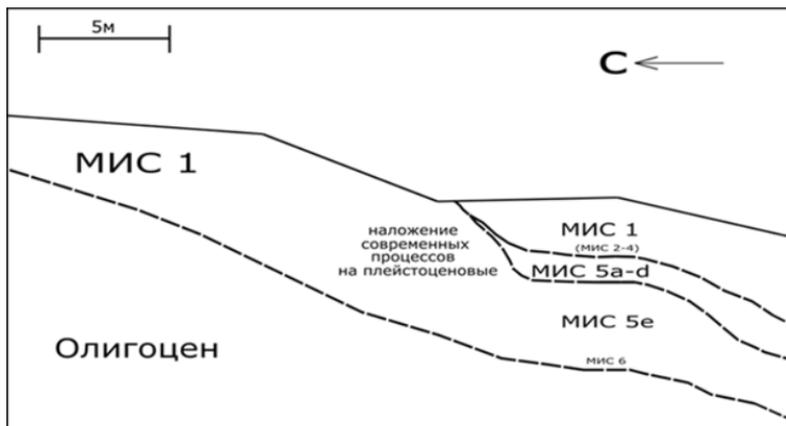


Рисунок. Схема верхней части склона современной балки (борт палеобалки).

Изученное строение почвы микулинского межледниковья (МИС 5e) с четко выраженным текстурно-дифференцированным профилем свидетельствует о том, что она сформировалась в иной биоклиматической обстановке, чем современная (серая) почва. По своим морфогенетическим признакам почвы микулинского межледниковья соответствуют диагностическим признакам, которые характерны для современных дерново-подзолистых почв, которые отличаются от серых почв наличием самостоятельного элювиального горизонта. Такие почвы формируются в зонах южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, на основании чего можно сделать вывод, что и микулинская почва сформировалась под лесной растительностью с развитым травянистым покровом. Эродированность гумусового горизонта (сохранились лишь фрагменты этого горизонта), следы криотурбации элювиального горизонта и мерзлотные полигоны в текстурном свидетельствуют о последующем значительном похолодании и развитии перигляциальных ландшафтов. Это соответствует общим представлениям о природной среде микулинского межледниковья и начала последней ледниковой эпохи [2].

Почва начала последнего оледенения (МИС 5a-d), представляющая собой нерасчлененную темногомусовую толщу, формировалась в период небольшого потепления, наступившего после начала последней (валдайской) ледниковой эпохи (90–100 тыс. л.н.), когда на юге Среднерусской возвышенности господствовали сухие перигляциальные степи [2].

Голоценовая почва в соответствии с подходами классификации почв России (2004) была классифицирована как серая. Характерная текстурная дифференциация в профиле голоценовой почвы проявляется в последовательности горизонтов с элювиальными признаками (AEL и BEL) и иллювиальных горизонтов (BT), что свойственно для серых почв, развитых под широколиственными лесами. В настоящее время лесная растительность на склоне замещена луговой.

Вероятно, смена лесных и степных ландшафтов на территории юга Среднерусской возвышенности (запад Белгородской области) за последний макроцикл (130 тысяч лет) происходила неоднократно. Запись многих изменений среды, происходящих на данной территории нашли свое отражение в палеопочвах изучаемой балки.

Литература

1. Сычева С.А. Палеомерзлотные события в перигляциальной области Среднерусской возвышенности в конце среднего и позднем плейстоцене // Криосфера Земли. – 2012. – т. XVI, № 4. – С. 45–56.

2. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Выпуск II. Общая палеогеография / под ред. А.А. Величко. – М.: ГЕОС. 2002. – 232 с. + вкл. 64 с.

Работа рекомендована д.г.н., проф. С.Н. Лесовой и д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

УДК 631.417.2

СООТНОШЕНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНОГО И ТЕРМОСТАБИЛЬНОГО ПУЛОВ В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ РАЗНЫХ ПОЧВ

Д.А. Соколов

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН
daimon08@list.ru

The highest thermal stability of organic matter based on the energy activation value was typical for ordinary chernozem and meadow slitized soil, while the lowest one was for gray forest soil, and other soil types occupied an intermediate position on resistance to heat oxidation. The thermally labile pool (<390–400 °C) of organic matter in soils was on average 41 % (32–

60 %) of the total soil organic matter, and the thermally stable pool (>390–400 °C) was 59 % (40–68 %).

Почвенное органическое вещество (ПОВ) включает в себя многие классы лабильных и прочных соединений, которые доступны для разложения микроорганизмами или наоборот защищены от биодеградации вследствие биологической, химической и физической стабилизации.

Цель работы – сравнить размеры термолабильного и термостабильного пулов ПОВ, выделенных дериватографическим методом (дериватограф Q-1500D, Венгрия) для десяти почв, отличающихся по гранулометрическому составу и условиям гумусообразования. Использовали образцы целинных и пахотных почв, отобранных в листовенно-лесной, лесостепной, степной и сухостепной биоклиматических областях европейской части России. Термические и термогравиметрические эффекты, происходящие при постепенном нагревании почвенного образца до 1000 °C, дают представление о термической (термоокислительной) стабильности ПОВ и качественном составе слагающих его компонентов. По величине энергии активации (E_a), показывающей минимальное количество тепловой энергии, необходимое для протекания химических и физико-химических реакций, самая высокая термостойкость свойственна органическому веществу чернозема обыкновенного и луговой слитизированной почвы, а самая низкая – органическому веществу серой лесной почвы. Остальные типы почв (луговой солонец, солонец степной, лугово-каштановая, каштановая солонцеватая, лугово-болотная, пойменная луговая) образовывали промежуточную по термостойкости группу. Почвенное органическое вещество, подверженное термодеструкции в низкотемпературной области (<390–400 °C) относится к термолабильному, а окисляемое в высокотемпературной области (>390–400 °C) – к термостабильному пулу. От 32 до 60 % органического вещества в исследованном ряду почв может быть отнесено к термолабильному пулу, а от 40 до 68 % – к термостабильному пулу, соответственно. Только в образце нижнего слоя гумусового горизонта лугово-болотной почвы термолабильный пул ПОВ был больше термостабильного, в двух образцах размеры пулов были примерно одинаковыми, а в остальных, особенно в черноземе, луговой слитизированной и каштановой солонцеватой почвах, в ПОВ доминировали термостабильные компоненты. В среднем для разных типов почв в термолабильном и термостабильном пулах содержалось 41 и 59 % ПОВ.

Работа рекомендована д.б.н., главным научным сотрудником
ИФХиБПП РАН В.М. Семеновым.

УДК 631.40

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭМИССИИ
ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПОСАДКЕ ИВЫ ПУРПУРНОЙ
НА ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

М.Т. Спыну, Т.Ю. Абрамкина
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,
spunu.marina@gmail.com

Studies of greenhouse gas emissions from soils are an urgent and unsolved problem of cities, due to the scale and constant pollution of the atmosphere by anthropogenic sources. Recently, the problem of waterlogging of urban soils is relevant, which creates difficulties in greening park areas and affects the intensity of soil greenhouse gas emissions.

Исследования эмиссии парниковых газов из почв являются актуальной и нерешенной проблемой городов, в связи с масштабностью и постоянным загрязнением атмосферы антропогенными источниками. В последнее время актуальна проблема переувлажнения городских почв, что создает трудности при озеленении парковых территорий и влияет на интенсивность почвенной эмиссии парниковых газов.

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

Проведенные исследования измерений потоков N_2O продемонстрировали значительную сезонную динамику и пространственную изменчивость. Основным фактором, влияющим на потоки оксида азота 1, остается влажность почвы и влияние мезорельефа, который отвечает за распределение влаги на участке исследований.

Максимальное значение эмиссии N_2O в 2019 г. наблюдается в октябре и составляет 0.2653 мг/м² в день. Этот период характеризуется самым высоким за весь период апрель–октябрь 2020 г. уровнем влажности верхних почвенных горизонтов, максимальное значение составляет

– 42.66 %. Максимальные значения эмиссии N₂O в сентябре и октябре наблюдаются в ряду № 11, который находится непосредственно в середине самого затопленного области экспериментального участка (рис.).

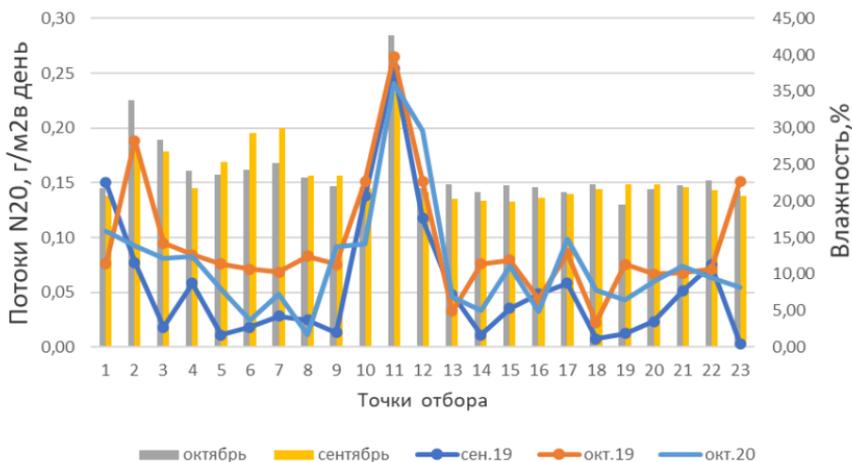


Рисунок. Зависимость потоков N₂O г/м² от влажности.

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

УДК 631.40

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ В РАЙОНАХ УГЛЕДОБЫЧИ

Е.С. Старчикова, Н.А. Юдина, А.В. Шарапова

МГУ имени М.В. Ломоносова, starchikova.e.s@gmail.com

Coal mining has created overburden and waste rock dumps. Acid sulphate water flows from these piles and affects all landscape components and forms anthropogenic-transformed natural territorial complexes.

При длительной эксплуатации Подмосковского бурогольного бассейна (ПБУБ) стихийное закрытие угледобывающих предприятий осложнило геоэкологическую ситуацию за счет оставления нерекультивированных высокосернистых отвалов разной формы. Определяющим процессом их саморазвития является механогенез. В Среднерусской лесостепи площади с техногенными наносами расширяются ежегодно на 1.1 га на каждый км нижней границы отвала [3]. В зависимости от

удельного накопления пыли от отвалов выделяют 3 зоны с разной степенью воздействия: 3–10 км, 10–17 км и 17–50 км [1]. С учетом загрязнения вод негативное воздействие охватывает ещё большие пространства. Кроме того, возникают западины над выработанными шахтами, меняются водный режим и свойства почв.

Для изучения изменений свойств почв в Киреевской районе Тульской области исследован верхний (0–10 см) слой почв по величине рН, электропроводности водной вытяжки (ЕП_{1:5}). Объекты исследования: конический террикон «Ильинка», спланированный отвал «Владимировка» и фитомелиорированный и рекультивированный отвал «Синяевка». Из-за образования серной кислоты и сульфатов железа при окислении пирита и сульфатов алюминия при гидролизе серной кислоты с алюмосиликатами вскрышные породы и делювиальные наносы имеют сильноокислую реакцию с рН 2.4–4.0 [2]. Низкие показатели рН соответствуют повышенным значениям ЕП_{1:5} (до 1719±70 мкС/см). Однако при удалении от террикона увеличивается задернованность поверхности, рН становится слабокислым, а значения ЕП_{1:5} минимальны (20±5). Исключением является отвал «Синяевка», поскольку верхняя часть состоит из отсыпанного плодородного задернованного субстрата (рН 6.2), но шлейф имеет рН 4.3–5.4. Большую значимость имеет правильное проведение дренажа, поскольку поступление серноокислых стоков неблагоприятно влияет на сопряженные ландшафты.

Литература

1. *Качурин Н.М., Левкин Н.Д., Калаева С.З., Чистяков Я.В.* Породные отвалы ликвидированных шахт Подмосковского бассейна как источник выбросов пыли в атмосферу // *Экология и промышленность России*. 2016. Т. 20. № 5. С. 47–51.

2. *Костин А.С., Кречетов П.П.* Трансформация почв в зоне влияния отвалов подмосковного бурогоугольного бассейна // *Сборник мат-лов межд. науч.-практ. конф.: Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование*. Минск: БГУ, 2018. С. 213–219.

3. *Шарапова А.В.* Окислительно-восстановительное состояние почв Среднерусской лесостепи в зоне влияния терриконов угольных шахт // *дис.: 25.00.23 к.г.н.* Моск. гос. университет, Москва, 2013, 167 с.

Исследование выполнено в рамках проекта РФФИ, грант № 20-35-70066.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. И.Н. Семеновым.

УДК 631.481

ОБМЕННЫЕ КАТИОНЫ В ПОЧВАХ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ
ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА НА ВЫСОТЕ БОЛЕЕ 800 М
НАД УРОВНЕМ МОРЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ (ХРЕБЕТ БАСЕГИ)

В.П. Суворов
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
slavasuvorov2000@mail.ru

The paper presents the results of the determination of exchangeable cations in alfehumus soils (Basegi ridge, Middle Urals). The predominant content of exchangeable aluminum over hydrogen in the diagnostic horizons of the alfehumus soils was established.

Процессы, происходящие на верхней границе предполагаемой границы древесной растительности, считаются важнейшим ботанико-географическим и индикаторным рубежом в горах. Необходимость их изучения связана с исследованиями реакций наземных экосистем на климатические изменения.

Цель исследования – определить содержание обменных катионов в почвах на разных уровнях предполагаемой границы леса (более 800 м н.у.м.) на Среднем Урале. Полевые исследования проведены в 2018 г., на ООПТ ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги», в состав которого входит меридионально вытянутый хр. Басеги, состоящий из гор: Северный Басег (951.9 м н.у.м.), Средний Басег (994.7 м н.у.м.), Южный Басег (851 м н.у.м). Горная гряда залегает западнее водораздельной части Урала (58°50' с. ш. и 58°30' в. д.).

На восточном склоне горы Северный Басег на границе субальпийского криволесья и горной тундры заложены 8 мониторинговых площадок по 250 м² и почвенные разрезы. Работы проводили совместно с Институтом экологии растений и животных УРО РАН. Выделены 3 уровня предполагаемой границы леса на высотах: 927–925, 905–871, 841–823 м н.у.м. В пределах выделенных предполагаемых уровней границ леса диагностированы типы почв: подбуры, дерново-подбуры и подзолы. Альфегумусовые почвы формируются в суровых климатогенных условиях горной тундры и криволесья, а также в переходном экотоне тундра-криволесье.

Сумма обменных оснований в почвах не зависит от высоты местности, большая часть значений находятся в диапазоне от 0.5 до 4.8 ммоль на 100 г почвы.

Вопрос о природе обменной кислотности многие годы является дискуссионным. Альфегумусовые почвы являются очень кислыми как по водной, так и по солевой вытяжке. Для выяснений природы кислой реакции среды определены обменные катионы, обуславливающие проявление кислотности в почвах. В результате установлено, что в почвах преобладает содержание обменного алюминия в подзолистом, иллювиально-железистом и иллювиально-гумусовом горизонтах, варьируя в широком диапазоне 1.28–14.19 ммоль/100 г почвы. Выявлена закономерность для органогенных и гумусовых горизонтов почв: в иллювиально-гумусовых подтипах $H^+ > Al^{3+}$; в иллювиально-железистых подтипах $H^+ < Al^{3+}$. Полученные данные опровергают гипотезу К.К. Гедройца и подтверждают гипотезу В.А. Чернова, что носителем обменной кислотности в минеральных горизонтах очень кислых почв является Al^{3+} , а обменный H^+ содержится в небольших количествах, а как носитель обменной кислотности проявляется в органогенных и гумусовых горизонтах почв.

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

УДК 631.41

РОЛЬ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ДИНАМИКУ И СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В КРИОЗЕМАХ ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ф.Р. Сулкарнаев

Тюменский государственный университет, sulkarnaevfarid@gmail.com

The properties and changes in the forest-tundra soils of Western Siberia, subjected to fires, were considered in this scientific work. Iron compounds have been selected as an indicator of physicochemical changes.

Недавние исследования свидетельствуют об увеличении числа природных пожаров в Сибири за последние десятилетия. Причиной этому являются рост температуры воздуха и антропогенное влияние. Широкое распространение пожаров делает пирогенез одним из важных факторов, влияющих на морфологическое строение, физические и химические свойства почв.

Для индикации процессов, происходящих в пирогенных почвах мы выбрали соединения железа. Их накопление или перераспределение могут быть использованы для диагностики элементарных почвенных

процессов. В особенности важна роль железа как индикатора окислительно-восстановительных условий и оглеения почв.

Исследование проведено в Пур-Тазовском междуречье, на участке обширного пожара 1990 г. Объектами исследования были криоземы глеевые. Было отмечено 10 трансект, на каждой из которых заложено два почвенных разреза – на участке пожара и на ненарушенной территории. Отбор проб в разрезах был проведен послойно из трех горизонтов – поверхностного (0–5 см) срединного (5–30 см) и глубинного (30–60 см).

Для оценки преобразования почв на участках пожаров подсчитаны отношения показателей, состав пирогенных и контрольных почв. Средневзвешенное значение валового содержания железа, количества силикатных и несиликатных форм в пирогенных почвах практически не изменяется по сравнению с контрольными. Однако для подвижных и окристаллизованных форм различия более существенные: содержание $Fe_{окр}$ возрастает в 1.4 раза, количество подвижных форм составляет в среднем 0.8 от содержания в фоновых почвах. Обращает на себя внимание существенное увеличение магнитной восприимчивости срединных горизонтов пирогенных почв, где выявлено увеличение в 1.5 раза. Проверка достоверности различий с использованием критерия Манна-Уитни показала, что на глубине 5–30 см фоновые и пирогенные почвы достоверно различаются по магнитной восприимчивости при 95 % уровне значимости. При этом поверхностные (0–5 см) и глубинные (30–60 см) горизонты таковых различий не имеют.

Работа рекомендована к.г.н., доц. А.А. Юртаевым.

УДК 631.1

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОСТРОВОВ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ДОН
ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

К.С. Сушко

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

It is established that since the middle part of the 20th century, changes have occurred in the soil cover of the Don River delta. In the modern period, the banks of large watercourses are occupied by thin soils formed on floodplain and ancient sands, which replace meadow and meadow-alluvial soils

along large watercourses. Soil degradation is due to the increasing anthropogenic load on ecosystems in the lower reaches of the Don River, hydrotechnical constructions, agriculture, and an increase in the population density of the Northeastern Azov region.

Аридные и субаридные территории юга России характеризуются длительной историей хозяйственного использования, высокой экологической уязвимостью и климатическими особенностями обусловило снижение продуктивности биогеоценозов, деградацию почв и ряд других экологических проблем (Матишов, Голубева, 2010).

Дельта Дона – это территория с уникальными ландшафтами и высоким биоразнообразием, которая участвует в формировании биоресурсного потенциала Азовского моря. В настоящее время изучение водных и наземных экосистем дельты Дона входит в число важнейших направлений научных работ ЮНЦ РАН (Сушко, Ильина, 2020).

Для проведения комплексных экосистемных и социально-политических исследований нижнего Дона и северного Приазовья Президиумом Южного научного центра РАН была создана Научно-экспедиционная база «Кагальник», которая располагается в юго-западной части дельты реки Дон. В марте 2017 г. создан полевой стационар «Дельта Дона», расположенный в Азовском районе Ростовской области (берег гирла Свиное).

Южная часть дельты Дона, между ериком Церковный и протокой Каменик до впадения реки Кагальник в Таганрогский залив характеризуется формированием на островах (площадь изученных в ходе экспедиций островов составила 13,48 км²) комплексов почв, включающих: маломощные аллювиальные почвы на слоистом песчаном аллювии, аллювиально-луговые карбонатные почвы, лугово-аллювиальные солонцеватые, аллювиальные слоистые оглеенные почвы на аллювиальных супесчаных отложениях. Развитие данных комплексов происходит при аллювиальном и поемном процессах.

Вместе с этим южная часть островов дельты Дона подвержена интенсивной антропогенной нагрузке. Это связано с высокой плотностью населения в регионе, развитием морских и речных грузоперевозок, химическим и физическим загрязнением вод. В связи с этим, структура аллювиального литогенеза, как ключевого почвообразующего фактора, а также морфологическое строение и гранулометрический состав осадочных пород (аллювий разного происхождения, дельтовые пески и др.) претерпели значительные изменения, обусловленные как прямым, так и косвенным воздействием антропогенного фактора.

Установлено, что с середины XX века в почвенном покрове островной и прибрежной части дельты Дона по берегам крупных водотоков на пойменных и старичных песках сформировались маломощные почвы, сменившие интразональные луговые и лугово-аллювиальные почвы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 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.

УДК 631.40

ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТЬ ТОРФО-ПЕСЧАНЫХ СУБСТРАТОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Е.В. Телятникова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
katya_2403@mail.ru

This study presents thermal diffusivity vs. water content curves for peat-sand substrates. Thermal diffusivity significantly changes in range from 1 to 20 % of peat content in the mixture. Subsequent addition of peat leads to a less obvious decrease of thermal diffusivity, which almost stops when the peat content is more than 70–80 %.

В настоящее время исследование торфо-песчаных субстратов является актуальным, поскольку эти субстраты широко используются при создании конструкторземов, в озеленении городов, тепличных хозяйствах и ландшафтном дизайне. Поскольку торф обладает высокой поглощательной способностью, его часто добавляют в минеральные почвы для увеличения их водоудерживающих свойств, что благоприятно сказывается на росте растений. Однако сам по себе торф обладает низкой теплопроводностью. В результате глубокие слои торфяных почв плохо прогреваются, а верхние, наоборот, испытывают перегрев, что может привести к самовозгоранию.

Добавление песка к торфу улучшает водно-воздушные свойства торфяно-песчаных смесей, а также увеличивает теплопроводность смеси по сравнению с чистым торфом. Таким образом, пескование торфяных почв приводит к увеличению теплового потока в глубокие слои почвы, что предотвращает перегрев верхних слоев и замедляет темпы минерализации органического вещества почвы.

Целью работы было исследование и сравнение зависимостей температуропроводности от влажности для низинного торфа, песка и торфо-песчаных субстратов с различным долевым соотношением торфа и песка в смеси.

Определение зависимости температуропроводности от влажности проводилось методом регулярного режима. Помимо образцов из чистого торфа и чистого песка, было подготовлено 8 образцов с различным массовым соотношением низинного торфа к песку: 1, 3, 5, 10, 20, 40, 60 и 80 % торфа. В результате исследования показано, что температуропроводность торфа значительно отличается от температуропроводности песка: $2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ и $9.6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, соответственно. Значительное влияние на температуропроводность субстратов оказывали даже небольшие добавки торфа (1 и 3 %). В таких субстратах температуропроводность смеси резко уменьшалась практически в полтора раза до $6.5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$. Дальнейшее добавление торфа до 20 % снижало температуропроводность смеси почти в три раза – с $9.6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ до $3.3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$. При содержании торфа 40 % и выше температуропроводность субстратов не превышала $2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ и практически не изменялась при уменьшении влажности.

Таким образом, влияние малых добавок торфа к песку и, наоборот, песка к торфу на температуропроводность смеси было несимметричным: небольшое добавление торфа в песок резко снижало температуропроводность смеси по сравнению с чистым песком, а добавление песка к торфу практически не чувствовалось вплоть до массового содержания песка 50 % сухого веса.

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

УДК 631.95.504.54

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ГОРОДСКОМ ЛЕСУ ЗА ПЕРИОД ПАНДЕМИИ 2020 ГОДА

М.В. Тихонова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва
marysechka06@mail.ru

Studies of soil density and recreational impact on the territory of the urban forest (Forest experimental dacha) during the period of isolation of the population in 2020. Assessment of changes in land cover and biological assessment of the soil depending on the density of the soil cover in the topsoil. Dynamics of changes in soil density and biological potency in comparison with previous years.

Урбанизация вызвала ряд экологических проблем, среди которых особую значимость приобрели проблемы сохранения и изменения лесных территорий, которые играют огромную экологическую роль в микроклимате городов. 2020 год стал нестандартным для всего мира. Изменения претерпевали все системы, включая лесные экосистемы, особенно находящиеся в черте городов.

Посещение городских лесов населением существенно увеличивает рекреационную нагрузку, что оказывает негативное воздействие на состояние зеленых насаждений и, соответственно, снижает интенсивность выполнения ими экологических функций. Одним из факторов нерегулируемой рекреационной нагрузки является уплотнение почвы. Из-за уплотнения почвы нарушается режим аэрации, гидротермический режим, развитие корневых систем, снижается биологическая активность почвы.

2020 год стал нестандартным для человечества и всех экосистем, особенно лесных территорий в черте города. Из-за изоляции посещение каких-либо парков/лесов было сокращено до минимума, что положительно повлияло на самовосстановление природных систем.

Мониторинг проводился на территории городского леса (Лесная Опытная Дача РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), по трансекте на пяти ключевых участках (50×50 м), отличающихся мезорельефом, древесной растительностью, рекреационной нагрузкой, проективным напочвенным покрытием (рис. 1).

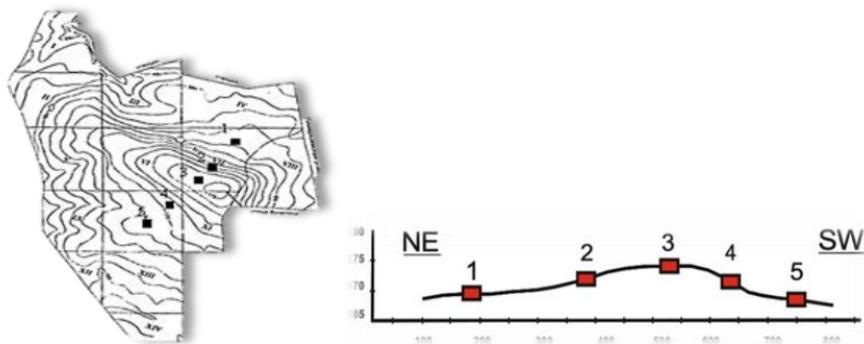
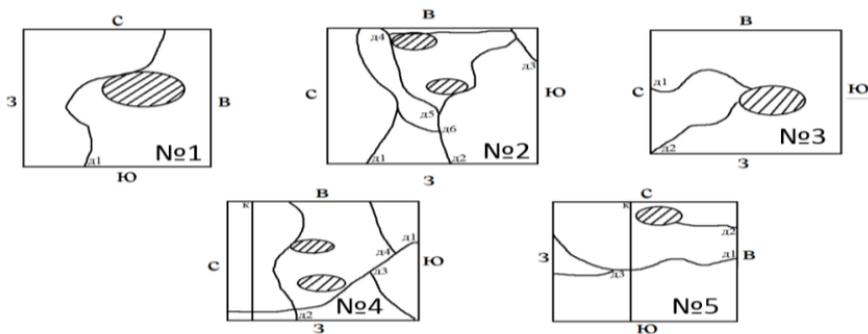


Рисунок 1. План-схема ключевых участков на ЛОД.

Возрастание рекреационной нагрузки происходила на протяжении многих десятилетий. Но последний год продемонстрировал, что изменение численности посещения людьми лесной территории, снизил уровень нагрузки на почвы.

Дорожно-тропиночные сети, расположенные на ключевых участках (рис. 2), демонстрируют частоту пребывания на данных участках, вытаптонность напочвенной растительности сказывается на проценте проективного покрытия напочвенной растительности и деградации древостоя (рис. 3).



Д – дорога,  – участок без растительности, К – канава
Рисунок 2. Рекреационная нагрузка на исследуемых участках.

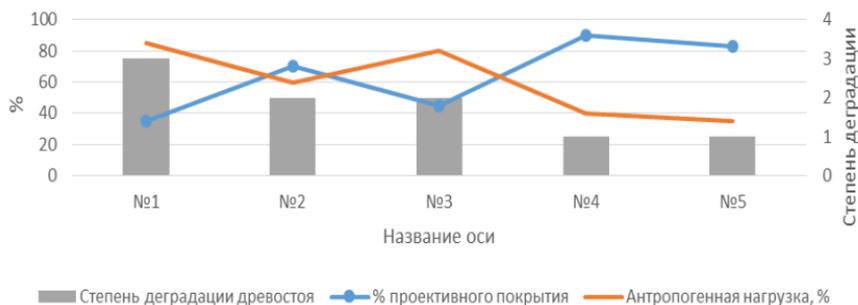


Рисунок 3. Характеристика ключевых участков по степени деградации.

Увеличение плотности верхнего гумусового горизонта отмечается на всех ключевых участках с 2014 по 2018 год. За последние 2 года (с 2018 по 2020) произошло снижение плотности верхнего горизонта, мы считаем, что основным фактором являлось сокращение рекреационной нагрузки из-за изоляции населения (рис. 4).

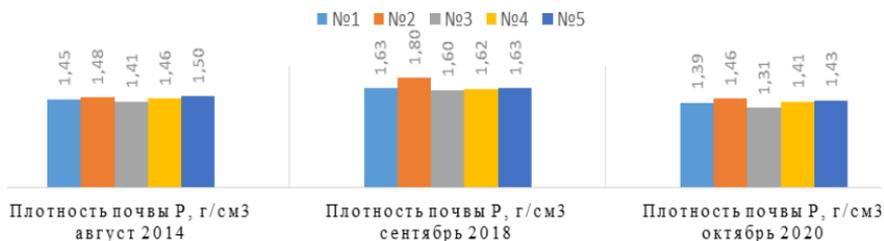


Рисунок 4. Динамика изменения плотности почвы на ключевых участках.

Увеличение плотности почвы приводит к ухудшению жизненного состояния насаждений на всех ключевых участках, увеличению признаков угнетения, снижению ассимиляционного аппарата, высокой степени сухoverшинности и сокращению % проективного напочвенного растительного покрова, такие изменения могут привести к невозможности восстановления лесной экосистемы.

По данным за 2020 год плотность почвы уменьшилась, что не было отмечено ни в какие другие года исследований, что говорит о том, что изоляция населения привела к попыткам самовосстановления лесной экосистемы. В дальнейшем необходимо регулировать рекреационную нагрузку, что возможно за счет формирования экологического сознания населения.

Работа рекомендована д.б.н., профессором Черниковым В.А.

УДК 631.417.1

ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЭКОСИСТЕМАХ ГОРНОЙ ТУНДРЫ ХИБИН НА СКЛОНАХ РАЗНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

О.А. Токарева, М.Н. Маслов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
tokareva1406@yandex.ru

The stocks of organic carbon in dwarf-shrub heath and graminoid meadow were estimated. Storage of C in ecosystems on the drier and warmer south-eastern slope is 2 times higher than on the north-eastern slope, which makes it possible to predict the accumulation of carbon in Alpine tundra ecosystems with a natural increase in temperature in the Subarctic region.

Сочетание разнообразных орографических и микроклиматических условий в горной тундре создает предпосылки для формирования экоси-

стем, различающихся по составу растений, а также особенностям биологического круговорота. Очевидно, что реакция контрастных по условиям функционирования экосистем на изменение факторов окружающей среды может различаться как по силе проявления, так и по направлению. Для изучения будущих изменений может быть применен метод экологических градиентов, в частности изучение экосистем на склонах разной экспозиции, что позволяет установить изменение их свойств, в частности, запаса органического вещества, в условиях естественного градиента климатических условий. Использование такого подхода имеет преимущество перед манипуляционными экспериментами, поскольку позволяет оценить происходящие в экосистеме процессы в более длительных временных рамках, что важно для нашего понимания того, как тундровые экосистемы будут функционировать по мере постепенного изменения климата.

В качестве объектов изучали фитоценозы и почвы кустарничковой тундры и злакового луга на более холодном и влажном склоне северо-восточной экспозиции и более сухом и теплом юго-западном склоне г. Вудъяврчорр (67°64' N 33°64' E, 550–600 м н.у.м.).

Экспозиция склона не влияет на запасы надземной фитомассы, но определяет различия в структуре надземной биомассы растений как в кустарничковой тундре, так и на злаковом лугу. Годичный прирост в фитоценозах юго-западного склона больше в 2 раза. Запасы подземной фитомассы, составляющей 54–90 % от общей фитомассы сообщества, значительно выше в экосистемах на юго-западном склоне.

Основные запасы органического углерода в экосистемах сосредоточены в почве. Запасы углерода в верхних 20 см почвы кустарничковой тундры на северо-восточном склоне составляют 6.6 ± 0.3 кг C/m², на юго-западном – 8.8 ± 0.4 кг C/m². Для злакового луга этот показатель составляет 13.0 ± 0.6 кг C/m² и 16.2 ± 0.8 кг C/m², соответственно. На долю фитомассы приходится не более 25 % от общего запаса углерода в экосистеме. При этом, запасы углерода в экосистемах на юго-западном склоне в 2 раз выше, чем на склоне северо-восточной экспозиции.

Таким образом, общие запасы органического вещества в экосистемах на более сухом и теплом склоне юго-западной экспозиции в 2 раза превышают показатели, характерные для экосистем северо-восточного склона, что позволяет прогнозировать аккумуляцию углерода в экосистемах горной тундры при естественном повышении температуры в Субарктических регионах.

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

УДК 631.4 (470.55)

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ
НА ЗДОРОВЬЕ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО «МАЯК»

С.В. Тряпицына^{1,2}

¹ФГБУН Уральский научно-практический центр радиационной
медицины ФМБА России, Челябинск, Россия

²ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-
педагогический университет», Челябинск, Россия

svt174@list.ru

The PA Mayak was set up at the South Urals late in the 1940s for the purpose of producing weapon plutonium and processing fission materials. Monitoring of radioactively contaminated areas showed that as a result of the activities of the Mayak, natural waters, soils, vegetation, wildlife and humans were exposed to radioactive contamination.

В 40-х годах прошлого столетия на Южном Урале (Челябинская область, Россия) для производства оружейного плутония было создано Производственное объединение «Маяк», которое явилось причиной радиационных инцидентов и аварий. Это привело к радиоактивному загрязнению части территорий: 1) в результате сброса жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в 1949–1956 гг. (сброшена β -суммарная активность около $3.1 \cdot 10^6$ Ки (115 ПБк)) привело к загрязнению акватории и пойменных почв реки Течи; 2) взрыв ёмкости-хранилища радиоактивных отходов в 1957 г. (суммарная β -активность около $2 \cdot 10^6$ Ки (74 ПБк)) привело к формированию Восточно-Уральского радиоактивного следа; 3) ветровой разнос с оз. Карачай радиоактивных отходов в 1967 г. (Карачаевский след) составил выброс в атмосферу 0.6 МКи (22 ПБк). Радиоактивному загрязнению в Уральском регионе подверглись воды, почвы, растительность, животный мир и человек. С 1951 г. сотрудниками Уральского научно-практического центра радиационной медицины (УНПЦ РМ, ранее ФИБ-4 Института биофизики Минздрава СССР) начаты мониторинг радиоактивно-загрязнённых территорий и медицинские обследования проживающего населения. Проводились измерения мощности экспозиционной дозы, значения плотностей загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr естественных лесных и луговых почв, огородных почв, растительности (травы, ягоды, грибы), звеньев цепи от почвы до готовых продуктов питания (молоко, овощи и корма в личных хозяйствах) человека. В результате этих исследований накопилось большое количество

информации о состоянии окружающей среды и о состоянии здоровья населения. Эта информация послужила основой для создания медико-дозиметрической базы данных (МД БД), которая состоит из двух крупных структурных блоков – «Окружающая среда» и «Человек». Информация о содержании ^{137}Cs и ^{90}Sr в окружающей среде и теле человека позволяет определять дозы внутреннего облучения за счёт потребления воды, почвы и продуктов питания и внешнего облучения от загрязнённых радионуклидами почв.

Так же данные МД могут быть использованы при разработке защитных мероприятий окружающей среды и здоровья населения.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., проф. С.Г. Левиной.

УДК 613.43

ОСНОВНАЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КОНСТРУКТОЗЕМОВ ПАРКА «ЗАРЯДЬЕ»
В ЗОНЕ БЕРЕЗОВОЙ РОЩИ

А.Э. Тыниссон

Московский государственный университет,
anastasiya.tynisson@mail.ru

The city is constantly changing environment. This paper presents the results of a study of the water retention curves of the constructozems of Zaryadye Park in the birch grove zone. It is in this part of the Park that an intense anthropogenic load occurs, which strongly affects the physical properties of the soil.

Город – изменяющаяся среда, в которой сочетаются как природные, так и антропогенные факторы. В последнее время возросла тенденция к озеленению городских территорий как локальной посадкой деревьев, так и созданием крупных парковых зон. Одним из таких парков стало «Зарядье», открытое в 2017 году в центре Москвы. В парке созданы пространства, являющиеся образами природных зон России от тундры до степи на искусственно созданных почвенных конструкциях.

Для исследования выбраны зоны березовой рощи, елового, соснового и широколиственного лесов. Для образцов, отобранных в точках мониторингового наблюдения в 2017 и 2019 годах, проведены анализы некоторых физических свойств: водопрочности агрегатов, содержания органического вещества, агрегатного состава. Зона березовой рощи рас-

положена в части парка «Зарядье», где находятся один из развлекательных объектов и большое количество скамеек, что способствует большой посещаемости этой зоны гостями парка. За два года функционирования парка в зоне березовой рощи произошло снижение содержания глыбистой фракции (агрегатов более 10 мм) в слое 0–5 см, увеличение коэффициента структурности, увеличение показателя водопрочности почти в 20 раз и снижение содержания углерода. Однако, результаты, полученные другими исследователями, говорят о повышенных значениях плотности почвы на глубине 0–5 см в этой зоне. Для понимания природы изменения структуры и порового пространства почвы проведено определение основной гидрофизической характеристики.

Целью работы стало оценить основную гидрофизическую характеристику почвы парка «Зарядье» в зоне березовой рощи. Задачами работы были: определение плотности твердой фазы почвы, получение изотерм десорбции паров воды над насыщенными растворами солей, определение основной гидрофизической характеристики методом капилляриметра в зондовом варианте и методом центрифугирования, проведение аппроксимации кривых водоудерживания уравнением Ван-Генухтена в программе RetC.

По результатам исследования выявлено увеличение значения общей порозности в слое 0–5 см с 0.39 до 0.45 за два года функционирования парка. Содержание влагосохраняющих пор (по Д. Роуэллу, 1989) – около 40 % от общей порозности. Проведено сравнение лабораторных методов определения основной гидрофизической характеристики.

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

УДК 631.453

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОРБЦИИ СВИНЦА (II) МИНЕРАЛЬНЫМИ ГОРИЗОНТАМИ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Н.Д. Ускова, Ю.Г. Изосимова

Факультет Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова
yskovanatalia2211@gmail.com

In the context of increasing anthropogenic pressure on ecosystems, the assessment of soil sorption capabilities in relation to heavy metals is a priority task. Lead refers to major soil pollutants. It is an extremely dangerous for all living organisms. This investigation is dedicated to considering the mechanisms of Pb(II) sorption on podzolic soil.

В условиях повышения антропогенной нагрузки на экосистемы оценка сорбционных возможностей почв по отношению к тяжелым металлам является актуальной задачей. Свинец относится к приоритетным загрязнителям почв. В мировой литературе накоплен большой материал по сорбции свинца почвами разного генезиса, однако механизмы сорбции свинца почвами изучены недостаточно для того, чтобы использовать знания о них в прогнозных моделях поведения свинца в почвах и ландшафтах. Цель работы состояла в изучении закономерностей сорбции Pb(II) минеральными горизонтами подзолистой почвы, содержащими разное количество органического вещества и несиликатных соединений железа.

Объектом исследования была подзолистая почва, отобранная на территории Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника.

Сорбцию свинца проводили из растворов $Pb(NO_3)_2$ различной концентрации при постоянной ионной силе на фоне 0.01 М $NaNO_3$ и значениях pH, близких к нативным. Суспензии уравнивали в течение 24 часов, после чего центрифугированием отделяли жидкую фазу от твердой. В центрифугатах определяли концентрацию Pb(II) методом оптико-эмиссионной спектроскопии на оптико-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой и величиной pH. Во всех минеральных горизонтах определяли величину pH, содержание С орг. и железа в вытяжках Тамма и Мера-Джексона.

Результаты исследования.

Горизонт AEL содержит 2.3 % С орг. и гораздо меньше несиликатных (33 смоль/кг) и несколько меньше аморфных (16 смоль/кг) соединений железа по сравнению с горизонтом BD.

Подзолистый горизонт EL обеднен органическим веществом (0.3 % С орг.) и аморфными соединениями железа (13 смоль/кг) по сравнению с остальными горизонтами профиля. Несиликатных соединений железа в этом горизонте на порядок меньше, по сравнению с горизонтом BD.

В горизонте BD содержится максимальное количество аморфных (17 смоль/кг) и несиликатных (109 смоль/кг) соединений железа в почвенном профиле и минимальное количество органического вещества (0.1 % С орг.). Кроме того, горизонт BD характеризуется более тяжелым гранулометрическим составом, по сравнению с вышележащими горизонтами.

Установлено, что сорбция Pb(II) различными горизонтами почвы убывает в ряду: BD > AEL > EL.

В диапазоне изученных концентраций величины Kd уменьшаются с увеличением концентрации заливаемого раствора. Наибольшие величины Kd наблюдались в горизонтах BD и AEL.

Выводы.

1. В наибольшей степени Pb(II) сорбируется горизонтами BD и AEL. Основным механизмом сорбции в горизонте BD является закрепление Pb(II) на поверхности несиликатных и аморфных соединений железа. В горизонте AEL свинец преимущественно сорбируется на органических соединениях и на аморфных, в том числе и железо-органических соединениях.

2. Минимальное количество Pb(II) сорбируется в горизонте EL, обедненном органическим веществом, несиликатными и аморфными соединениями железа.

3. В изученном диапазоне концентраций величина Kd уменьшается с увеличением равновесной концентрации, что свидетельствует об энергетической разнородности сорбционных центров. Наиболее прочно Pb(II) закрепляется в горизонтах BD и AEL.

Работа рекомендована д.б.н., заведующим кафедрой химии почв МГУ имени М.В. Ломоносова И.И. Толпешта.

УДК 631.47

ПРОБЛЕМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ
ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПОСТПИРОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ
СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Фазлиев, Е.А. Бобчик

Тюменский государственный университет
acbulat@yandex.ru

The properties and morphological changes of post-pyrogenic soils and permafrost of forest-tundra landscapes of Western Siberia are considered in the scientific work. Morphological, water-physical changes in the soil thickness are noted. Maps-diagrams of the post-pyrogenic state of the soil cover for different time periods are compiled.

Вопросы классификации почв были подняты еще В.В. Докучаевым, который является создателем первых научно обоснованных классификаций. Но и в настоящее время почвоведом еще предстоит решить немало проблем, связанных с созданием законченных классификационных систем. В частности, это касается проблемы учёта, индексации и картирования постпирогенных почв. Пожары следует рассматривать в одном ряду с основными почвообразующими факторами. Тем не менее, в классификации почв России 2004 года не учитывается роль пожаров, как полноценного диагностического признака. В связи с этим возникают проблемы в почвенном картографировании, так как не представляется возможности выделить элементарные почвенные ареалы. Из-за ежегодного увеличения числа пожаров актуальность темы так же возрастает.

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы стало выявление проблемы почвенной диагностики крупномасштабного картографирования почвенного покрова постпирогенных лесотундровых ландшафтов.

Район исследований находится в Пур-Тазовском междуречье Западной Сибири.

Объектом исследований являлся почвенный покров в Пур-Тазовском северном ландшафтном районе.

На подготовительном этапе работы использовались методы Дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Аналитический этап заключался в обработке полученного материала в лабораторных условиях. Был использован метод квартования для отбора проб. Проводились анализы почв на различные показатели: влажность почвы, плотность сложения, водородный показатель водной вытяжки.

По результатам проведенного исследования сделаны следующие выводы:

1. Воздействию пожаров подверглись 13.6 % территории Пур-Тазовского северного ландшафтного района с 1960х годов.

2. Выделены и предложены три градации постпирогенных почв по глубине протаивания на уровне таксономической единицы «вид»: слабопротаянные (глубина залегания многолетней мерзлоты до 70 см); среднепротаянные (от 70 до 120 см); глубокопротаянные (более 120 см).

3. Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, рекомендуется учитывать при крупномасштабном почвенном картографировании.

Работа рекомендована к.г.н., заведующим лабораторией А.А. Юртаевым.

УДК 631.43

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УРБАНОЗЕМОВ И МОДЕЛЬНЫХ ПОЧВ МОСКВЫ И КРАСНОДАРА

К.В. Шишкин¹, М.М. Сусленкова¹, А.А. Белик²

¹Московский государственный университет имени

М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

фитопатологии», лаборатория химии окружающей среды

konstantin.shishkin.99@mail.ru

In this paper is presented observation of physical and hydrophysical properties of urban and artificial (human-made) soils under the city conditions in steppe and temperate broadleaf and mixed forests zones. Obtained data was estimated statistically and can be used in mathematical models of water and heat flow prediction.

Регулируя ряд физических, биологических и химических свойств почв можно достичь оптимального значения водоудерживания, при котором происходит быстрое развитие растительности. Выполнить это можно, проектируя и активно применяя при озеленении искусственные почвы – конструктоземы. В отличии от урбаноземов, конструктоземы – это специально конструируемые почвы с задаваемыми физическими свойствами.

Наиболее показательной характеристикой водоудерживающей способности почвы является основная гидрофизическая характеристика почв (ОГХ). В данной работе для урбаноземов Москвы и Краснодара, а также для модельных почв, заложенных в этих городах, ОГХ построена методом центрифугирования. Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что вне зависимости от зональной расположенности исходных нативных почв, антропогенное преобразованные почвы частично унаследуют гидрофизические свойства своих предшественников и отличаются худшей водоудерживающей способностью чем модельные почвы. Форма кривых и их отклонение от средних значений для нативных почв объясняется результатами выполненного метод пипетки Качинского-Робинсона-Кёхеля определения гранулометрического состава и измеренного методом сжигания содержания органического углерода. Диапазон доступной влаги для верхних горизонтов городских почв, определенный по точкам на ОГХ, оказывается значительно уже такового у слоистых модельных конструкций или смесей.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-04-01298.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. каф. ФиМП А.А. Кокоревой.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

О.В. Шопина

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

The territory of the Smolenskoe Poozerye National Park has a complex soil cover structure. The main types of soils are Albic and Entic Podzols; Histic, Folic Cambisols, Ombric/Rheic Histosols, Gleysols and Fluvisols. Anthropogenically transformed soils are widespread.

Национальный парк (НП) «Смоленское Поозерье» расположен в западной части Восточно-Европейской равнины в пределах холмисто-моренных возвышенностей и зандровой низины, в подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, которые в настоящее время более чем на 40 % замещены мелколиственными лесами [2].

Почвенный покров Смоленского Поозерья неоднороден, что связано с тремя факторами: разнообразием почвообразующих пород, разницей в степени дренированности территории, длительностью и разноплановостью антропогенного преобразования.

На территории НП наиболее широко из природных почв представлены (дерново-)подзолы и (дерново-) подбуры, встречающиеся в пределах элювиальных и трансэлювиальных ландшафтах на флювиогляциальных песках под ельниками, сосняками и мелколиственными лесами.

Органо-аккумулятивные почвы (серо- и грубогумусовые, перегнойные) развиваются на песчаных и суглинистых породах под сосняками, луговой и болотной растительностью на озерных террасах, вершинах и склонах озов и камов.

Торфяные почвы представлены олиготрофными и эутрофными разностями, формирующимися под болотной растительностью. Глеевые почвы развиваются в условиях постоянного переувлажнения в пределах краевых зон болот, озерных террас, подножий склонов под заболоченными лесами и редколесьями. В речных поймах развиваются аллювиальные почвы разной степени оглеения и ожелезнения, а также степень гумификации органического вещества.

Большое распространение имеют антропогенно-преобразованные почвы: агро-почвы на породах разного гранулометрического состава (агро-подзолистые и агро-дерново-подзолы); агроземы и агрообраземы,

в т.ч. иллювиально-железистые, текстурно-дифференцированные и реградированные; постагрогенные почвы с признаками бывлой распашки, в которых присутствуют отдельные признаки окультуренности, но частично восстановилась природная последовательность диагностических горизонтов; сконструированные почвы с культурным слоем.

Литература

1. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена. 2004. С. 341.

2. *Растительность и почвы* национального парка «Смоленское Поозерье» / под ред. Г.Н. Копчик, Н.А. Березиной. Москва: НИИ-Природа, 2003. 307 с.

3. *Полевой определитель* почв России. М: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. И.Н. Семеновым.

УДК 631.4

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА ОБЪЕКТАХ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Юдина, А.В. Шарапова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
nattally7@gmail.com

Acid sulphate flows formed on waste heaps and dumps of coal mines affect the landscapes. In Technosols, Regosols and Phaeozems, the physico-chemical properties of topsoil (0–10 cm) were studied in the Tula region.

В результате шахтной угледобычи формируются отвалы сернистых пород, которые воздействуют на сопряженные ландшафты. Для оценки масштабности влияния терриконов и отвалов на прилегающие экосистемы в Тульской области мы изучили поверхностный слой почвы (0–10 см) трех ключевых участков центрального угледобывающего района Подмосковского бурогольного бассейна: 1. конический террикон «Ильинка», 2. спланированный отвал «Владимировка» и 3. фитомелиорированный и рекультивированный отвал «Синяевка» по величине рН, электропроводности водной вытяжки ($E_{П1,5}$), окислительно-восстановительного потенциала – ОВП, валового содержания Al, Ca и температуры *in situ*.

Вскрышные породы отвалов и делювиальных наносов имеют сильнокислую реакцию (рН 2.4–4.0). На терриконе токсилитостраты (черный материал) кислее 3.2 ± 0.5 литостратов (прогоревший светлый материал) 3.9 ± 0.3 (рис.).

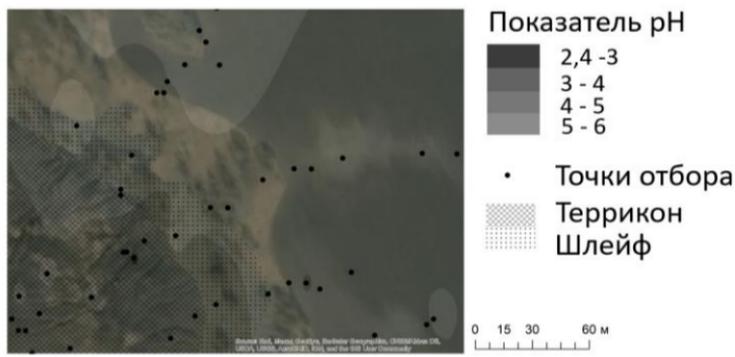


Рисунок. Кислотность почв нерекультивированного террикона.

Повышенная $ЭП_{1.5}$ коррелирует с низким рН. Сильнокислая темная поверхность конического террикона засолена (1719 ± 70 мкСм/см). Минимальная $ЭП_{1.5}$ (20 ± 5) свойственна залесенным территориям. Максимальные значения ОВП (732 мВ) свойственны темной, негоревшей поверхности конического террикона.

В поверхностном горизонте почв нерекультивированного террикона содержание Al выше (4.2 ± 0.1), чем на спланированном (3.0 ± 0.1) и фитомелиорированном (2.4 ± 0.1) отвалах. Фитомелиорированный отвал отличается более высоким содержанием Ca (1.1 ± 0.01), чем нерекультивированный (0.4 ± 0.01) и спланированный отвал (0.4 ± 0.01). Следует писать 0.40 ± 0.01

Незадернованные токсистратоземы террикона и токсистратоземы делювиального шлейфа имеют более высокую температуру, чем задернованная и залесенная поверхность. Более прогретая светлая поверхность террикона имеет более высокие значения рН, менее засолена и содержит большее количество Al.

Снижение влияния сернокислых стоков по мере удаления от террикона отражается на растительности делювиального шлейфа: слабокислые незадернованные токсистратоземы смеются менее кислыми залуженными и даже залесенными токсистратоземами.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 20-35-70066.

Работа рекомендована к.г.н., с.н.с. И.Н. Семенковым.

ПОЧВЫ ВНУТРИБОЛОТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ
ПОЛИСТОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.С. Юрин

Санкт-Петербургский государственный университет
st068280@student.spbu.ru

Soils of bog mineral islets scattered on the territory of the Polistovsky Strict Nature Reserve were studied for the first time. 34 soil profiles made in the northern and central parts of the Reserve were described. 10 soil types belong to 5 orders were distinguished for the Polist-Lovat Mire System.

Полистовский государственный природный заповедник расположен на востоке Псковской области. Главным объектом его охраны является часть крупнейшей в Европе Полистово-Ловатской болотной системы. Основную площадь заповедника занимают болота верхового типа.

На просторах этих болот встречаются минеральные острова, представляющие собой участки минерального грунта с сохранившейся на них лесной растительностью, со всех сторон окруженные болотным массивом. Они различаются по размеру, характеру подстилающих пород, высоте; могут располагаться одиночно или в группах. Образование и развитие островов напрямую зависит от хода процесса заболачивания.

На территории заповедника в 2017–2020 гг. проводились экспедиции с участием студентов СПбГУ и волонтеров под руководством О.В. Галаниной. В ходе полевых работ на минеральных островах проходили исследования растительности и почв. Всего за 4 полевых сезона было заложено 34 почвенных разреза.

На участке болотного массива площадью более 100 км² на 32 минеральных островах было диагностировано 10 разных типов почв из 5 отделов: альфегумусовые (подбуры, дерново-подбуры, подзолы глеевые, торфяно-подзолы глеевые), текстурно-дифференцированные (подзолистые, дерново-подзолистые), глеевые (торфяно-глееземы, глееземы), органо-аккумулятивные (дерновые глееватые) и структурно-метаморфические (элювиально-метаморфические). Такая пестрота почвенного покрова обусловлена целым рядом факторов. На наличие и интенсивность глеевого процесса в первую очередь влияет степень застойного переувлажнения, в данном случае – степень заболоченности острова. Так, торфяно-глееземы чаще всего встречаются на островах, почти «поглощенных» болотом. Не менее важным фактором, обуславливающим разнообразие почв исследуемой территории, является весьма

пестрое залегание четвертичных отложений, характерное для данного района. Оценка влияния растительного покрова на почвообразование несколько затруднена тем, что еще менее 100 лет назад уголья многих минеральных островов использовались в сельскохозяйственных целях, и немалая часть растительных сообществ на них имеет вторичный характер, а верхние горизонты почв некоторых островов являются постагрогенными. Тот факт, что дерново-подбуры и дерново-подзолистые почвы чаще встречаются на островах, наиболее приближенных к минеральному берегу, может быть связан с большей сельскохозяйственной освоенностью этих островов в прошлом.

На островах отмечается приуроченность определённых растительных сообществ к определенным типам почв. Так, подзолистые почвы соответствуют современным мелколиственно-хвойным фитоценозам с бореальной флорой, а дерново-подзолистые почвы чаще всего встречаются под травяными дубняками.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.В. Галаниной.

УДК 631.421.1

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВО ВРЕМЕНИ ПЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНОЙ ТРАВОСМЕСИ

Д.В. Яланский

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

dimka-045@mail.ru

The aim of the work was to analyze the variability of soil density over time during the sprinkling of grass. It was found that the soil density mainly increases in the upper arable horizons over the years of observation. Seasonal cyclical changes in soil density with the presence of extreme conditions in a particular year were reflected.

Лабораторно-экспериментальные исследования по определению плотности сложения почвы при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси проводились в условиях учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1» у поселка Чарны Горецкого района Могилевской области в течение 2016–2018 гг.

Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая пылеватая.

Плотность сложения определяли с помощью объемного бура. Периодичность отбора – один раз в месяц в вегетацию. Повторность взятия образцов – 3-х кратная.

Схема опыта:

1. Контроль – без орошения + N(60, 120, 160)P60K120;
2. Орошение при 70 % от НВ + N(60, 120, 160)P60K120;
3. Орошение при 80 % от НВ + N(60, 120, 160)P60K120.

Для определения плотности сложения устраивался шурф в почве глубиной 1 м. Отбор проб вели через 10 см до глубины 40 см, далее через 20 см до метровой глубины. Пробу влажной почвы, заключенную в кольцо, сразу после того, как она была отобрана из разреза, переносили (очень аккуратно и быстро) над бумагой в металлический бюкс и взвешивали с точностью до 0.01 г. Производилось просушивание почвы при 105 °С до постоянного веса.

Расчет плотности сложения (d_v) выполняли по формуле:

$$d_v = m/v,$$

где m – масса абсолютно-сухой почвы в объеме кольца, г; v – объем почвы в цилиндре, см³.

Результаты исследований показали, что в год посева травостоя плотность сложения почвы верхнего пахотного горизонта составила 1.34 г/см³, а при орошении дождеванием, для поддержания в корнеобитаемом слое почвы 0–40 см влажности на уровне 70–80 % от НВ в пахотном горизонте к концу третьего года пользования составила 1.49 г/см³. При этом в варианте без орошения к концу третьего года пользования плотность сложения была равна 1.42 г/см³. Уплотняющее действие плотности почвы было отмечено преимущественно в верхних пахотных горизонтах.

При анализе плотности сложения почвы в конкретном году было установлено, что имеют место сезонные циклические изменения плотности преимущественно верхних горизонтов, возникающие из-за периодического замерзания и оттаивания почвы. Так, в год посева травостоя плотность верхнего горизонта была отмечена одним максимумом в августе – 1.42 г/см³, а при дождевании одним минимумом в апреле – 1.34 г/см³.

Работа рекомендована д.с.-х.н., акад. РАН Н.Н. Дубенком.

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОДВИЖНОСТЬ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

Ю.П. Янчас

ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет,
yulezkiy666@yandex.ru

The article presents the results of research on the effect of humic fertilizers on the mobility of heavy metals in the soil. The object of research is the soil in the area of Novocherkassk GRES, contaminated with heavy metals. Humic fertilizers were used. The mobility of elements such as Zn, Cu, and Pb has changed.

Актуальность данного исследования обусловлена широким распространением загрязнения природной среды тяжелыми металлами.

Цель работы – изучить влияние гуминовых удобрений на подвижность тяжелых металлов в почве.

Задачей работ является определение содержания подвижных форм тяжелых металлов.

Объект и методы исследований. Для изучения влияния гуминовых удобрений на подвижность тяжелых металлов в почве был заложен модельный лабораторный опыт. Почва – верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного карбонатного мощного слабогумусированного тяжелосуглинистого на лессовидном суглинке. Образцы почвы отбирали на одной из постоянных мониторинговых площадок вокруг Новочеркасской ГРЭС, находящейся по розе ветров (северо-северо-восток) на расстоянии 1.2 км от источника загрязнения.

Схема опыта:

1. Контроль (К) – почва, загрязненная тяжелыми металлами. Валовое содержание превышало фоновые значения по большинству изученных металлов, например, содержание кобальта в почве контрольного варианта было в 3 раза выше фонового значения. Значения ПДК превышены только по хromу. Превышает уровень ПДК и содержание подвижной меди.

2. К+БД (Биогумус «Донской») – 1.2 г на 150 г почвы.

3. К+ГБ («Гумат Баланс») – 0.05 г на 150 г почвы.

4. К+ЛГ (Лигногумат) – 0.05 г на 150 г почвы. Повторность 3-х кратная. Период компостирования – 1 месяц, при этом поддерживалась постоянная влажность почвы 60 %. Затем проведена серия лабораторных исследований.

Валовое содержание ТМ определяли рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Спектроскан МАКС-GV». Подвижные формы соединений элементов в почвах извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4.8 (ААБ). Их содержание в вытяжках определяли на атомно-абсорбционном спектрометре.

Результаты исследований. По результатам анализа, наблюдается преобладание подвижных форм меди по всем вариантам опыта. При внесении Гумат Баланса, Лигногумата и Биогумуса «Донской» в почву, содержание подвижных форм цинка заметно увеличилось, с 8.54 до 11.03 и 11.30 мг/кг – соответственно на вариантах 2–4. Содержание подвижных форм меди при внесении гуминовых удобрений уменьшилось по сравнению с контролем. Содержание подвижных форм свинца в почве минимально среди исследуемых металлов. При внесении «Гумат Баланса» и Биогумуса «Донской» в почву концентрация подвижных форм цинка увеличилась по сравнению с контролем с 3.34 до 3.93 и 3.51 мг/кг соответственно.

Гуминовые удобрения и препараты являются катализаторами биохимических процессов в почве. Таким образом, применение гуминовых удобрений и препаратов существенно изменяет условия почвенного питания растений, активизируя процессы мобилизации питательных веществ в усвояемой для растений форме (Безуглова и др., 2019).

Заключение

Доля подвижных форм от валового содержания свинца, цинка и меди в черноземе обыкновенном карбонатном составляет от 8.68 до 23.71 %. Внесение гуминовых удобрений способствует росту доли подвижных форм цинка. В то же время вклад в общий пул подвижных форм меди снижается от 23.71 % до 19.43–22.62 %. Внесение «Гумат баланса» и биогумуса «Донской» увеличивает подвижность свинца.

Литература

Безуглова О.С., Полюенко Е.А., Горовцов А.В., Лыхман В.А. Влияние гуминовых препаратов на почвы и растения. Ростов-на-Дону – Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2019. 154 с.

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

Секция II

Информационные технологии в почвоведении

DIGITAL SOIL MAPPING IN A LOWLAND AREA:
A CASE STUDY OF LOMBARDY IRRIGATION AREA, ITALY
Oduunayo D. Adeniyi, Alice Bernini, Alberto Bosino, Michael Maerker
Italy, Pavia, Universita di Pavia
odunayodavid.adeniyi01@universitadipavia.it

Global and regional problems on agricultural landscape such as land degradation, water scarcity, food security, climate change, soil water cycle and soil pollution are mostly related to soil functions. For a sustainable agricultural landscape management, reliable and accurate soil maps and updated geospatial soil information are needful. Digital soil mapping approaches provide a sophisticated alternative to conventional mapping methods since they are cost effective and fast. The goal of this study is to investigate the potentials of different digital soil mapping approaches to predict the soil properties in a flat irrigated area in the western Lombardy region, Italy. For this study, 129 soil profiles provided by ERSAP (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste) that are describing specific soil properties up to 2 m depth were used. The soil pH and the soil organic carbon (SOC) from top soil were determined. Random forest (RF), multiple linear regression (MLR), Decision Tree, Cubist and Regression kriging (RK) techniques were used to identify the relationship of the auxiliary information (terrain attributes derived from digital elevation models and multispectral remote sensing information) and the soil properties. Among the approaches, RK showed the highest performance to predict the soil properties with r -square = 0.66 and root-mean-square error (RMSE) = 1.288 for SOC and r -square = 0.31, RMSE = 0.931 for Soil pH. This result shows digital soil mapping (DSM) to be reliable in predicting soil properties with moderate and low variabilities. The results yield valuable information for i) a sustainable land use in an area with a particular soil water cycle as well as for ii) future climate and socioeconomic changes influencing water content, soil pollution dynamics and food security.

The paper is recommended by Professor Michael Maerker.

Land degradation is a serious problem for the countries of Central Asia and particularly for Uzbekistan. Soil erosion as a main part land degradation plays a vital role in all sectors of economy of each country. In last decades new technologies like remote sensing and GIS found their application in land degradation monitoring and modeling aspects. The review focuses on the use of remote sensing and GIS technologies to address soil erosion issues.

Since the beginning of 2000, many studies have been carried out using remote sensing and GIS technologies to determine soil erosion. These studies have shown that these methods are useful for the analysis of erosion sites and with these methods, it is possible to determine such parameters as soil types, lithological layers and vegetation cover. Integrated models with GIS and remote sensing to assess soil erosion are presented in the papers of many researchers. Mapping and analysis of soil erosion using remote sensing and GIS techniques can identify areas that can undergo severe soil erosion and even calculate erosion losses. Today, the rate of soil erosion and land degradation is increasing in almost all regions. GIS technologies provide a good platform for modelling by collecting and storing, managing, analyzing and displaying data. Remote sensing technology is used to provide information about land use and land cover using digital image processing techniques. Satellite datasets obtained from the Landsat satellite are widely used in natural resource mapping and monitoring studies worldwide. Images of the ASTER satellite are also in demand for the Central Asia region. With ASTER DEM, possible to obtain a digital elevation model that is very useful for mountain areas. The spatial resolutions of Landsat and ASTER satellites are the same and equal to 30 m. These satellite data are very useful for areas where there is a data shortage. It is worth mentioning here that many soil erosion models require a precise inventory of already existing soil erosion polygons or points. In this case, many researchers use remote sensing techniques. Erosion points are mapped using Google Earth and high-resolution images such as, GeoEye, WorldView, and SPOT. Soil erosion depends on a number of factors, such as precipitation, topographic factors such as elevation, slope, aspect and curvature of the slopes, land use/land cover, hydrological factors such as topography wetness index (TWI), stream power index, and drainage density

and distance from the river, and geological characteristics. Soil properties and soil types also play an important role in the formation of erosion processes. All factors mentioned above can be prepared using remote sensing and GIS techniques. Different researchers using various numbers of factors for erosion susceptibility and risk mapping. In general, nowadays almost all studies on soil erosion are carried out using remote sensing and GIS technologies. From the published materials it can be seen that there are very few publications on the topic of modeling erosion processes in Central Asia. This article discusses the positive aspects of implementing remote sensing methods and GIS technologies for mapping soil erosion. The development of these methods and models will enable young Central Asian specialists to work on joint international projects and publish their results in prestigious scientific journals.

The paper is recommended by Doctor, professor L.A. Gafurova.

УДК 631.41; 634.8

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ВИНОГРАДНИКОВ АППЕЛАСЬОНА
MUSCADET COTEAUX DE GRANDLIEU

А.А. Аверьянов¹, Н.В. Агаджанова²

¹Санкт-Петербургский государственный университет,
averianov.a.a@yandex.ru

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Российской академии наук, nel.agadzhanova@yandex.ru

Terroir has a great influence on winemaking. In this work, an attempt was made to quantify it by calculating the soil-ecological index.

На виноградарство и виноделие большое влияние оказывает концепция терруара, представляющего собой совокупность почвенно-климатических характеристик местности. Терруар определяет районирование сортов, способы их возделывания и классификацию конечной продукции. Столь высокое значение терруара в виноделии наводит на мысль о его количественной и качественной оценке применительно к выбору наиболее подходящих участков для винодельческой отрасли сельского хозяйства.

Объектами исследования являются почвы коммун Saint-Aignan-Grandlieu, Pont-Saint-Martin, Brain, Saint-Leger-les-Vignes, Le Bignon винодельческого апеласьона Muscadet Coteaux de Grandlieu, располагающегося на северо-западе Франции, в департаменте Атлантическая Луа-

ра. Район изучения относится к зоне широколиственных лесов, климат местности умеренно-морской, почвы сформированы на кварцевых отложениях с глиняной или песчаной матрицей предположительно плюриценового возраста. Почвенный покров разнообразен и представлен главными общностями эталонов: Брюнисоли и Лювисоли расположены на плакорах, Планосоли и Редоксисоли – в понижениях рельефа в условиях избыточного увлажнения.

Из широкого спектра отечественных и зарубежных подходов к оценке земельных участков, нами была выбрана и адаптирована методика расчёта почвенно-экологического индекса (ПЭИ), вследствие ее наиболее высокой сопоставимости с экологическими факторами терруара. Почвенные и агрохимические показатели, применяемые в данном методическом подходе, были получены нами в ходе исследований. Коэффициент увлажнения и коэффициент испаряемости климата винодельческого апелласьона Muscadet Coteaux de Grandlieu были рассчитаны индивидуально.

Полученные индексы позволили осуществить расчет ПЭИ и выявить участки в пределах исследуемой территории, наиболее подходящие для возделывания винограда. Наиболее высокую итоговую балльную оценку получили участки коммун Saint-Aignan-Grandlieu и Pont-Saint-Martin, возделываемые на Brunisols и Redoxisols. Наибольший вклад в итоговую балльную оценку ключевых участков Muscadet Coteaux de Grandlieu был обусловлен климатическим компонентом формулы.

Работа рекомендована д.г.н., проф., заведующим кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ А.В. Русаковым.

УДК 631

СОСТАВ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКТОЗЕМОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗЕЛеноЙ КРОВЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВЫ

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 agrophysical properties of 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.

Техника озеленения крыш предполагает использование почвенных субстратов с оптимальными условиями для произрастания растений при минимальной нагрузке на крышу и опоры здания.

Поэтому необходимо уделить особое внимание проблеме выбора субстратов при озеленении крыш.

В качестве объектов исследования были выбраны 7 субстратов, состоящие из измельченного кирпича, компоста, пеностекла, известкового щебня, бентонитовой глины, песка, агроперлита, торфа и кокосового волокна в разных процентных соотношениях.

Данные субстраты использовались для озеленения крыш зданий входной группы Ботанического сада МГУ.

В работе исследованы различные агрохимические и физические свойства почвенных субстратов: рН, содержание основных питательных элементов, влагопроводность, ОГХ, а также построены модели водного режима в программе HYDRUS-1D.

В ходе работы был изучен мировой опыт в озеленении крыш, проведен сравнительный анализ субстратов между собой, а также с ранее изученными субстратами для озеленения крыш и на соответствие ГОСТу Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» (табл.).

Так, стоит отметить, что значения рН для двух субстратов соответствуют требованием ГОСТ Р 58875-2020, как и количество питательных веществ.

Таким образом, исследуемые почвенные субстраты содержат в себе компоненты, обеспечивающие хорошую водопроницаемость и аэрируемость, запас питательных веществ, а конструкция крыши позволяет эффективно управлять водным балансом: накапливать влагу в засушливые периоды и отводить ее во влажные.

Таблица. Требования к субстратам при экстенсивном однослойном озеленении.

Показатели	Гост Р 58875-2020	Субстрат 1	Субстрат 2
Органическое вещество	≤ 4 % по массе (зависит от плотности субстрата и вида растительности)	6.9 %	5.3 %
pH	6.5–9.5	7.56	7.7
P ₂ O ₅	≤ 200 мг/кг	181.8	250.0
K ₂ O	≤ 700 мг/кг	163.3	73.8
Полная влагоемкость	≥ 20 % по объему	88 % по объему	105 % по объему

Работа рекомендована к.б.н. Е.В. Фаустовой.

УДК 631.421

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КАТЕН ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ИШИМСКОЙ РАВНИНЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Е.Д. Николаев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
alkan001@mail.ru

The object of research is located in the forest-steppe of Western Siberia (Petukhov district of the Kurgan region). The paper considers the main regularities of the distribution of a number of heavy metals, cations and anions of easily soluble salts in the interfluvium of the studied lakes Gorkoye and Ovsyankino. The distribution is considered on the example of six catenas (three transects). The results of the lateral and radial distribution are presented in the form of transects and cartograms of the distribution of the studied elements, as well as their forms.

В связи с усилением антропогенного воздействия всё чаще исследователи рассматривают не факт наличия или отсутствия загрязнения, а возможность перемещения потенциальных и реальных загрязнителей по элементам рельефа. Для этих целей модельными объектами служат каскадные ландшафтно-геохимические системы – катены, объединяющие почвы сопряженного ряда ландшафтов. Понимание прин-

ципов и механизмов миграции загрязнителей (тяжелых металлов, легкорастворимых солей), зависимости характера их распределения от форм соединений делает возможным дальнейшее прогнозирование перемещения загрязнителей в почвах. Как результат появляется возможность моделирования поведения тяжелых металлов и легкорастворимых солей при задаваемых литолого-геоморфологических и почвенно-геохимических параметрах. Для Ишимской равнины подобных исследований ранее не проводилось – при достаточно высокой интенсивности антропогенной нагрузки на местные почвы.

Цель исследования: анализ миграции веществ в почвах катен запада Ишимской равнины (Тобол-Ишимское междуречье).

Задачи:

1. Характеристика уровней содержания и соотношения форм соединений тяжелых металлов и легкорастворимых солей в черноземах и солончаках.

2. Оценка радиальной дифференциации сопряженных междуречных черноземов, склоновых черноземов глинисто-иллювиальных и подчиненных солончаков сорových по содержанию тяжелых металлов и легкорастворимых солей.

3. Оценка латеральной миграции тяжелых металлов и легкорастворимых солей с использованием методов педометрики.

Объект исследования – почвенный покров Тобол-Ишимского междуречья в зоне распространения черноземов и черноземов глинисто-иллювиальных.

Полевые работы были проведены на междуречье соленого оз. Горькое и пресного оз. Овсянкино, расположенные в Петуховском районе Курганской области. В процессе работ на междуречье были заложены почвенные разрезы и полуямы с их дальнейшим описанием, проведено бурение на промежуточных позициях. Полевое описание дало представление о двух типах катен на междуречье: чернозем – чернозем глинисто-иллювиальный – перегнойно-глеевая почва, чернозем – чернозем глинисто-иллювиальный – солончак соровой. С 21 точки было отобрано более 110 образцов почв и почвообразующих пород для лабораторного этапа. Для территории также было проведено полевое описание растительности с указанием видового разнообразия.

На лабораторном этапе провели определение гранулометрического состава (использовали гранулометр), водного рН (потенциометрический метод), электропроводности, щелочности от растворенных карбонатов (титрование с м-о, ф-ф), содержания гумуса (по И.В. Тюрину) и валового содержания, концентрации водорастворимых и подвижных

форм тяжелых металлов, катионов и анионов легкорастворимых солей (метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии, хроматография).

В работе подробно рассмотрены распределение различных форм Zn, Ca, Na, Mn в латеральном и радиальном направлениях и связь их профильной миграции с миграцией гумуса, изменением pH, щелочности и гранулометрического состава. Полученные выводы о закономерностях миграции элементов могут стать основой для создания новой классификации катен лесостепи З. Сибири с использованием геохимического параметра.

Работа рекомендована с.н.с., к.г.н. кафедры геохимии ландшафтов и географии почв Географического факультета МГУ И.Н. Семенковым, с.н.с., к.с.-х.н. кафедры географии почв факультета Почвоведения МГУ М.В. Конюшковой.

УДК 613.43

ИМИТАЦИОННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕРМОГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ:
ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА И ВЕРХНЕЕ ГРАНИЧНОЕ УСЛОВИЕ
Д.Ю. Усенко

Московский государственный университет, d.usenko@hotmail.com

Imitational modeling, being a vital instrument in soil science, is extremely sensitive to the initial parameters. The least researched part of modeling in environmental sciences is evapotranspiration, which depends a lot on physical properties of soils. The results of modeling and their uses in a predictable way depend on how soil's texture properties data was obtained.

Имитационное математическое моделирование – один из наиболее современных инструментов в руках специалиста, изучающего многообразные взаимосвязанные естественные процессы. Тем не менее, особое внимание следует уделять настройке модели и качеству используемых в препроцессоре модели, на основе которых делаются расчеты.

Так, для моделирования процессов движения влаги в системе «почва – растение – атмосфера» (и в особенности процесса эвапотранспирации) необходимы различные показатели, среди которых особое значение имеют коэффициенты, связанные с физическими свойствами почв, важнейший из которых – гранулометрический состав. На основе грансостава моделируются водоудерживающие и водопроводящие

свойства почвы, в том числе коэффициенты насыщенной, ненасыщенной проводимости и параметры уравнений, описывающих основную гидрофизическую характеристику почвы (уравнение ван-Генухтена).

В этом отношении большое значение имеют способы получения данных по грансоставу почв. Широко известно, что седиментационные и лазерные методы определения грансостава дают принципиально разные результаты: лазерные методы, особенно в тяжелых почвах, дополнительно «утяжеляют» грансостав почв.

На основе шести почв, гранулометрический состав каждой из которых определен двумя методами, проведено моделирование процессов иссушения в условиях реальных погодных условий; для этих почв рассчитаны графики полива.

Для начала установлены периоды иссушения почв от наименьшей влагоемкости (НВ) до влажности завядания (ВЗ), условно принятой равной 0.7 от НВ. Эти периоды значительно разнятся при использовании разных методов определения грансостава. На их основе созданы графики полива, которые также существенно различаются.

При работе с большинством образцов (образцами более тяжелых почв) отмечено, что использование лазерного метода определения грансостава, по сравнению с более привычным методом пипетки, после проведения моделирования показывает более быстрое иссушение, а значит, необходимость более частого полива.

При регулярном поливе это будет приводить к переувлажнению почвы, а также к перерасходу воды, что, во-первых, недопустимо с точки зрения охраны природы, а во-вторых, приводит к значительным экономическим издержкам.

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

Секция III

Почвенные ресурсы и рациональное использование почв

CHANGES IN PHYSICAL AND MORPHOGENETIC FEATURES
OF RICE PLANTING SALINE LANDS IN ARAL REGION

G.M. Shamuratova

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent,
g.shamuratova0905@gmail.com

The article provides information on the physical and morphological features of the soil of rice fields in Nukus district of Republic of Karakalpakstan.

Currently, one of the most actual issues in agriculture is the efficient use of land, increasing soil fertility and high crop yields. Its chemical, biological, mechanical and physical properties play an important role in increasing soil fertility.

The fertility of irrigated soils depends on several factors, one of the most important of which is the physical properties of the soil. The physical properties of soils have a major impact on soil formation processes, soil fertility, and plant growth and development. When analyzing the physical properties of a soil, its genetic properties should also be evaluated.

Numerous studies have proven that the physical properties of soils are one of the leading factors determining its fertility.

The work carried out in the field was carried out by comparative-geographical, genetic, historical-comparative methods of soil study. In our field research experiment, the soil was excavated to groundwater to study the agrophysical properties of irrigated meadow-alluvial soils and the morphogenetic features were also studied by sampling from genetic layers.

At stationary point 1 in the field, more horizontal layers were found than at other stationary points. Stationary point 2 is slightly different from stationary point 1, the groundwater is relatively close and differs in morphological features. Stationary point 4 differs from other stationary points in mechanical composition and structure.

According to research conducted in Nukus district of the Republic of Karakalpakstan, in the 1st stationary point of the experimental field connected with the irrigation system in rice fields, the volume weight ranges from 1.26 g/cm^3 to 1.59 g/cm^3 , specific gravity from 2.65 g/cm^3 to 2.74 g/cm^3 , porosity from 41.9 % to 52.4 %, volume weight at stationary point 2 from 1.36 g/cm^3 to 1.49 g/cm^3 , specific gravity from 2.66 g/cm^3 to 2.70 g/cm^3 , porosity from 44.9 % to 49.2 %, volume weight at stationary point 3 from 1.28 g/cm^3 to 1.56 g/cm^3 , specific gravity from 2.64 g/cm^3 to 2.70 g/cm^3 ,

porosity from 42.4 % to 51.6 %. It was observed that the porosity, volume and specific gravity varied accordingly.

It was found that the morphogenetic and general physical properties of irrigated meadow-alluvial soils in Nukus district of the Republic of Karakalpakstan also vary depending on the degradation of the soil and the specificity of soil formation processes. It was observed that the general physical properties of irrigated meadow-alluvial soils in Nukus district change under the influence of degradation processes, which affects soil fertility and agronomic properties. Specific gravity varies from 2.64 to 2.74 g/cm³ along the profile, and volume weight varies from 1.26 to 1.59 g/cm³. According to the specific gravity and volume weight, the porosity varied from 41.9 % to 51.6 %. At the same time, difficult meliorated irrigated meadow soils are characterized by high specific gravity and low porosity due to the fact that they are composed of various sand particles, low humus content.

The paper is recommended by Doctor, professor L.A. Gafurova.

УДК 631.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
УСТОЙЧИВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

Т.В. Бауэр^{1,2}, В.С. Цицуашвили², И.П. Лобзенко², Д.В. Брень²

¹Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН,

г. Ростов-на-Дону, bauertatyana@mail.ru

²Южный федеральный университет,

г. Ростов-на Дону, viktorija447@yandex.ru

On the basis of the diagrams of the solubility of compounds, the possibility of the formation of a sediment of poorly soluble Cu hydroxides in meadow soil was established. The use of physical methods of non-destructive testing of powder diffraction confirmed the results obtained.

Взаимодействие тяжелых металлов (ТМ) с твердой фазой почвы приводит к образованию осадков малорастворимых соединений и обменно адсорбированных форм, прочность которых определяется составом и свойствами почвенного поглощающего комплекса и особенностями самого металла. Важным механизмом иммобилизации ТМ в почвах является образование осадков малорастворимых соединений метал-

лов. Физические методы неразрушающего контроля, такие как порошковая дифракция XRD, ближняя (XANES) и протяженная (EXAFS) тонкая структура рентгеновских спектров поглощения, могут быть использованы для идентификации устойчивых соединений ТМ в почвах.

Возможность образования осадков малорастворимых карбонатов Си изучена с использованием диаграмм растворимости в луговой тяжелосуглинистой почве (Ростовская область). Расчеты выполнены с использованием данных о константах устойчивости ассоциированных форм ТМ и их константах растворимости.

Установлено, что концентрации ионов Си(II) в равновесных растворах при поглощении почвой ложатся на прямую, соответствующую растворимости осадка $\text{Cu}(\text{OH})_2$, что свидетельствует о возможности образования соответствующего соединения наряду с ее адсорбцией почвой. Для подтверждения возможности осадкообразования металлов и изучение механизма их сорбции минеральными компонентами, наряду с расчетными методами, использованы прямые физические методы неразрушающего контроля. Исследования были реализованы на базе установки Курчатовского центра синхротронного излучения НИЦ «Курчатовский институт». Использование XRD методов рентгеноструктурной диагностики одного из группы глинистых минералов (монтмориллонита), насыщенных ионами Си(II), позволило установить, что на дифрактограммах обогащенного металлом монтмориллонита наблюдается появление дополнительных дифракционных пиков, соответствующих новой крупнокристаллической фазе минерала герхардтита – $\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3$.

Таким образом, показана эффективность комплексного использования рентгеноспектральных методов, базирующихся на синхротронном излучении, для анализа состояния малорастворимых соединений ТМ в луговой почве на молекулярном уровне.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-60041 и Гранта Президента МК-6137.2021.1.5.

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

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ
ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА БАЛТИЙСКОЙ АЭС

У.А. Воронина

Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург uljannavoronina@gmail.com

The article is devoted to a comprehensive description of the state of soils in the construction area of the Baltic NPP. The main types of soils of the study area, variation in the power of equivalent doses of external gamma radiation, and the content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in soils of 30 km of the zone are shown. Based on the data presented, a tendency of the possible negative impact of the Baltic NPP on the soil cover is revealed.

Балтийская АЭС (БтАЭС) (в настоящее время замороженная на стадии строительства) расположена вблизи посёлка Маломожайское Неманского района, Калининградской области.

Целью работы является комплексная оценка уровня радиоактивного загрязнения почвы 30 км зоны БтАЭС в настоящее время, а так же выявление тенденции возможного негативного воздействия АЭС на почвенный покров.

Сельскохозяйственные почвы представлены дерново-подзолистыми почвами средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава с реакцией почвенной среды близкой к нейтральной и преимущественно с низким и средним уровнем содержания гумуса. Почвенный покров сельскохозяйственных угодий однородный.

Увеличение среднего содержания ^{137}Cs в почвах зоны является следствием выпадений в результате аварии на Чернобыльской АЭС и преимущественно характерно для целинных участков, на которых основное количество ^{137}Cs содержится в верхних слоях (0–10 см), это и определяет повышенное содержание радионуклидов. Содержание ^{90}Sr в почве варьирует от 0.2 до 3.9 Бк/кг. В целом, данные показатели укладываются в диапазон нормативных значений. Существенных различий в содержании ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах исследуемой территории обнаружено не было.

Таким образом, изменение значений содержания ^{137}Cs в почвах определялось видом агроландшафтов и сельскохозяйственных угодий. На пахотных угодьях, ^{137}Cs равномерно распределен в верхнем 0–20 см слое. На целинных участках, основное количество радионуклидов находится в верхнем 0–10 см слое почвы. Это оказывает влияние на размеры накопления ^{137}Cs в растениях и на значения эквивалентных доз внешнего излуче-

ния. Одним из естественных источников облучения объектов живой природы являются радиоактивные элементы рядов ^{238}U и ^{232}Th , а также ^{40}K , содержащиеся в земной коре. На исследуемой территории содержание естественных радионуклидов соответствует норме. Минимальное содержание естественных радионуклидов наблюдается на почвах легкого механического состава, максимальное – на глинистых почвах.

Радиационная обстановка на территории 30 км зоны Балтийской АЭС стабильная и не подвержена существенному изменению. Средняя удельная активность ^{137}Cs в почвах сельскохозяйственных угодий 30 км зоны соответствует фоновым значениям в 13 Бк/кг. Агрохимические и агрофизические характеристики почв способствуют закреплению искусственных радионуклидов в почвенно-поглощающем комплексе. Вместе с тем малоплодородные органогенные почвы и почвы легкого гранулометрического состава могут являться источником повышенного накопления искусственных радионуклидов в растительности природных и аграрных экосистем, что является основанием для их включения в число наиболее критичных объектов наблюдения при завершении строительства и последующей эксплуатации Балтийской АЭС.

Работа рекомендована к.г.-м.н., доцентом кафедры экологической геологии СПбГУ И.И. Подлипским.

УДК 631.474

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Вчерашняя

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

This report provides an analysis of the use of agricultural land in the Mogilev region of the Republic of Belarus. The characteristics of the soil cover and factors contributing to the manifestation of erosion processes on agricultural land are given.

Сельское хозяйство является важнейшей отраслью экономики Республики Беларусь, обеспечивающая 6.8 % ВВП страны. В 2020 году общая площадь сельскохозяйственных земель составила 8390.6 тыс. га.

Могилевская область расположена в восточной части Республики Беларусь.

Почвенный покров области неоднороден по гранулометрическому составу. На территории Могилёвской области встречаются: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерново-карбонатные, дерновые заболоченные, торфяно-болотные, аллювиальные и антропогенно-преобразованные почвы. Наиболее распространённые из них – дерново-подзолистые почвы. Они встречаются по всей территории области и занимают 61.6 %.

По данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2020 г. на территории Могилевской области общая площадь земель, занятых сельскохозяйственными организациями и крестьянско-фермерскими хозяйствами, составляет 1346.4 тыс. га. При этом в ведении сельскохозяйственного производства заняты 1124.6 тыс. га, в том числе: пахотные земли составляют 787.7 тыс. га, земли под постоянными культурами – 6.3 тыс. га, луговые земли – 330.6 тыс. га. Сельскохозяйственные земли Могилевской области обладают значительными показателями по распаханности. В процентном соотношении 70 % сельскохозяйственных земель это пахотные земли.

Ведение сельскохозяйственного производства на территории Могилевской области усложняется проявлением эрозионных процессов.

Относительно большое количество осадков, а также неравномерность их распределения на протяжении вегетационного периода сельскохозяйственных культур, расчлененный рельеф, и большой процент распаханности земель способствуют проявлению и развитию эрозионных процессов. В частности водной эрозии подвержены около 93 тыс. га сельскохозяйственных угодий. При этом 86.2 % данных площадей пахотные земли.

Выше перечисленные факторы оказывают негативное влияние на водно-физические и химические свойства почв, что в свою очередь приводит к ухудшению их плодородия. Для снижения негативного воздействия на почву необходимо применение агромерелиоративных мероприятий, позволяющих снизить вероятность возникновения водной эрозии, и разрабатывать технологии по повышению плодородия сельскохозяйственных земель.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Ю.А. Мажайским.

To clarify the properties and genesis of anthrosols of West Siberia area, exemplary four profiles were investigated. The soils are characterized by anthropogenic epipedons, reaching depths of 40 cm. These soils are analogous to plaggen in their properties.

Земледелие в северо-восточном секторе западносибирской южной тайги распространилось параллельно с появлением первых русских поселений в начале XVII века. Один из первых земледельческих очагов появился у Кетского острога, превратившегося со временем в село, являвшееся центром одноименного уезда. Село просуществовало до середины XX века. Основой местного сельского хозяйства было скотоводство и земледелие. Учитывая обилие рыбных и охотничьих ресурсов тайги Прикетья, земледелие для крестьян не являлось основной формой экономической деятельности. Однако удаленность от южных очагов земледелия делала необходимым существование и местной запашки, для удовлетворения собственной потребности в зерновых. В этом отношении местные крестьяне преуспели, получая довольно высокие урожаи для этой территории, входящей в зону рискованного земледелия. Также в самом селе у крестьян были огороды. Наличие столь длительной земледельческой практики, на краю земледельческой Ойкумены, делает необходимым изучение результатов протекавшего на месте острога педогенеза. В данной работе приведены первые результаты исследования почв на месте бывшего села Кетское (Верхнекетский район, Томская область).

Исходными почвами на месте села были слабооподзоленные песчаные почвы, подстилаемые на глубине 0.8–1 м суглинками. Морфологический облик данных почв наиболее близко соответствует подбурам оподзоленным глееватым, согласно классификации почв России 2004 года. Но иллювиально-железистый горизонт в этих почвах выражен слабо.

Установлено, что за 300 лет функционирования села в его центре сформировался мощный культурный слой, насыщенный органическими остатками, навозом. Вне зоны построек, на огородах, образовался темный гумусовый горизонт мощностью около 40 см, отличный по своим

характеристикам от фоновых почв. Даже спустя 70 лет с момента исчезновения села, после распашки в советское время, светлота горизонта по Манселлу составляет в самой темной части 3.9. Формально, согласно Классификации 2004 года, это горизонт АУ. По мере отдаления от села мощность агрогумусового горизонта быстро падает до 18–20 см, а сам горизонт светлеет до 5 единиц.

Полученные данные показывают, что феномен формирования темных земель значительно шире, чем считалось ранее и распространяется на Западную Сибирь. Даже в условиях её сурового континентального климата за счёт значительного привноса органического вещества, а также поступления углей из печей домов, протекает быстрая эволюция почв и формируются темногумусовые горизонты довольно существенной мощности. Изученные тёмные антропосоли по своим характеристикам схожи с европейскими почвами плагген.

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

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.С. Дудникова, С.Н. Сушкова, А.И. Барбашев, И.П. Лобзенко,
В.А. Чаплыгин, Е.А. Тихоненко, Г.О. Коркин
Южный федеральный университет, tyto98@yandex.ru

The levels of hazardous ecotoxicants of the PAHs group in soils of natural areas have been determined using high performance liquid chromatography. It is shown that the content of PAHs in soils of various types depends on the particle size distribution, and the content of benzo(a)pyrene does not exceed the maximum permissible concentration in the studied recreation zone soils.

Для качественной оценки и прогнозирования экологических рисков, связанных с загрязнением опасными канцерогенами группы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), требуются сведения о содержании поллютантов в почвах фоновых территорий. Почвы природных зон черноземной зоны потенциально являются фоновыми, однако на сегодняшний день информация о содержании в них ПАУ изучена недостаточно.

Целью работы является изучение содержания ПАУ в почвах природных зон черноземной зоны.

Объектом исследования выбраны почвы различного типа, характерные для черноземной зоны Ростовской области и расположенные на удалении от промышленных территорий и населенных пунктов: аллювиальная луговая насыщенная (АЛ), чернозем обыкновенный карбонатный (ЧО) и солончак соровый (С) [1].

Отбор проб почв проводили на глубину основного корнеобитаемого слоя 0–20 см. Гранулометрический состав почв определяли методом пипетки [2]. Извлечение ПАУ из образцов почв проводили гексаном с предварительным омылением липидной фракции путем кипячения образца в 2 % растворе КОН. Количественный анализ ПАУ в экстрактах выполнен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09). Суммарное содержание ПАУ составили 16 веществ, входящих в список приоритетных поллютантов агентства по охране окружающей среды США.

В результате исследования установлено, что ЧО является тяжелым, С – средним, а АЛ – легким суглинком. Содержание физической глины в почвах составило 52, 36 и 29 %, а ила 33, 20 и 9 % для ЧО, С и АЛ, соответственно. Суммарное содержание ПАУ снижается с уменьшением физической глины и ила в почве и образует следующий убывающий ряд: ЧО (205 нг/г почвы) > С (187 нг/г) > АЛ (105 нг/г). Согласно Гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 предельно допустимая концентрация (ПДК) БаП в почве составляет 20 нг/г. Выявлено, что содержание БаП в исследуемых почвах ниже ПДК и составляет 3.5–4.3 % от суммарного содержания поллютантов в тяжелом и среднем суглинках ЧО и С, а для легкосуглинистой АЛ – менее 1.5 %.

Таким образом, содержания физической глины и ила в почвах различных типов влияет на накопление в них ПАУ. Так как превышения ПДК БаП не установлены, исследуемые почвы являются пригодными для использования их в качестве эталонного объекта сравнения, а фоновые уровни суммарного содержания 16 приоритетных ПАУ могут быть приняты, как 205 нг/г, 187 нг/г и 105 нг/г для ЧО, С и АЛ, соответственно.

Литература

1. *Классификация и диагностика почв СССР* / В.В. Егоров, Е.Н. Иванова, В.М. Фридрих, Н.И. Розов. – М.: Изд-во Колос, 1977. – 175 с.
2. *Воробьева Л.А.* (ред.) Теория и практика химического анализа почв. Монография. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

3. Растворова О.Г. Физика почв (Практическое руководство). Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 196 с.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФ № 19-74-10046.

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

УДК 631.4.003.12

ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В.В. Злотникова

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФИЦ КНЦ СО РАН, kogoyakova.v@mail.ru

As part of this study, an assessment of the natural resource potential of soils was carried out.

Оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП) базируется на фундаментальных параметрах, характеризующих основные компоненты агроландшафта, а именно почвенные ресурсы и условия тепло- и влагообеспеченности.

Целью данного исследования является оценка природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель ОПХ «Минино» Красноярского края.

Оценка ПРП агроландшафтов, проводится с целью оптимизации природопользования, повышения экономической эффективности и снижения экологических и финансовых рисков.

В структуре почвенного покрова ОПХ «Минино» преобладают выщелоченные и обыкновенные черноземы, сумма температур $\sum t > 10$ равна 1750 °С, \sum осадков за год – 360 мм.

Оценка ПРП проводится на основе георесурсной базы данных, включающей список почв, сумму температур выше 10 °С и годовую сумму осадков. Почвы и климатические показатели проранжированы в баллах от 5 до 100. Для расчета ПРП агроландшафтов используется информационно-логический анализ и уравнения, где оцениваемые показатели оказывают наибольшее влияние на результат, если стоят в начале формулы [1].

Таким образом, рассчитав природно-ресурсный потенциал почв, мы имеем следующие результаты.

ПРП агроландшафтов ОПХ «Минино» изменяется от 37.5 баллов у болотных почв до 51.3 баллов у выщелоченного и обыкновенного черноземов. Средневзвешенное значение составляет 45.8 баллов, согласно предложенной градации, это означает, что почвенный покров ОПХ «Минино» обладает средним природно-ресурсным потенциалом. Основными причинами среднего значения ПРП являются достаточно низкие значения суммы температур выше 10 °С, и суммы годовых осадков. Таким образом, величина ПРП для ОПХ «Минино» в большей мере зависит от типов почв хозяйства, климатические условия учитываются путем использования разных формул, в зависимости от того какое значение имеет тепло- и влагообеспеченность, поэтому показатели в уравнении меняются местами оказывая влияние на результат в пределах конкретного хозяйства.

Земли ОПХ «Минино» пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур без особых ограничений.

Литература

Шпедт А.А., Трубников Ю.Н. Методика оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов России // «Живые и биокосные системы». – 2020. – № 31.

Работа рекомендована д.с.-х.н., доц. А.А. Шпедтом.

УДК 631.46

АКТИНОМИЦЕТНЫЙ КОМПЛЕКС САПРОПЕЛЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

А.Н. Зотова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, sanyazitec@gmail.com

One of the methods of biotechnology to increase oil recovery is the introduction of a culture of microorganisms and nutrients into the reservoir for their growth. The sapropel contains a rich microbial community, including actinobacteria. Studied strains of actinomycetes are adapted to the physico-chemical conditions of those underground formations into which sapropel is injected in order to increase oil recovery.

Для увеличения рентабельности месторождений, находящихся на последней стадии эксплуатации и характеризующихся высокой степе-

нью обводненности пласта, широкое распространение получили микробиологические методы повышения нефтеотдачи. Они отличаются малой капиталоемкостью, высокой эффективностью и безопасностью для окружающей среды, поэтому их разработка особенно актуальна в настоящее время.

Одним из методов биотехнологии является введение в пласт культуры микроорганизмов и питательных веществ для их роста. Так, для повышения эффективности нефтедобычи на месторождениях Татарстана в 2016–2019 гг. применялась закачка в нефтяной пласт мелкодисперсного сапропеля, содержащего большое количество органики и богатое микробное сообщество, включающее, в том числе, актинобактерии. Однако выживаемость этих микроорганизмов в нефтяном пласте и их роль в биодegradации углеводородов нефти до сих пор не была изучена. Актуальность данного вопроса обусловлена также тем, что актиномицеты являются активными продуцентами биологически активных метаболитов, которые могут обладать нефтewытесняющими свойствами. В связи с вышесказанным, целью моей работы являлось изучение актиномицетного комплекса сапропеля с использованием современных и классических микробиологических методов исследований.

В ходе работы была определена общая численность бактерий и длина актиномицетного мицелия в образце мелкодисперсного сапропеля; выявлена структура актиномицетного комплекса. Так, общая численность актиномицетов составила $7.8 \cdot 10^7$ КОЕ/г, а длина актиномицетного мицелия – 470 м/г.

Создана коллекция из 20 чистых культур актиномицетов, выделенных из исследованного образца сапропеля, и определено их таксономическое положение. Для двух полученных штаммов стрептомицетов были определены оптимальные условия роста. Показано, что исследованные штаммы S8 и S5/15 актиномицетов рода *Streptomyces* приспособлены к физико-химическим условиям обитания тех подземных пластов, в которые идет закачка сапропеля в целях повышения нефтеотдачи.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. Т.Л. Бабич и к.б.н., ст.преп. Т.А. Грачёвой.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ АГРОПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

А.И. Иванкова, Д.В. Костин, А.В. Брикманс, В.А. Семаль
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,
creativewriter1903@gmail.com

The influence of the introduction of different doses (1 and 3 kg per square meter) of biochar on the granulometric composition of soils was revealed.

В условиях интенсивного земледелия почвы испытывают сильную антропогенную нагрузку, подвергаясь интенсивному механическому воздействию. В муссонном типе климата Приморского края эта проблема стоит остро: тяжелый гранулометрический состав, плохие водно-воздушные свойства в совокупности с влиянием механического воздействия на агропочвы приводят к ухудшению условий роста и развития растений, что может снижать урожай. Внесение биоугля изменяет различные физические свойства почвы [1].

Объект исследования – агротемногумусовые подбелы Приморской овощной опытной станции ВНИИО. С 2018 г. в качестве мелиоранта для улучшения физических свойств почвы был внесен биоуголь в дозе 0, 1 и 3 кг/м². Биоуголь вносился однократно в 2018 году. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема полевого опыта 2018–2020 гг.

Год	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²
2018	капуста		
2019	соя		
2020	пар		

Исследования показали, что темногумусовые подбелы глеевые в ненарушенном состоянии по гранулометрическому составу являются глиной легкой, с глубиной идет утяжеление гранулометрического состава (содержание физической глины составляет 61 %).

В 2018 г. после применения биоугля исследования показали, что агропочвы по гранулометрическому составу остались глиной легкой, однако содержание физической глины во всех вариантах снизилось до 52–55 %.

В 2019 г. гранулометрический состав агропочв из глины легкой перешел в суглинок тяжелый во всех вариантах опыта (содержание физической глины до 46 %).

В 2020 г. агропочвы возвращаются к своему изначальному состоянию в контроле и в дозе 3 кг/м² биоугля, становясь глиной легкой (содержание физической глины 54–55 %). Однако в дозе 1 кг/м² гранулометрический состав агропочв остался суглинком тяжелым с содержанием физической глины 46 %.

За три года ведения эксперимента биоуголь оказал положительное влияние на гранулометрический состав агропочв, облегчив его. По результатам полевого опыта биоуголь показал свою наибольшую эффективность в агропочвах в дозе 1 кг/м².

Литература

1. *Попова А.Д.* Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В.А. Семаль, А.В. Брикманс, О.В. Нестерова, Ю.А. Колесникова, М.А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6. – С. 57–63.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры почвоведения ДВФУ, с.н.с. ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН В.А. Семаль.

УДК 631.416.8

ВАЛОВЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ АГГЛОМЕРАЦИИ И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С АКТИВНОСТЬЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ

Д.А. Козырев, Н.В. Сальник

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

The total heavy metal content and activity concentration of natural radionuclides were obtained in native and anthropogenically transformed soil of the Rostov agglomeration (south of the Russia). The specific activity of natural radionuclides in soils of the has been comparable with indicators typical for chernozems of the Rostov region.

Определение радиоактивности почв населенных пунктов и природных территорий необходимо для выявления районов с повышен-

ным уровнем загрязнения, так как подобные элементы способны попадать в растения и грунтовые воды, представляя тем самым опасность и для человека. Особое внимание при изучении, как естественной радиоактивности почв, так и содержания валовых форм тяжелых металлов уделяется не только исследованию поверхностных горизонтов почв, но и почвенного профиля в целом, включая почвообразующую породу. Содержание изученных элементов в почвах Ростовской области варьирует в широком диапазоне и определяется двумя основными факторами. Первым из них является естественный фон, контролируемый геохимическими аспектами, вторым фактором является антропогенное загрязнение почв тяжелыми металлами, поступающими из различных источников.

При изучении радиоактивности нативных и антропогенно-преобразованных (включающие в себя погребенные горизонты) почв была предпринята попытка выявления корреляций между активностью радионуклидов и валовым химическим составом.

Удельная активность естественных радионуклидов в почвах Ростовской агломерации по величине сопоставима с показателями, характерными для черноземов Ростовской области. В целом естественные радионуклиды в профиле черноземов миграционно-сегрегационных распределены равномерно, однако в отдельных случаях отмечено увеличение удельной активности в нижележащих горизонтах. Это может быть связано, как с природой самих радионуклидов, так и с тем, что основным источником их поступления в почвенный покров и биосферу являются именно материнские породы.

Исследование показало, что величина активности тория (^{232}Th) и радия (^{226}Ra) не обеспечивает надежной корреляции с валовым химическим составом. В отличие от ^{40}K , который среди погребенных горизонтов показывает самое большое количество достоверных корреляций в гумусово-аккумулятивном горизонте $A_{\text{погр}}$. Скорее всего такой результат связан с промачиванием почвы атмосферными осадками, т.к. максимальное число корреляций наблюдается именно на нижней границе промачивания.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания (Южный федеральный университет, проект № 0852-2020-0029).

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры ботаники ЮФУ С.Н. Горбовым.

ОЦЕНКА R-ФАКТОРА
ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Р. Крючков

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

This paper presents the calculation of the R-factor (rainfall-runoff erosivity factor) for the territory of the Volgograd region.

В настоящее время, особенно интенсивно протекают процессы деградации почвенного покрова и земельных ресурсов. По некоторым оценкам, три четверти почвенно-земельных ресурсов на данный момент подвержены деградационным процессам. К 2050 году данным процессам будут подвержены 90 % от общего земельного фонда планеты. Более половины деградированных земель, в той или иной степени, затронуты водной эрозией, что свидетельствует о широком распространении данных процессов. Водная эрозия является широкой, общеэкологической проблемой, в результате которой происходит не только потери урожая, но и заиление и загрязнение водоёмов, снижение устойчивости ландшафта к негативным воздействиям и т. д.

Наиболее эффективным методом оценки величины потерь почвы от водной эрозии является математическое моделирование. На данный момент имеется большое количество моделей, адекватно описывающих эрозию почвы для различных природно-климатических зон. Самой распространенной и хорошо описывающей величину смыва, считается модель RUSLE2 (Revised Universal Soil Loss Equation). Уравнение потерь почвы от эрозии в данной модели имеет вид: $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$, где A – потенциальный смыв почвы, т/га в год; R – фактор эродирующей способности дождей, (мегаджоуль·мм)/га·час·год; K – фактор податливости почв эрозии, (т·га·час)/га·мегаджоуль·мм; L – фактор длины склона (безразмерный); S – фактор крутизны склона (безразмерный); C – фактор растительности и севооборота (безразмерный); P – фактор эффективности противоэрозионных мероприятий (безразмерный). В данной работе, произведена попытка расчета R-фактора для территории Волгоградской области – одного из ведущих регионов в области сельского хозяйства. Для расчета использовались данные, предоставленные ВНИИГМИ-МЦД.

R-фактор варьировал в диапазоне от 18.66 до 177.71 со средним значением в 89.66. Наибольшие значения R-фактора были получены на

территории Фроловского и Урюпинского районов. Наименьшие значения – на территории Палласовского района.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 19-29-05021 мк «Экономика деградации земель и продовольственная безопасность регионов России» и РФФИ 20-34-90164 «Оценка ущерба от водной эрозии на территории Волгоградской области».

Работа рекомендована Макаровым Олегом Анатольевичем, д.б.н. профессором.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЦИОННОЙ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Е.Е. Михедова^{1,2}, М.И. Узорина^{1,2}

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, Россия

²Пушкинский государственный естественно-научный институт, Россия
lizamihedova@gmail.com

Russia is one of the leading countries in the production of hydrocarbons on the world market. Today, the issue of petroleum-contaminated lands in the northern regions is very acute for the Russian Federation. It was indicated during microfield experiment that method of adsorptive bioremediation is effective for remediation of those petroleum-contaminated soils. The most effective composite adsorbent has been detected.

Россия является одной из ведущих стран по добыче углеводородов. Однако добыча и транспортировка нефти сопровождается значительным загрязнением окружающей среды в результате многочисленных случаев нефтеразливов. Северные регионы, такие как Ханты-Мансийский АО и Ямало-Ненецкий АО, очень богаты природными ресурсами, однако природа в этих регионах очень чувствительна к стрессовым воздействиям и с трудом поддается восстановлению.

Ранее в ИФХБиПП РАН была доказана эффективность метода сорбционной биоремедиации для очистки от нефти почв в центральном регионе РФ: серой лесной, черноземной и аллювиально-луговой. В нашем предыдущем эксперименте в лабораторных условиях изучено влияние трех классов сорбентов (минеральных, углеродистых и органических) на скорость биоремедиации дерново-глеевой почвы, загрязнен-

ной 7 % выветренной нефти. В задачу данных исследований входило в условиях микрополевого эксперимента изучить влияние оптимальных форм и доз натуральных сорбентов, выявленных в лабораторном эксперименте, на скорость рекультивации нефтезагрязненной песчаной глеево-подзолистой почвы, отобранной в районе ХМАО.

В почву, загрязненную 7 % нефти средней плотности, вносили минеральные удобрения, доломитовую муку и биопрепарат «Микробак», а также сорбенты в дозах от 0.5 до 10 %. Почву периодически перемешивали и увлажняли. В почве определяли содержание углеводов нефти методом ИК-спектрометрии, а также ряд физических, физико-химических и биологических характеристик.

В результате эксперимента был выявлен композитный сорбент на основе активированного угля, показавший наибольший эффект в данных условиях. Показано, что влияние сорбентов на скорость разложения поллютантов было не столь значительным. Однако, не смотря на снижение концентрации углеводов нефти до 0.5 %, в контрольных образцах наблюдалась полная гибель высеванных трав, тогда как в присутствии сорбентов фитотоксичность почв резко снижалась. Высокая фитотоксичность контрольной почвы связана с образованием токсичных метаболитов углеводов, а также с ее низкой гумусированностью и высокой гидрофобностью. Внесение сорбентов положительно влияло на восстановление почвенных свойств.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.К. Васильевой.

УДК 631.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ
И КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРНОГО
СОСТОЯНИЯ НА ПРИМЕРЕ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ
ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

А.В. Мищенко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
nast0896@mail.ru

The main indicators of the structural state of soils are the coefficient of water resistance, the content of agronomically valuable aggregates, which give only a generalized characteristic of the structural state. Cluster analysis and principal component analysis allow objects to be classified according to the content of aggregates.

Цель работы оценить влияние различных видов обработки почв на структуру агросерой почвы.

Задачи: определение агрегатного состава, водопрочности по методу Саввинова, провести обработку результатов кластерным анализом и методом главных компонент.

Исследования проводились на участке опытного поля по изучению адаптивно-ландшафтных систем земледелия ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Почвы: агросерые. Исследовались четыре варианта обработки: отвальная, энергосберегающая, ярусная, противозероэрозийная. Шестипольный севооборот: Овёс – Многолетние травы 1 г.п. – Многолетние травы 2 г.п. – Ячмень – Черный пар – Яровая пшеница. На опыте применяются удобрения: контроль, N30P30K30, N60P60K60, N90P90K90, но их влияние нами не рассматривалось

В 2019 году мы отобрали смешанные образцы с 24 делянок при всех видах обработки из слоя 0–20 см под чёрным паром (1–8 делянки), под занятым паром вико-овсяной смесью (9–16) и пшеницей (17–24). Образцы почв были просеяны на стандартной колонке сит: >10; 10–7; 7–5; 5–3; 3–2; 2–1; 1–0.5; 0.5–0.25; <0.25 мм. Водопрочность определялась по методу Саввинова на колонке сит: >5; 5–3; 3–2; 2–1; 1–0.5; 0.5–0.25; <0.25 мм (образцы капиллярно насыщались сутки). Обработка полученных результатов проведена методом главных компонент и кластерного анализа (евклидовы расстояния, метод ближайшего соседа) в программе STATISTICA.

Почвы со всех 24 делянок имеют отличное структурное состояние по содержанию в них агрономически ценных агрегатов и коэффициенту структурности. Водоустойчивость структуры избыточно высокая и хорошая. Средний диаметр агрегатов от 3.6 до 6.1 мм, среднее значение 4.7 мм.

Кластерный анализ и метод главных компонент позволили выделить различия в структурном состоянии почв относящихся к одному типу и расположенных в переделах одного опытного участка, тогда как по общепринятым коэффициентам различий в их структуре нет. Результаты кластеризации согласуются с почвенной картой участка с выделенными подтипами.

Работа рекомендована д.с.-х.н., в.н.с. Д.В. Карповой и к.б.н., доц. по специальности «Агрофизика» Д.Д. Хайдаповой.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.С. Огородников

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

sir.ogorod@yandex.ru

The report deals with the problems of determining the regional soil standard. The difficulties of defining reference indicators are studied. A new method for determining soil standards is proposed.

Одной из фундаментальных проблем почвоведения является проблема выбора регионального эталона сравнения, применимого для оценки состояния почвенного покрова. В настоящее время можно выделить три основных подхода к определению эталонных значений показателей состояния почв:

– Значения на «фоновых» территориях. Фоновые почвы – почвы территорий, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени.

– Законодательно установленные показатели качества почвы, как компонента окружающей природной среды (ПДК, ОДК).

– Значения показателей свойств почв, характерных для «региональных эталонов» [1].

Для определения эталонных почв необходимо рассматривать комплекс химических, физических и биологических показателей. Многими исследователями предпринимались попытки разработки эталонов почв, с учетом региональных особенностей и специфики почвообразования конкретной местности.

Все существующие подходы можно разделить на две группы. К первой группе относятся эталоны, полученные на основе анализа состояния земель ООПТ, поскольку данные земли, по сравнению с другими, в меньшей степени подвержены антропогенному воздействию.

Вторая группа включает в себя эталоны почв на землях сельскохозяйственного назначения. Региональные эталоны используются для целей мониторинга и контроля за плодородием данных земель. Региональный эталон определяют или по данным обследований передовых хозяйств, характеризующихся лучшими агротехническими приемами и высокой урожайностью культур [1] или по репрезентативным данным почвенных обследований больших территорий. В последнем случае, для

обработки массивов данных используются различные математические и логико-математические модели и методы [2].

В работе предложен оригинальный метод определения почвенных эталонов с использованием ГИС-программ, апробированный по результатам почвенных обследований территории бывшего совхоза «Тихий Дон» в Куркинском районе Тульской области.

Литература

1. *Булгаков Д.С.* Методология агроэкологической оценки почв земледельческой территории. автореф. дисс. ... доктора биол. наук, 1999 г. – 48 с.

2. *Пивоварова Е.Г., Кононцева Е.В., Хлуденцов Ж.Г., Аверьянова И.П.* Математические модели региональных эталонов в агрохимическом мониторинге почв // Вестник Алтайского государственного Аграрного университета. – № 8 (178). – 2019. С. 54–62.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-34-90131.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

УДК 632.122

СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ ТЕХНОГЕННОЙ ПУСТОШИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОКСЕНОVOГО МАТЕРИАЛА

А.Г. Петрова, М.В. Слуковская, И.П. Кременецкая, А.И. Новиков
Петрозаводский государственный университет, petrova_anna93@mail.ru

The results of a field experiment on the remediation of industrial barren with highly contaminated peat soil near a copper-nickel plant using pyroxenite-vermiculite-lizardite waste material are presented.

Проблема деградации почв и образования техногенных ландшафтов имеет глобальный характер, что находит отражение в многочисленных работах по разработке подходов к ремедиации деградированных почв. В арктических и субарктических условиях восстановление ландшафтов происходит крайне медленно, а их деградация вследствие деятельности расположенных на этих территориях крупных металлургических предприятий может быть необратимой. В Кольском научном центре РАН разрабатывается технология восстановления экосистем с применением горнопромышленных отходов и термовермикулита. Поскольку

ку техногенная пустошь на Кольском полуострове занимает площадь более 2 тыс. га, для использования в данной технологии необходимо тестирование отходов различного минерального состава – от бедных до богатых питательными веществами материалов. В 2019–2020 гг. в полевом эксперименте изучена возможность создания растительного покрова на почвосмесях с использованием пироксенит-вермикулит-лизардитового материала из отходов добычи флогопита. В полевых условиях были сформированы почвосмеси путем перемешивания торфяной почвы (0–15 см) с минеральным материалом в соотношениях 25 %, 50 %, 75 % и контрольного варианта (100 % отходов). Для создания растительного покрова использовалась рулонная дернина из овсяницы тростниковой, выращенная с использованием термовермикулита фракции 2 мм.

В первый год эксперимента наибольшая биомасса растений была в варианте с долей мелиоранта 50 %, тогда как во второй год – в вариантах 25 % и 100 %. Влажность в первый год уменьшалась по мере увеличения доли минерального материала, во второй год она была минимальной в варианте 75 %. Увеличение доли отходов в почвосмеси приводило к снижению кислотности субстратов ($pH_{вод}$ от 3.72 до 8.61; pH_{KCl} – до 8.47). Содержание подвижных форм тяжелых металлов снижалось с увеличением доли пироксенового материала с 523 до 3 мг/кг для Cu и с 83 до 2 мг/кг для Ni, т.е. до ПДК в варианте 100 % отходов. Эмиссия CO_2 почвой в течение второго сезона в вариантах 50 % и 75 % была наиболее стабильной и составляла 85–110 мг $C-CO_2/m^2 \cdot сут$. Содержание подвижных форм P и Ca было минимальным в варианте 25 %, тогда как Mg, K и Fe – в варианте 100 %. Суммарный индекс токсичности $(C_{Ni}/M_{Ni}+C_{Cu}/M_{Cu}) / (C_{Mg}/M_{Mg}+C_{Ca}/M_{Ca})$ снижался по мере разбавления почвы отходами с 5.7 в варианте 25 % до 0.9 (75 %) и 0.04 (100 %).

В двухлетнем исследовании подтверждена перспективность технологии ремедиации торфяной почвы с использованием пироксенового материала.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Е.Ф. Марковской.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ
ВАРИАНТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА,
ПОСТРАДАВШЕГО ОТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

К.И. Петрова, М.В. Гучок

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

In the course of this study, it is proposed to make adjustments to the methodology for assessing soil damage, which will allow an objective assessment of the amount of damage in monetary terms.

Актуальность работы обусловлена невозможностью оценить реальный размер затрат на ликвидацию негативных последствий (рекультивацию), а также стоимость утраченной или поврежденной почвы, т.к. в настоящее время используются методические документы для оценки вреда, с применением стоимостных нормативов, которые носят нормативный характер и не отражают реальных потерь общества и природы. Поэтому существует необходимость внесения некоторых корректив в методику оценки, которые позволят дать объективную оценку размера вреда в денежном выражении.

Объектом исследования является участок земли Нижневартовского района ХМАО, расположенный в районе Саямторского месторождения, занятый отходами бурения.

В ходе исследования проанализированы 12 площадок с нефтезагрязненными отходами общей площадью 2.05 га и выполнены следующие мероприятия:

1. Отобранные образцы почвы исследованы на содержание нефтепродуктов, тяжёлых металлов, хлоридов, pH, электропроводность;
2. Выполнены геоботанические описания, включающих описания отвалов с разной степенью зарастания, условно фоновый участок;
3. Проведено фитотестирование;
4. Оценена степень деградации и величина ущерба.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

1. На месте объекта рекультивации зафиксированы представители краснокнижного вида растений рода *Dactylorhiza* и вид *Malaxis monophyllos*, а также по гребням отвалов имеются гнезда птиц, что свидетельствует о благоприятном состоянии участка.

2. Почвы считаются слабозагрязненными и категория загрязнения почв – допустимая.

3. Основным критерием благополучия потенциальных зон самовосстановления является состояние растительности и общее проективное покрытие.

4. Исходя из результатов фитотоксичности и оценки продуктивности растительных сообществ – исследуемый загрязнённый участок способен сам восстановиться без применения каких-либо рекультивационных работ. Следует учитывать этот факт при планировании работ по восстановлению и расчёту стоимости ущерба с целью исключения нанесения экосистеме большего вреда, чем тот, который уже нанесен при нефтезагрязнении почв.

5. Суммарная величина ущерба от загрязнения и от размещения отходов, рассчитанная по стандартной методике, составляет 527 млн руб.

Работа рекомендована д.б.н., профессором, зав. кафедрой земельных ресурсов А.С. Яковлевым.

УДК 631.4

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОДЗОЛОВ ПОСТПИРОГЕННЫХ СОСНЯКОВ ЛИШАЙНИКОВЫХ

Д.А. Севергина¹, В.В. Старцев²

¹Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, severgina.darja@gmail.com

²Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, aadymov@gmail.com

The upper pyrogenic mineral horizons of podzols of lichen pine forests were studied. The saturation of organic matter with nitrogen increases with a decrease in the density of the fraction. Reverse regularities are observed in the carbon content.

Интерес к лесным почвам бореальной зоны определяется значительными запасами углерода и азота, сосредоточенными в них. Пожары влияют на запасы органического вещества (ОВ) и способствуют увеличению вклада компонентов с высокой степенью разложения и пирогенно-модифицированного органического вещества.

Цель работы – оценка влияния пирогенного фактора на почвенное органическое вещество в подзолах сосняков Республики Коми и Красноярского края.

Было исследовано 8 разрезов подзолов иллювиально-железистых, формирующихся в постпирогенных сосняках лишайниковых Республики Коми (территория Печоро-Илычского заповедника) и Красноярского края (на базе международной обсерватории ZOTTO), пройденных пожарами в разные годы: 1, 23, 45, 79, 109, 113, 121 и 131 год назад. Были исследованы верхние пирогенные минеральные горизонты Еруг. Для выделения пулов ОВ применяли денсиметрическое фракционирование. В ходе анализа было получено три денсиметрические фракции: свободное ОВ ($COB_{<1.6}$ с плотностью $<1.6 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$), окклюдированное ОВ ($ООВ_{<1.6}$) и тяжелая фракция ОВ ($ТФ_{>1.6}$), связанная с минеральной матрицей.

По результату исследований выявлено, что для всех исследованных почв характерно преобладание в верхних пирогенных горизонтах тяжелой фракции $ТФ_{>1.6}$ (77.8–95.5 % масс.). Доли легких денсиметрических фракций значительно ниже: почвы Красноярского края содержат 2.3–10.5 % масс. $COB_{<1.6}$ и 0.7–4.1 % масс. $ООВ$; в подзолах Республики Коми 6.0–30.1 % масс. $COB_{<1.6}$ и 1.0–1.8 % масс. $ООВ_{<1.6}$. При этом максимальные концентрации общего органического углерода характерны для легких фракций свободного (0.02–21.5 %) и окклюдированного ОВ (0.002–21.9 %), минимальные – для тяжелой фракции (0.02–0.10 %).

Также показаны различия по содержанию изотопов ^{13}C и ^{15}N в разных денсиметрических фракциях. Наиболее низкие концентрации выявлены для легких фракций $COB_{<1.6}$ (–23.2...–22.4 ‰) и $ООВ_{<1.6}$ (–23.2...–22.0 ‰), несколько более высокие значения ^{13}C характерны для тяжелой фракции $ТФ_{>1.6}$ – от –22.8 до 21.7 ‰. По содержанию изотопа ^{15}N выявлены обратные закономерности.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 19-29-05111 мк.

Работа рекомендована д.б.н., доц. А.А. Дымовым.

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ЛАНДШАФТОВ
СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

М.А. Смирнова¹, А.Г. Нарожняя², М.А. Петина²

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
summerija@yandex.ru

²Белгородский государственный национальный исследовательский
университет

The moisture content of chernozems to a depth of 2 m under shelter-belt and in adjacent fields was studied in April – October 2020 (1820 samples). The arable soils have more moisture storage than soils of shelterbelts (soils located to the west from the shelterbelt wetter than the soil located to the east). The strongest drying out of shelterbelts soils is observed in April.

Изучение динамики влажности почв проведены на двух участках, соответствующих условиям наиболее влажной (участок «Бондарев», ГТК= 1.24) и наиболее сухой (участок «Приветный», ГТК = 1.02) лесостепи юга Среднерусской возвышенности (Белгородская область). Объекты исследования – черноземы ровных водоразделов с большой глубиной залегания грунтовых вод в центральных частях полевых лесополос меридиональной ориентировки и на разном удалении от края лесополос (в 20, 40 и 60 м) – на прилегающих пашнях. Измерения полевой влагоемкости проводились с интервалом в 1 месяц с апреля по октябрь 2020 года в двух дублирующих скважинах до глубины 2 метра (последовательный отбор каждые 20 см) в каждой точке опробования согласно ГОСТ 28268-89. Всего было пробурено 182 скважины и отобрано 1820 проб. Почвы участков характеризовались разным содержанием влагозапасов (обусловленным как специфичностью складывавшихся погодных условий, так и характером выращиваемых культур: соей на участке «Приветный», кукурузы, озимой пшеницы на участке «Бондарев»). Средние значения влажности черноземов в 2-метровой толще почвы под лесополосой находились в диапазоне 14–15 %, в почвах пашен – 16–17 % (участок «Бондарев»); 15–16 % и 19–20 % соответственно в почвах участка «Приветный». Общей тенденцией для почв участков являлось иссушение почвенных профилей под лесополосами до глубин 80–100 см в весенний период по сравнению с прилегающими пахотными черноземами. В апреле – мае отмечалось расширение зоны иссушения, распространявшейся на расстояние до 10 м от краев лесополос.

лос в сторону пашен, что обусловлено десукцией корневых систем деревьев лесополос, распространяющих свое влияние на прилегающие участки пашни. На полях, расположенных к западу от лесополос, влажность почв превышала аналогичную характеристику для полей, расположенных к востоку от лесополос, что вероятно связано с преобладающим западным переносом воздушных масс и более интенсивным увлажнением дождями наветренных участков перед лесополосами по сравнению с подветренными участками.

Исследования проведены за счет Российского научного фонда – проект РФФ № 19-17-00056.

Работа рекомендована д.г.н., проф. Ю.Г. Чендевым.

УДК 631.4:631.6

ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Е.Е. Сонгулов^{1,2}

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова

²Казахский национальный аграрный университет, Казахстан, Алматы, ersultansongulov@gmail.com

The studies carried out will make it possible not only to state the degree of soil degradation, but also to reveal the patterns of manifestation of responses of the main types of soils in the series of vertical zoning of the foothill plains of South Kazakhstan to anthropogenic impacts of the same type.

Последние данные о состоянии земельных ресурсов региона относятся к 80-м годам прошлого столетия, а интенсивное использование их привело к значительной антропогенной трансформации. В связи с этим назрела необходимость оценки современного состояния сероземных почв Шаульдерского ирригационного массива и уровня их плодородия.

В Казахстане до настоящего времени отсутствует научно-разработанная методика почвенного картографирования и оценки земельных ресурсов, основанных на современных компьютерных технологиях, что и определяет своевременность и актуальность предлагаемой работы.

Применение инструментальных методов связано с лабораторными аналитическими исследованиями отобранных образцов, которые проводились по общепринятым методикам. Составление предварительного макета почвенной карты тестового участка (1: 100 000) проводилось с применением традиционных методов картирования, а также с использованием ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования. Основным методом обработки космической информации является косвенное индикационное дешифрирование, которое основывается на установлении взаимосвязи почвы с компонентами ландшафта, получившими наилучшее отображение на космических снимках.

На территории массива орошения восточная часть Шаульдерского массива (окрестности пос. Актобе) проведено рекогносцировочное обследование с составлением почвенной карты (площадь 29.3 тыс. га) и выбором репрезентативных территорий для применения технологии повышения плодородия засоленных почв и урожайности кукурузы в пилотных хозяйствах.

Почвенная карта составлена с использованием традиционных методов маршрутной съемки. Легенда к почвенной карте разработана в соответствии со систематическим списком почв и содержит 16 номеров. Каждый контур несет информацию по структуре почвенного покрова (комплексы, сочетания, пятнистости), по таксономической принадлежности почвенных компонентов в соответствии с номерами легенды (до двух в контуре), их процентному соотношению.

Изучено морфологическое строение почв восточной части Шаульдерского массива орошения. Для этого при заложении почвенных разрезов выделялись генетические горизонты в профиле почв, по ним производилось детальное описание морфологических свойств почв (цвет, влажность, уплотнение, наличие корешков, структура почвы, полевое определение механического состава, наличие карбонатных и солевых новообразований).

Работа рекомендована к.б.н. К.М. Пачикиным и к.с.-х.н. Т.Р. Рыспековым.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО
РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ
ЛАНДШАФТАХ (НА ПРИМЕРЕ ТЭЦ – 5 г. НОВОСИБИРСК)

М.В. Степанова

Новосибирский государственный аграрный университет,
maria44421@gmail.com

As a result of complex studies, the soil and ecological state of the disturbed surface of the ash dump was studied. The analysis of the main properties of the soil and with the use of reclamation, and in the conditions of self-restoration.

Современные темпы урбанизации зачастую приводят к отчуждению вокруг городов значительных земельных территорий с образованием, как сказал С.С. Трофимов, «индустриальных пустынь». К техногенно-нарушенным объектам относятся золоотвалы ТЭЦ, которые являются существенным источником загрязнения окружающей среды.

Цель работы – оценить степень восстановления техногенно-нарушенного ландшафта с помощью мероприятий по рекультивации и самовосстановления. В ходе исследования были определены основные почвенные физические и агрохимические показатели (гранулометрический состав, реакция почвенного раствора, содержание органического углерода, содержание основных элементов питания НРК).

Исследования проводились на территории отработанного золоотвала № 1 ТЭЦ – 5 г. Новосибирска. Общая площадь поверхности составляет 41.4 га. В 2008 году наполнение золоотвала достигло проектных отметок. Золоотвал состоит из двух секций – рекультивируемого (секция 1) и нереккультивируемого (секция 2) участков, разделенных дамбой. Мероприятия по рекультивации проводились на секции 1 в 2010 году, а именно осуществлено перекрытие золы потенциально-плодородными породами лессовидных суглинков мощностью 30–60 см. Почвенный покров секций представлен эмбриоземами.

На основании результатов аналитических исследований выявлено, что гранулометрический состав секции 1 имеет гомогенный характер и представлен средним суглинком. Секция 2 имеет гетерогенность по гранулометрическому составу, исследуемые точки показали наличие супеси, среднего и легкого суглинков, что свидетельствует о медленных процессах самовосстановления почвенного покрова и снижает скорость объединения горизонтов в почвенный профиль. Анализ почвенного рас-

твора показал щелочную реакцию среды в разных секциях, что лимитирует доступность элементов питания растениям, а также подавляет деятельность микроорганизмов. Содержание органического углерода составило максимально 3.8 %, что можно объяснить содержанием несгоревших углистых частиц, а не процессами педогенеза. Варьирование элементов питания в секциях препятствует биологическому освоению и самовосстановлению территории. На секции 1 сформировался довольно устойчивый травостой, что говорит о более благоприятных условиях для восстановления экосистемы техногенного объекта.

Таким образом, полученные исследования дали основания оценить восстановление территории золоотвала и установить необходимость в дальнейшем проведении мероприятий по рекультивации.

Исследования проводились совместно с Институтом Почвоведения и Агрохимии СО РАН с сотрудниками лаборатории рекультивации почв.

Работа рекомендована к.б.н., доц. С.Л. Добрянской.

УДК 631.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА

Ю.Р. Тимофеева

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург
Tima204@yandex.ru

The component composition and structure of soil cover of the territory in the area of extraction of sand and gravel material has considered. The soils formed on abandoned quarry productions has described.

Одним из наиболее мощных видов антропогенного воздействия на почвенный покров является горнодобывающее производство.

В настоящее время в Ленинградской области в основном разрабатываются участки недр, содержащие общераспространенные полезные ископаемые, из них пески и песчано-гравийные смеси составляют 55.5 % от общего объема добычи (Справочник недропользователя, 2019).

Исследование проходило на востоке Ленинградской области в Тихвинском районе. Объект исследования – почвенный покров карьера «7-й барак», эксплуатация которого прекращена в 90-х годах XX века, с прилегающей к нему территорией.

Карьер расположен в зоне флювиогляциальных отложений, что обуславливает преобладание в почвенном покрове почв, формирующихся на крупно- и разнозернистом песке.

Исследуемый участок представляет собой несколько зон: территория старой выработки карьера, где эксплуатация завершилась около 30 лет назад; территория, периодически используемая для добычи песчано-гравийного материала; подъездные грунтовые дороги; территория, находящаяся под рекреационной нагрузкой; территория естественных почв условно-ненарушенных.

Естественные почвы вокруг территории карьера представлены дерново-подбурами. На поверхности всех почв выделяется привнесенная песчаная прослойка. Однако, выделить ее как самостоятельный признак невозможно, ввиду незначительной мощности.

Переуплотненные, абрадированные, стратифицированные дерново-подбуры образуются под кострищами, участками автомобильных стоянок и зон отдыха. Это свидетельствует о рекреационной нагрузке, несмотря на то, что заброшенный карьер не заполнен водой и находится не в пешей доступности от населённых пунктов.

Разработка карьеров всегда сопровождается прокладкой автомобильных дорог. Подъездные грунтовые дороги участка представляют собой комплекс стратоземов и стратифицированных почв, а также, переуплотненных дерново-подбуров в межколеинном пространстве. Почвенные ареалы этих почв имеют линейную форму.

Территория карьера различается по сроку завершения добычи. Участок, где разработка завершена более длительный период назад, представлен псаммоземами гумусовыми. В растительности преобладает сосна обыкновенная возрастом около 30 лет, высаженная рядами. Отмечается мощная подстилка (до 5 см). Весь профиль почв обильно пронизан корнями.

Почвенный покров участка недавнего срока прекращения эксплуатации представлен комплексом псаммоземов типичных и оподзоленных с непочвенными образованиями.

Почвенные ареалы на обеих частях карьера имеют малую площадь и изоморфную форму. Современная структура почвенного покрова территории карьера «7-барак» представлена контрастной мозаикой.

Исследование выполнено при поддержке Гранта РФФИ № 19-04-01184 А.

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

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

В.С. Токмакова

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

The article studies the physical and mechanical properties of zonal soils in the European part of Russia. Stickiness, swelling, shrinkage, plasticity limits are considered. Obtained data is analyzed and compared with data from literary sources.

Исследования физико-механических свойств позволяют дать представление об устойчивости почвы к воздействию внешней нагрузки. Они зависят от множества свойств почвы, главные из которых: гранулометрический, минералогический и химический состав, содержание органического вещества.

Проведена комплексная оценка физико-механических свойств зональных почв во взаимосвязи с их физическими и химическими свойствами.

Работа имеет и прикладное значение, ведь полученные результаты могут быть интересны при проведении строительных работ и инженерно-геологических изысканий. Они могут оказаться полезны при конструировании сельскохозяйственных орудий и машин, расчетов сопротивления почвы при ее обработке и прохождении техники по ее поверхности т.к. физико-механические свойства почвы влияют на износ орудий. Учитывая растущий интерес к изучению и созданию почвенных конструкций, изученные физико-механические свойства почв могут представлять интерес при конструировании почв.

Для выполнения цели работы – определения основных физико-механических свойств почв, необходимо было выполнить следующие задачи. Определить липкость, усадку, набухание, нижнюю границу пластичности, предел текучести образцов почвы. Провести анализ данных, выявить закономерности распределения свойств и сопоставить результаты с уже имеющимися в литературных источниках.

Объектами исследования являются почвы, отобранные в естественных условиях различных природных зон – тайги (подзолистая контактно-глубокоосветленная профильнооглеенная), степи (агрочернозем урбостратифицированный миграционно-сегрегационный) и влажных субтропиков (желтозем глееватый галечниковый).

Определение набухания и усадки производилось с использованием прибора ПНГ-1, липкости – с использованием прибора для определения липкости грунтов и почв (ПЛГ-Ф) в соответствии с ГОСТами. Верхняя и нижняя границы пластичности определялись при помощи балансирного конуса Васильева и методом скатывания в шнур соответственно (Вадюнина, Корчагина, 1986).

Кроме изменения физико-механических свойств почв при движении с севера на юг по территории Европейской части России, рассматривается также их распределение по почвенному профилю. Результаты экспериментов подтверждают литературные данные: липкость, усадка, набухание и пределы текучести зависят от минералогического и гранулометрического состава почвы. Даны рекомендации по использованию данных почв при создании искусственных почвенных конструкций на территориях прилежащих городов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой.

УДК 631.40

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ БУРЫХ АРИДНЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

А.А. Уталиев

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
ars.utaliev94@gmail.com

The paper presents materials for studying the effect of liquid humic fertilizer on the biological activity of melons and gourds in an arid climate. It is shown that the use of organic fertilizers contributes to an increase in the content of humus in the soil in the arable horizons and to obtaining higher yields.

Земли сельскохозяйственного назначения остаются основным богатством Астраханской области. Проблема воспроизводства плодородия почв, повышения урожайности и качества продукции при одновременном снижении техногенной нагрузки на агроэкосистемы решается в настоящее время за счет использования биологических технологий земледелия. Органические удобрения остаются одним из основных видов биологического земледелия.

Исследования проводились на землях сельскохозяйственного назначения, почвенный покров которых представлен бурыми аридными почвами, находящимися в залежи 3 года. Район исследований располо-

жен в зоне Южной Сарпинской низменности. Растительный покров представлен *Artemisia lerchiana*, *Tanacetuma chillefolium*, *Festucavalesiaca*, *Poabulbosa*, *Stipacapillata*, *Anizanthectorum*, задернованность 50 %, злаково-ромашково-лерхопольное сбитое сообщество.

Для оценки агрохимического состояния почв использовали следующие показатели: содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия, рН почвы, содержание гумуса и степени засоления. Отбор почвенных образцов проводили из пахотного слоя до посева бахчевой культуры и внесения основного удобрения, а также после сбора урожая. Агрохимический анализ почвенного покрова проводился по апробированным методикам.

Изучение физико-химических свойств бурых полупустынных почв показало очень низкое содержание гидролизуемого азота, средневзвешенное составило 29.6 мг/кг; средневзвешенное содержание фосфора – 21.6 мг/кг, и в целом по участку находилось в категории низкого содержания; обменный калий варьировал от 201 мг/кг до 212 мг/кг. Содержание гумуса на участках находится в группе очень низкой обеспеченности. Почвенные образцы участков относятся к категории слабощелочных почв, их значение рН варьирует от 8.0 до 8.2.

Полевой опыт проходил на фоне применения минерального удобрения (нитроаммофоска (16:16:16) в расчете 300 кг ф.в./га), внесенного под посевную культуру), и применения удобрений в системе капельного орошения (аммиачная селитра (34:0:0) в расчете 200 кг ф.в./га). После вегетационного периода наблюдалось увеличение подвижного фосфора (средневзвешенное составило 52 мг/кг) и обменного калия (средневзвешенное составило 297 мг/кг). На участках, обработанных органическим гуминовым удобрением в дозе 0.800 л/га (рН нейтральный 6.5–7.5, содержание действующего вещества – гуминовых кислот – до 70 г/л), произошло увеличение содержания гумуса с 0.43 до 0.52 %. Также урожайность повысилась до 40 ц/га, в сравнении с 35 ц/га на контрольных участках.

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

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ
АГРОЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

С.С. Филатова

Красноярский государственный аграрный университет,
sofya_filatova_95@mail.ru

The use of organic and mineral fertilizers in agrochernozeem has a different effect on the humus state of the soil. The introduction of vermicompost in different norms contributes to an increase in the content of humus and its mobile forms, and the use of mineral fertilizers leads to a decrease in these indicators in the soil

Применение минеральных и органических удобрений по разному влияет на гумусное состояние агрочернозема в условиях Красноярской лесостепи.

Целью исследования является оценка влияния удобрений на гумусное состояние агрочернозема при возделывании картофеля.

Метод исследования. Проведен полевой мелкоделяночный опыт на агрочерноземе глинисто-иллювиальном типичном в Сухобузимском районе УНПК «Борский» в условиях Красноярской лесостепи по следующей схеме: 1) Контроль (без удобрений); 2) Вермикомпост (ВК), 3 т/га; 3) Минеральные удобрения (МУ) в дозе, эквивалентной 3 т/га ВК; 4) ВК, 5 т/га; 5) МУ в дозе, эквивалентной 5 т/га ВК; 6) ВК, 7 т/га; 7) МУ в дозе, эквивалентной 7 т/га ВК. Повторность опыта – четырехкратная с последовательным размещением делянок, площадью 10 м². Вермикомпост и минеральные удобрения вносили при посадке картофеля сорта Арамис в лунки вручную в третьей декаде мая. Схема посадки клубней 70×35 см.

Результаты. Все исследуемые варианты опыта характеризуются высоким содержанием углерода гумуса. Внесение минеральных удобрений в почву снижает величину гумуса. Тенденция повышения содержания гумуса в агрочерноземе заметна при внесении 5 и 7 т/га вермикомпоста. При этом варьирование содержания гумуса в указанных вариантах почвы является незначительным. В составе гумуса агрочернозема преобладают стабильные гумусовые вещества, прочно связанные с минеральной частью почвы, и составляют 84 % от С_{гумуса}. Внесение минеральных удобрений способствует минерализации гумуса, приводящей к уменьшению содержания углерода в стабильной части гумуса на 77–773 мг/100 г. Вермикомпост, наоборот, увеличивает количество ста-

бильного гумуса в почве на 74–145 мг С/100 г в зависимости от варианта опыта. Максимальному росту запасов стабильной части гумуса способствует внесение 7 т/га вермикомпоста. В меньшем количестве по сравнению со стабильным гумусом в почве контрольного варианта накапливаются подвижные гумусовые соединения. Их количество составляет 703 мг/100 г, что в 1.8 раза ниже, чем весной. Вермикомпост, внесенный в агрочернозем в количествах 3 и 7 т/га, способствуют накоплению подвижных гумусовых веществ в почве подвижными компонентами на 25–93 мг/100 г. Внесение минеральных удобрений снижают содержание подвижных веществ гумуса в почве в осенний период отбора образцов на 190–292 мг С/100 г почвы.

В составе подвижных гумусовых веществ агрочернозема доминируют соединения, экстрагируемые 0.1 н. щелочью, содержание которых составляет 653 ± 111 мг С/100 г. Коэффициент вариации равен 38 %. При применении 3 т/га вермикомпоста количество экстрагируемых 0.1 н. NaOH гумусовых веществ незначительно на 24 мг/100 г возрастает к контролю; при увеличении нормы внесения остается на уровне контроля. Коэффициенты вариации в рассмотренных вариантах опыта – средние. Применение минеральных удобрений снижает количество экстрагируемых 0.1 н. щелочью веществ в двух вариантах на 190–297 мг/100 г.

Отмечена тенденция повышения водорастворимых органических соединений в почве, удобренной органическими и минеральными удобрениями в максимальных дозах. Высокие и очень высокие значения коэффициентов вариации указывают на динамичность данного показателя. Доля водорастворимого гумуса небольшая по всем вариантам опыта и варьирует в пределах 1.2–1.4 %. Почва контрольного варианта соответствует рыхлому сложению (0.87 г/см³). Уменьшение плотности сложения почвы на достоверно значимую величину до 0.8 г/см³ происходит в варианте с применением вермикомпоста в норме 5 т/га. Следует отметить снижение показателя и при использовании минеральных удобрений до 0.73 – 0.75 г/см³. Отметим, что для почв сельскохозяйственной зоны Красноярского края, как правило, характерна пониженная плотность сложения, которая не достигает даже рекомендуемых для них оптимальных значений. Фактором рыхлости почв региона является периодическое иссушение летом и промерзание зимой, длительное пребывание их в мерзлом состоянии, хорошее структурное состояние и значительная степень гумусированности. Почва контрольного варианта характеризуется средними запасами гумуса, которые составляют 131 т/га. При внесении в агрочернозем 3 и 7 т/га вермикомпоста отмечается тенден-

ция повышения запасов гумуса к контролю, но они также характеризуются как средние.

Вывод. Применение минеральных удобрений достоверно снижает запасы гумуса до низкого уровня (99 т/га), что обусловлено содержанием гумуса и плотностью сложения почвы в рассмотренных вариантах.

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

УДК 330

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖЕЙ УЧЕБНО- ОПЫТНОГО ХОЗЯЙСТВА «НАЧАЛО»

А.Х. Хасанова

Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия,
khasanova.amie@gmail.com

Soil as physical body is largely determined by the composition of interacting soil phases. In this article we want to consider how different physical properties influence its structure. In particular, the density and field humidity of soil. As it is considered that these values are interconnected and influence directly on the fertility of the soil.

Агрофизические свойства играют важную роль в агроценоотическом метаболизме. Они обуславливают скорость биогеохимических циклов, активность почвенной биоты, процессы трансформации вещества и энергии.

Цель работы – анализ пространственной изменчивости физических свойств аллювиальных луговых почв залежи учебно-опытного хозяйства «Начало» Астраханского государственного университета.

Астраханская область – это район пустынно-степного типа почвообразования, характеризующийся малым количеством атмосферных осадков, сухостью воздуха и высоким испарением. Климатические условия региона определяют превалирующее развитие процессов дефляции и физического выветривания, способствующих широкому развитию пустынных геосистем.

Актуальной проблемой Астраханской области является засоление. Необходимость проведения солевой съемки объясняется географическим положением области, а также влияет на рост и развитие возделываемых сельскохозяйственных культур.

В качестве объекта исследования выбраны почвы земельного участка, выведенного из сельскохозяйственного оборота более 15 лет. В настоящее время эти земли находятся на балансе Астраханского государственного университета и относятся к учебно-опытному хозяйству «НАЧАЛО». Почвенный покров исследуемой территории представлен аллювиальными луговыми карбонатными почвами на рыхлых аллювиальных отложениях.

Отличительной чертой почв исследуемой территории является оторванность их от паводкового режима вследствие обваловки территории, почвы находятся под воздействием капиллярного увлажнения.

Для изучения физических свойств почв (плотность, полевая влажность) и оценки агрофизического состояния почвенного покрова территории исследования использовали метод равномерной сетки с GPS-сопровождением.

Исследований почвенного покрова залежей, свидетельствует об уплотнении почвенного покрова. При высокой плотности (от 1.3–1.4 г/см³), наблюдаются низкие показатели порозности почвы и полевой влажности (18–20 %), следовательно, идет нарушение водно-воздушного режима, который оказывает отрицательное влияние на питательный режим растений.

Таким образом, не удовлетворительное состояние физических свойств, усугубляющиеся антропогенным влиянием, ставят вопрос об использовании почв, как никогда актуальным.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедрой, Л.В. Яковлева.

УДК 630*114.30

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ АНДОМСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Р.А. Хрусталева, А.А. Яковлев

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова, hru.r@yandex.ru

This article contains studies of soil-forming rocks and some soils in the conditions of the Andoma Mountain natural monument.

Обрывистые склоны Андомы горы (Вытегорский район, Вологодская область) позволяют изучать во всех особенностях геологическое строение региона.

Данное исследование почвенных характеристик проводилось на расстоянии от уступа (глинта) в разных условиях фитоценоза.

Проведенный агрохимический анализ показал, что наличие карбонатов, независимо от их количества в разных породах (от 31 % в светлых породах до 11 % в красноцветных) способствует повышению степени насыщенности пород, а впоследствии и почв, сформированных на них, основаниями. Установлено, что обеспеченность как пород, так и почв азотом очень низкая, однако отмечается тенденция к повышению этого показателя в глинистых породах и в почве под травянистой растительностью.

Было выявлено, что горные породы на территории Андомской возвышенности потенциально способствуют образованию почв, на которых смогут формироваться высокопродуктивные древостой. Однако, под влиянием Онежского озера идет разрушение глинта и уничтожение имеющегося скудного древостоя. Абразионные процессы приводят к смыву пород в воды озера.

Было заложено два визира. Визир 1 – расположен дальше от уступа, Визир 2 – ближе к уступу. На первом визире встречается ольха и осина, на втором визире ель и сосна. Характерным типом таежных древостоев являются ельники, в низинном ярусе которых встречаются бореальные травянистые растения – кислица, майник, мелкие папоротники. Результаты исследований живого напочвенного покрова показали, что 100 % встречаемостью обладает кислица обыкновенная – типичный представитель хвойных лесов таежной зоны. В совокупности с мегатрофами – майником, манжеткой, ландышем малиной они позволяют отнести данные эдафические условия к богатым типам условий местобитания.

Исследование показало, что почвы обоих визиров имеют нейтральную реакцию среды и отличаются высоким плодородием, причем на 2 визире показатели выше. Также были заложены почвенные разрезы по двум визирам и на прилегающем к уступу поле. На втором близлежащем к уступу визире почва была в пользовании колхоза. По морфологическим признакам она относится к среднекультуренной слабоподзолистой иллювиально-железистой суглинистой на суглинистых породах. На первом визире почва хорошо окультуренная иллювиально-железистая супесчаная на суглинистых породах. И третий разрез на территории поля среднекультуренная слабоподзолистая суглинистая на суглинке.

Различия в морфологических характеристиках почв связаны с различием в гранулометрическом составе: ближе к уступу почвы более

легкие в верхней части профиля, дальше от уступа, по направлению к полю механический состав становится более тяжелым, приближаясь к составу горной породы и иллювиального горизонта.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Л.С. Богдановой.

УДК 574:631.436.6(571.56)

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КРИОЗЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ АЙХАЛЬСКОГО ГОРНО-
ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА (АК АЛРОСА, РС (Я))

О.В. Шадринова

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 results of a study of the gross chemical composition of the cryosols are presented.

Элементный состав является важной химической характеристикой почв, на которой основывается представление об их свойствах, генезисе и плодородии. Исследования проводились в пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля на территории Западной Якутии, в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Целью исследования являлось изучение элементного состава зональных типов почв и интенсивность процессов почвообразования в северо-таежных ландшафтах на основе расчета геохимических коэффициентов.

Исследования включали морфологическое описание и физико-химический анализ свойств. Почвенные разрезы заложены на территории промышленной площадки Айхальского ГОКа АК АЛРОСА с учетом степени нарушенности ландшафтов. Отбор почвенных образцов проводился по генетическим горизонтам. Всего пройдено 9 почвенных разрезов в природных не нарушенных биотопах на всю глубину оттайки и отобрано 30 проб почв. Диагностика почв проводилась согласно классификации почв России (2004). Валовое содержание оксидов определено в лаборатории Отдела физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН.

На территории доминируют криозем типичный O-CR-C, криозем грубогумусированный Oao-CR-C и криозем перегнойный Oh-CR-C.

В структуре оксидов характерно преобладание SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO и Fe_2O_3 , что является отражением влияния интрузивных пород основного состава. Закономерное увеличение их содержания происходит с глубиной. В криоземах наблюдается небольшое накопление P_2O_5 в верхних горизонтах с уменьшением содержания вниз по профилю. Вариации геохимических коэффициентов выявили слабую дифференциацию почвенного профиля всех исследуемых типов криоземов. По среднему весовому содержанию разные типы криоземов отличаются на уровне вариаций CaO-MgO , Fe_2O_3 , K_2O и TiO_2 : криозем грубогумусированный: $\text{SiO}_2 \gg \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{TiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5$; криозем типичный: $\text{SiO}_2 \gg \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{MgO} > \text{TiO}_2 > \text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5$; криозем перегнойный: $\text{SiO}_2 \gg \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{TiO}_2 > \text{Na}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5$.

Формирование слабо дифференцированного почвенного профиля криоземов и относительно равномерное распределение элементов по генетическим горизонтам происходит, прежде всего, под влиянием криотурбационных процессов, способствующих перераспределению органического вещества и карбонатов по вертикали почвенного профиля.

Исследование выполнено при поддержке Госзадания Минобрнауки РФ FUEM-2019-0003.

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

УДК 631.8.022.3: 635.64

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.С. Шепелев

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
аграрный университет», vnalix@bk.ru

The paper examines the correlation between the species composition of an oil destructor and the efficiency of the decomposition of oil hydrocarbons when growing crops. For this, a comparison is made of the degree of decomposition of petroleum hydrocarbons by decomposers of various compositions.

Цель исследования – отследить различие между эффективностью применения различных биопрепаратов на загрязненных углеводородами

нефти почве. В статье приводятся и анализируются результаты опыта, в котором производилась биодеструкция нефтепродукта несколькими различными биопрепаратами на фоне выращивания сельскохозяйственных культур.

Таблица. Разложение нефтепродуктов биопрепаратами, при выращивании ячменя.

Варианты опыта	Содержание нефтепродуктов мг/кг через 90 дней	Степень деградации в %, через 90 дней
Контроль	—	—
НРК-фон	—	—
Фон+2000 мг/кг нефтепродукта	1920	4.0
Фон+6000 мг/кг нефтепродукта	5850	2.5
Фон+10000 мг/кг нефтепродукта	9490	5.1
Фон+2000 мг/кг + Биопреп. № 1	1830	8.5
Фон+6000 мг/кг + Биопреп. № 1	5610	6.5
Фон+10000 мг/кг + Биопреп. № 1	9230	7.7
Фон+2000 мг/кг + Биопреп. № 2	1640	18.0
Фон+6000 мг/кг + Биопреп. № 2	5060	15.7
Фон+10000 мг/кг + Биопреп. № 2	8140	18.6

Степень деградации нефтепродукта значительно коррелирует между разными биопрепаратами (табл.). Связаны такие различия в первую очередь с тем, что все биопрепараты имеют различные свойства, ввиду разного микробиологического состава. Следует также заметить, что варианты, в которых применялся биопрепарат № 2, показали большую степень разложения по сравнению с биопрепаратом № 1 – в 2.1–2.4 раза, а по сравнению с вариантом без деструктора разница была в 3.6–6.3 раз.

Разница в скорости деструкции, вероятнее всего обуславливается тем, что при различном составе биопрепарата образуются различные ферментативные симбиотические связи.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Р.С. Гамзаевой.

УДК 631.40

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ И ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

К.П. Шехтер

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
k.shehter@mail.ru

The cadastral value of agricultural soils is calculated for Astrakhan and Volgograd regions. The sensitivity of the cadastral value estimation approaches to soil-geographical factors is demonstrated. The cadastral value is significantly reduced under conditions of the development of the processes of salinization and alkalization. Irrigation increases the cadastral value up to 100 %, while increasing the normative crop yield.

Астраханская и Волгоградская области входят в состав Южного федерального округа. Факторы почвообразования различны, области характеризуются обилием тепла и недостатком увлажнения. Однако сумма годовых осадков Волгоградской области в 1.5–2.0 раза больше, чем Астраханской. В связи с этим агроклиматический потенциал и нормативная урожайность Волгоградской области значительно выше. Из земель сельскохозяйственного назначения Астраханской области под пашню пригодно не более 8.8 % (286.9 тыс. га), а суммарно под сенокосы и пастбища 90.6 % от общей площади [1]. Из земельного фонда Волгоградской области земли сельскохозяйственного назначения составляют 80 % или 9121.6 тыс. га [1]. В структуре сельскохозяйственных угодий доля пашни равна 70 %, на сенокосы и пастбища суммарно приходится 35 %. Наибольшая распаханность продуктивных почв в черноземной и каштановой зонах. На севере области естественные кормовые угодья составляют 20 % общей площади. В южных и восточных районах области почвы в большей мере не пригодны под пашню.

Для Астраханской и Волгоградской областей, расположенных в южном федеральном округе Российской Федерации, по Шкалам

ВИСХАГИ было выделено соответственно 6 и 25 наиболее показательных типов и подтипов почв. Для них были рассчитаны удельные показатели кадастровой стоимости по методическим указаниям по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения № 226 от 12.05.2017 г. [3] и нормативная урожайность для культур, пригодных к выращиванию [6]. Астраханская область характеризуется низкими значениями удельных показателей, которые варьируют от 600 руб./га (солонцы каштановые) до 38 600 руб./га (аллювиальные дерновые насыщенные). Сильная дифференциация стоимости почв обусловлена влиянием негативных свойств и различиями в показателях агроклиматического потенциала. Удельные показатели кадастровой стоимости для почв Волгоградской области выше. Область состоит из шести агроклиматических подзон, коэффициент увлажнения уменьшается с северо-запада на юго-восток, что, в свою очередь, отражается на величине агроклиматического потенциала, нормативной урожайности и, соответственно, величине кадастровой стоимости. Максимальные значения кадастровой стоимости отмечены для черноземов области (40 900–130 200 руб./га), различия в стоимость обусловлены отсутствием негативных свойств, наибольшим содержанием гумуса и наибольшей мощностью гумусового горизонта. Для черноземов также характерны наиболее высокие значения нормативной урожайности. В особенности для первой и второй агроклиматических подзон. Максимальный показатель нормативной урожайности зерновых (35.6 ц/га) соответствует черноземам обыкновенным первой агроклиматической подзоны, наименьшие показатели у каштановых (17.6 ц/га), светло-каштановых (19.2 ц/га) и лугово-каштановых (21.7 ц/га) почв.

На примере данных областей рассмотрено влияние орошения на изменение величины кадастровой стоимости. При орошении богарных земель удельные показатели кадастровой стоимости увеличиваются на 45–100 % в зависимости от изначальной увлажненности почвы. Стоимость каштановых почв шестой агроклиматической подзоны Волгоградской области (АП 4.2) при орошении возросла с 16 300 руб./га до 37 100 руб./га (более 100 %). Для Астраханской области наибольшее увеличение стоимости соответствует аллювиальным луговым насыщенным почвам: с 26 900 руб./га до 46 000 руб./га (70 %). В результате орошения появляется возможность выращивать высокодоходные сельскохозяйственные культуры, значительно возрастает величина нормативной урожайности.

На территории Волгоградской области особо ценные продуктивные земли федерального значения составляют 456.9 тыс. га, региональ-

ного – 2550.9 тыс. га, всего – 34.4 % территории области. На территории Астраханской области не выделены особо ценные земли федерального и регионального значения.

Литература

1. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году»*. М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

2. *Единый государственный реестр почвенных ресурсов России*. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768 с.

3. *Методические указания о государственной кадастровой оценке*. Утверждены Приказом Минэкономразвития № 226 от 12 мая 2017 г.

4. *Полунин Г.А., Алакоз В.В., Носов С.И., Оглезнев А.К., Бондарев Ю.Е.* Особо ценные земли Российской Федерации: Учебно-практическое пособие. Вып. 2: Южный Федеральный округ. – М.: ООО «Про-Аппрайзер», 2017. – 84 с.: ил – (Серия «Особо ценные земли Российской Федерации»).

5. *Пиеничников А.П., Носов С.И., Оглезнев А.К., Бондарев Б.Е., Гладков А.А., Сапожников П.М.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611028 «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения», 2019 г.

6. *Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации* / Под ред. С.И. Носова. М., 2010. 208 с.

Работа рекомендована д.с.-х.н., в.н.с. П.М. Сапожниковым.

Секция IV

*Почва –
полифункциональная система*

QUALITY OF HUMIC SUBSTANCES IN THE DIFFERENT CROP ROTATION SYSTEMS

J. Prudil

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

The effect of crop rotation system (Monoculture of spring barley and Norfolk crop rotation system) and tillage system (conventional and minimum tillage) on carbon content and quality was studied in the intensively used agricultural land. The experimental plots of Mendel University in Brno (locality Žabčice) were established in 1970. Besides different types of sowing procedures, conventional tillage and minimum tillage, herbicides application and others agricultural practices are studied there. Soil was classified as weakly acid and heavy textured Gleyic Fluvisol. Total organic carbon content (C, %) was evaluated by oxidimetric titration method. Content of humic substances, humic acids and fulvic acids were evaluated by short fractionation method (Kononová, Bělčíková, 1963). One-way ANOVA analysis (Fisher test, $p=0.05$) and program Statistica Cz 12, software (StatSoft software Inc.) were used for data set evaluation. Obtained results showed statistically significant differences between Norfolk and Monoculture in the following parameters: organic carbon content, humus content and humic substances content and quality. Higher values of organic carbon were in Norfolk crop rotation system (see Fig. 1). Due to higher organic residues input practically no differences in carbon storage between minimum tillage and conventional tillage were recorded in Norfolk crop rotation system. On the other hand, the monoculture farming led to lower carbon storage and was more depending on agricultural practices. Lower input of organic residues, in this case, resulted in lower humic substances content and quality (see fig. 1 and 2). Crop rotation system and tillage system were two important factors influencing carbon storage in soil. This was also proved by the results published by Hůla et al. (2010) and Tobiášová (2017).

Acknowledgement: Project No QK 21010124 (NAZV, MZE).

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

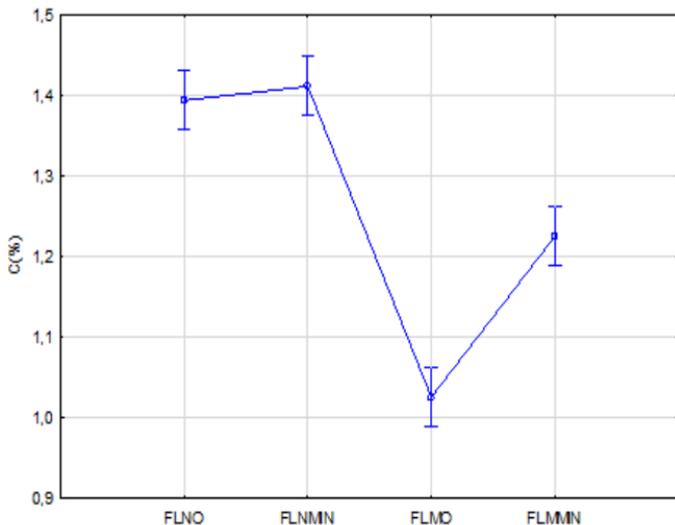


Figure 1. Statistically significant differences in Corg content in studied variants.

(where: FLNO = Norfolk plowing; FLNMIN = Norfolk minimum tillage; FLMO = monoculture plowing; FLMMIN = monoculture minimum tillage)

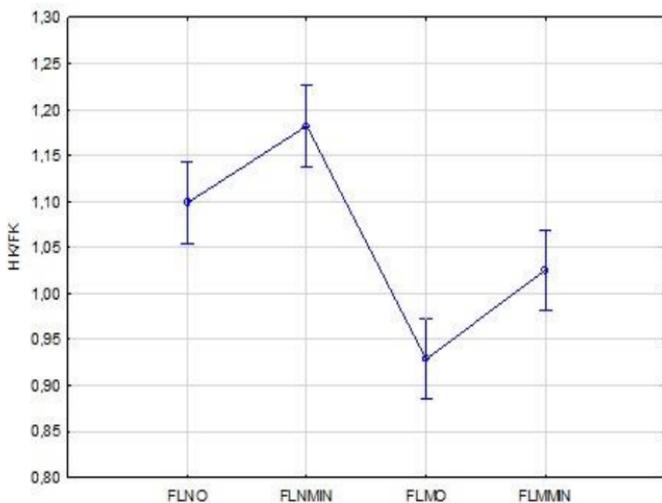


Figure 2. Statistically significant differences in HK / FK ratio between studied variants.

EFFECT OF BIOGAS SLURRY RETURNING TO SOIL

Xihuan Zhang, Elina Zakharchenko

Ukraine, Sumy, Sumy National Agrarian University
75397206@qq.com

Biogas slurry is a product of anaerobic fermentation, which contains nutrients, microelements and bioactive substances needed for crop growth. It can improve soil environment and effectively regulate nutrient content, microbial diversity and enzyme activity in soil.

Liu et al showed that after 6 years of continuous application of biogas slurry, the contents of organic matter, alkali hydrolysable nitrogen and available potassium in the soil of areca taro root zone were significantly different from those in the soil without biogas slurry application. Long-term biogas slurry irrigation promoted the accumulation of organic matter, alkali hydrolysable nitrogen and available potassium in the soil of areca taro root zone, and could improve the overall soil nutrient status; it changed the microenvironment of soil fungi, which led to the changes of community composition and diversity.

Sun et al studied the growth and soil fertility characteristics of Rubber Seedlings under different amounts of biogas slurry irrigation. The results showed that the application of biogas slurry was conducive to the increase of soil nutrient content and the activities of soil urease, catalase, acid phosphatase and polyphenol oxidase, which was beneficial to the growth of rubber seedlings, but excessive application of biogas slurry would reduce the seedling quality index.

Biogas slurry returning can significantly improve the total and available nitrogen and phosphorus, salinity, pH, organic matter content of paddy soil, and the number of bacteria, actinomycetes and fungi in the soil at various depths, and effectively promote nutrient cycling, among which the effect of biogas slurry combined with chemical fertilizer is better. Biogas slurry can significantly increase the content of nitrogen, phosphorus and potassium in wheat field, but has little effect on soil pH and organic matter.

Due to the different properties of anaerobic fermentation materials, the composition and characteristics of biogas slurry are very different, which has different effects on soil biological properties. The application of pig manure biogas slurry and cattle manure biogas slurry can improve the diversity index of soil bacteria and fungi, but there are differences in the control effect of Pepper Blight. Pig manure biogas slurry has better control effect on Pepper Blight, reflecting good agricultural value.

Biogas fertilizer is a kind of high-quality organic fertilizer. Reasonable use of biogas fertilizer can obviously improve the soil ecological environment and soil fertility, improve the disease resistance of crops, so it can improve the yield and quality of crops, and also make waste resources and reduce environmental pollution.

The paper is recommended by Doctor, professor Elina Zakharchenko.

УДК 631.41

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

С.А. Антонова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
AFlamell@yandex.ru

Total concentrations of REEs were studied in soil profiles of the Central Forest Nature Reserve. REE concentrations in soils depend on pedogenetic processes as a result additional REE fractionation occurs. It is appeared in lower content of HREE and Eu than LREE. The development of the negative europium anomaly is maximal in eluvial horizons.

Редкоземельные элементы (РЗЭ)- группа элементов, которая включает в себя скандий, иттрий, лантан и лантаноиды. 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.

Объектами исследования служили образцы горизонтов из трех разрезов почв, профили которых были вскрыты на территории ЦЛГБЗ. В профиле 3-2019 палево-подзолистой почвы (Dystric Albic Retisol) были выделены горизонты L, F, H, AEL, ELf, ПВД, в профиле 2-2008 торфяно-подзолисто-глеевой почвы (Folic Albic Retisols) – горизонты T1, T2, H, ELhi,g, EL, ПЕLnn,g, ПВДG. Данные почвы сформировались на двучленных породах. Профиль 1-2019 серо-гумусовой почвы (Gleyic Umbrisols) состоит из горизонтов O, AY, AYB, BMg.

Валовое содержание лантаноидов было проведено методом кислотного разложения в микроволновой печи (Ладонин, 2019). Определение Ln, Sc, Y проводилось методом ИСП-МС, статистическая обработка

– в программе MS Excel. Результаты анализов были нормированы по глине Русской платформы (ГРП) (Ладонин, 2019). Европиевые и цериевые аномалии рассчитывали по формулам: $Ce_{ан} = [3Ce_n / (2La_n + Nd_n)]$ и $Eu_{ан} = [Eu_n / (Sm_n + Gd_n)^{1/2}]$ (Brioschi L., 2013).

Было определено, что среднее содержание лантаноидов в изученных почвах не превышает их содержания в ГРП. Нормирование по ГРП показало, что почвы больше обогащены легкими лантаноидами (LREE), чем тяжелыми (HREE), что согласуется с уже существующими концепциями фракционирования РЗЭ в ходе гипергенеза. Было установлено, что в процессе педогенеза происходит дополнительное перераспределение РЗЭ в почвах с текстурно-дифференцированным профилем. На нормированных по ГРП графиках это выражается во фракционировании тяжелых лантаноидов и наличии отрицательной аномалии Eu. Особенно данный характер распределения характерен для элювиальных горизонтов почв. Наиболее низкие значения отрицательной аномалии Eu свойственны для органогенных горизонтов, отметим, что в подзолистой почве для горизонта L характерна положительная аномалия европия, возможно, связанная с его биофильным накоплением (Amann et al, 1992). В целом, содержание РЗЭ имеют тенденцию снижаться сверху вниз по профилю. Также на распределение по горизонтам накладывается снижение содержания РЗЭ в элювиальных горизонтах.

Литература

1. *Amann B.T., Mulqueen P., Horrocks W.D.W.* A continuous spectrophotometric assay for the activation of plant NAD kinase by calmodulin, calcium(II), and europium(III) ions // *J. Biochem. Biophys. Methods.* 1992. V. 25. № 4. P. 207–217.

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.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Д.В. Ладониным.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ
ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЛАТО ТОЛБАЧИНСКИЙ ДОЛ

Н.А. Билая

Санкт-Петербургский государственный университет, win_nat@mail.ru

This abstract presents the results of studies of geochemical features of soils of the Tolbachinsky Dol volcanic plateau and relations of mother rocks of the plateau with soils and vegetation formed on them.

Толбачинский дол, расположенный в Центральной Камчатке, представляет собой вулканическое плато, его центральную часть занимают обширные пеплово-шлаковые поля и лавовые потоки, на которых медленно формируется растительный покров, идёт процесс первичной сукцессии. Экологическую роль почвы на Толбачинском доле выполняет рыхлый пирокластический осадок – тефра. На данной территории наблюдается разнообразие подстилающих пород, рельефа и других экологических факторов, которое создает различные условия формирования почвенного покрова и сообществ живых организмов, с чем связан интерес изучения особенностей связи материнских пород Толбачинского дола с формирующимися на нем почвами и растительностью. Ранее подобные взаимосвязи на плато изучены не были, а характеристика элементного состава тефры была дана лишь для южного участка плато.

В полевые сезоны 2018–2019 годов в центральной части плато было отобрано 46 образцов поверхностной тефры, 16 образцов лав, а также описаны растительные сообщества в точках пробоотбора. Был проведен анализ элементного состава тефры и описан характер распределения элементов по исследуемой территории. Для этого нами были рассчитаны коэффициенты концентрации (K_c) для исследуемых элементов относительно регионального фона (по: Захарихина, Литвиненко, 2019), а также суммарный геохимический показатель Z_c . На его основе была построена интегральная геохимическая карта распределения изучаемых элементов в тефре Толбачинского дола.

По результатам нашего исследования распределение элементов на исследуемом участке обусловлено в первую очередь факторами рельефа. Наибольший вклад в изменение показателя Z_c вносят элементы Cr, Cu. Концентрации Fe, Ca, Ti, Cu и Cr по всей территории стабильно превышают региональный фон, поскольку данные элементы относятся к типоморфным для основных вулканических пород на исследуемой территории.

Также мы проанализировали взаимосвязь состава лавовых потоков (магнезиального – Алаид, и глиноземистого – Клешня), выходящих на дневную поверхность, состава тефры и характера растительного покрова на них с использованием методов градиентного анализа. Участки разных лавовых потоков отличаются как по составу тефры, так и по растительным сообществам. Элементный состав тефры отличается повышенными концентрациями исследованных элементов на участке потока Алаид и пониженными – на участке потока Клешня. Растительные сообщества отличаются по проективному покрытию мхов и лишайников, что связано с более крупными выходами лав на участке потока Клешня. Однако перечисленные различия обусловлены в большей степени не элементным составом лав, а характеристиками рельефа. Прослеживается тесная связь проективного покрытия и количества видов сосудистых растений с распределением Ca , P , Li , Sr , обусловленная, предположительно, органическим веществом этих почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Н. Чуковым.

УДК 631.43

СРАВНЕНИЕ ТРЕХ СИСТЕМ ПОЧВЕННО-ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
rginevski@gmail.com

Three systems of water retention capacity and hydraulic conductivity functions are compared. A computational experiments were carried out using data from literary sources.

В гидрофизике существует проблема оценивания значений функции гидравлической проводимости (ФГП) по данным о водоудерживающей способности (ОГХ) (ОГХ) [1]. В некоторых задачах необходимо учитывать гистерезис [2]. По причине трудоемкости измерений гидрофизических показателей почвы разработка приемов оценивания этих показателей по косвенным данным в настоящее время является актуальной [3–6]. В мировой практике широко применяется система функций Ван Генухтена [7], формально описывающая ОГХ и ФГП общим набором физически необоснованных параметров. В статье [1] на основе подхода Косуги [8] предложена усовершенствованная система функций и её непрерывная аппроксимация, параметры которых физически обоснованы.

Цель исследования – сравнение трех систем гидрофизических функций с общими наборами параметров на примере суглинка и выявление лучших функций.

Результаты. Сравнение проведено с использованием компьютерной модели «SoilHydrophysics-v.1.0» по литературным данным о суглинке «3402 Gilat loam» [9].

Выводы. Оценки значений ФГП по данным об ОГХ, полученные с использованием усовершенствованной модели Косуги [1, 8] и ее аппроксимации [1], имеют достоверно более низкие погрешности по сравнению с системой функций Ван-Генухтена [7]. Результаты работы применимы при прогнозировании состояния агроценозов и урожаев [10].

Литература

1. *Терлеев В.В.* Моделирование вододерживающей способности почв как капиллярно-пористых тел. Учебно-методическое пособие. СПб., СПбГУ, 2000. 71 с.

2. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Моделирование вододерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сб.: Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. СПб.: АФИ, 2012. С. 497–501.

3. *Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В.* Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Доклады ВАСХНИЛ. 1988. № 11. С. 40–42.

4. *Бернштейн Г.А., Заславский Б.Г., Сариев А.Л., Терлеев В.В.* Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги // В сб. Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Западной Сибири. Омск: ОмСХИ, 1988. С. 101–107.

5. *Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В.* Автоматизированная система определения влагопроводности почв // НТБ по агрономической физике. 1988. Т. 72. С. 33–36.

6. *Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В.* Расчет вододерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись. № RU94001487 19.01.1994.

7. *Van Genuchten M.Th.* A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 1980. p. 892–989.

8. *Kosugi K.* Lognormal distribution model for unsaturated soil hydraulic properties // Water Resources Research. – 1996. – Т. 32. – № . 9. – С. 2697–2703.

9. *Mualem Y.* A catalogue of the hydraulic properties of unsaturated soils. Research Project 442. Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 1976. 100 p.

10. *Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В.* Детерминированные модели поведения пестицидов в почве. Методология построения, структура, принципы использования. СПб.: ВИЗР, 1999. 92 с.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00939-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 631.433.3

ОЦЕНКА ГАЗОВОЙ ФУНКЦИИ ПОЧВ
С УЧЕТОМ МЕЖФАЗНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ)

А.В. Исаева

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

For an integrated assessment of the gas function of soils in the Botanical Garden of Lomonosov Moscow State University, the value of gross production of CO₂ was calculated using experimental data, obtained during year-round long-term observations. The result was compared with carbon dioxide emission.

Почва является одним из основных источников диоксида углерода, являющегося парниковым газом. Изменения в величине почвенных потоков CO₂ могут оказывать значительное влияние на концентрацию углекислого газа в атмосфере. Поэтому изучение газообмена между почвой и атмосферой является актуальной задачей. Зачастую, оценка газовой функции почв производится без учета межфазного взаимодействия почвенных компонентов. Оценка продуцирования почвенной толщей диоксида углерода только по его эмиссии с поверхности не является точной, так как она не отражает реальных процессов перераспределения диоксида углерода в почве. Для этой цели необходимо осуществлять комплексный подход. Например, показательgross-продуцирования, позволяет произвести более точную оценку продукции диоксида углерода в почвенном профиле и углеродного бюджета исследуемых участков с учетом внутрпочвенных межфазных процессов.

Исследование проводилось на урбиквазиземах, находящихся под еловыми и грабовыми насаждениями, расположенными в Ботаническом саду МГУ им. М.В. Ломоносова на Воробьевых горах. Во время эксперимента проводили измерение эмиссии CO_2 методом камер и погоризонтный отбор газовых проб методом мембранных пробоотборников. Также контролировались температура воздуха и объемная влажность и температура почвенных горизонтов с помощью датчиков-логгеров. В ходе лабораторных экспериментов получены значения эффективного коэффициента диффузии для почвенных горизонтов и его зависимость от порозности аэрации. Полученные данные позволили рассчитать gross-продуцирование углекислого газа почвенной толщей и сравнить его с величиной эмиссии CO_2 с поверхности почвы.

В результате исследования выявлено, что максимальные запасы CO_2 в профиле исследованных почв накапливаются к середине вегетационного периода и приблизительно в 3 раза превышают запасы, наблюдаемые в конце зимы. Около половины аккумулирующихся в почве запасов CO_2 приходится на жидкую фазу. Полученные величины gross-продуцирования CO_2 почвенной толщей колеблются в пределах 0.3–1.6 $\text{гCO}_2/\text{м}_2/\text{час}$. Преимущественно в период исследования наблюдалось преобладание gross-продуцирования над эмиссией в 1.5–18 раз в зависимости от сезона, что может свидетельствовать о депонировании CO_2 и его перераспределении в исследуемых почвах в большую часть года.

Проведенные исследования показали, что для изучения экологической роли почв в глобальном цикле углерода необходима комплексная оценка газовой функции почв.

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

УДК 631.4

О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ КАТТАКУРГАНСКОГО РАЙОНА ЗАРАФШАНСКОЙ ДОЛИНЫ

З.Б. Исламова

Национальный университет Узбекистана, город Ташкент,
zukhra_islamova@mail.ru

This study shows hydrogeological conditions of the land plot Kattakurgan reservoir in Uzbekistan.

Регион исследований расположен в 80–90 км к северо-западу от г. Самарканда, в поселке у Каттакурганского водохранилища, тип почвы типичный серозем. Цель наших исследований установить влияние водохранилища на свойства почв. Методом водной вытяжки определены водно растворимые соли в почве.

Результаты химического анализа грунтовых вод: по сухому остатку равному от 3.7 г/л до 6.98 г/л. Тип минерализации грунтовых вод – сульфатно-магниевый и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевый. Водовмещающими породами являются лессовидные суглинки и супеси. Гранулометрический состав супеси: песка 25.4 %; пыль 63.7 %; глина 10.9 %, число пластичности – 0.06. Суглинок легкий лессовидный – гранулометрический состав: песка – 22.4 %, пыли – 62.7 %, глины – 17 %, число пластичности – 0.09. Объемный вес влажного грунта – 1.75 т/м³, объемный вес скелета – 1.46 т/м³, пористость – 46.13 %, коэффициент пористости – 0.8, влажность – 21.21 %. На исследуемом регионе грунтовые воды вскрыты на глубинах от 0.2 м до 3 м. Амплитуда колебания составляет 1.5–2.0 м. Грунтовые воды относятся к соленым и обладают сильной степенью сульфатной агрессии. Грунты в интервале 1–3 м относятся к сильнозасоленным, ниже – к слабозасоленным. Грунты обладают сульфатной агрессией средней степени (табл.).

Работа рекомендована д.б.н., профессором Л.А. Гафуровой.

Таблица. Содержание водорастворимых солей в почвенных грунтах в 1989 и 2017 гг.

Год	Объект	Глубина взятия образца, м	Ед. изм.	Сух. остаток	Общая щелочность HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K по разности	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Тип засоления
1989	скв. 1	4.0	%	0.152	0.044	0.013	0.067	0.023	–	0.023	0.238	Сульфатно- гидрокарбонатно- кальциевый
			мг-экв		0.72	0.37	1.33	1.40	–	1.02		
	скв. 4	1.0	%	1.480	0.039	0.027	0.951	0.308	0.019	0.098	1.376	Сульфатно- кальциевый
			мг-экв		0.64	0.76	1.980	15.37	1.56	4.27		
2017			%	1.610	0.031	0.018	1.002	0.276	0.029	0.132		Сульфатно- кальциевый
			мг-экв		0.50	0.49	20.87	13.77	2.37	5.72		

Примечание. Расчеты приведены на воздушно-сухую навеску.

ВКЛАД КРЕМНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.В. Козлов

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

Interaction of diatomite with sod-podzolic soil leads to an increase in polymerization of silicic acids, which contributes to an increase in proportion of its polymers in soil absorption complex. This fact can be regarded as a certain contribution of substance of diatomite rock to formation of soil colloids.

Известно, что почвенно-поглощающий комплекс (ППК) большинства почв среднего и тяжелого гранулометрического состава формируется не только за счет гумусовых кислот и органо-минеральных комплексов, гидроксидов железа, алюминия и марганца, ацидоидов глинистых частиц, но также из неокристаллизованных форм полигидратированного кремнезема. Данная разновидность соединения кремния имеет аморфную структуру, на высоко гидрофильной поверхности которой активно происходит полимеризация кремниевых кислот. Также данные полимеры сами по себе могут являться реакционно-активными центрами в почвах, где протекают ионообменные и сорбционные процессы с почвенным раствором. В генетическом и агрономическом почвоведении особенности превращения кремниевых соединений в почвах на коллоидном уровне изучены крайне недостаточно, что определяет научный интерес к исследованию.

Изучению подвергалась дерново-подзолистая легкосуглинистая почва горизонта $A_{\text{пах}}$ и ее илово-коллоидная фракция. Микрополевым опытом, проведенный в период 2015–2017 гг. на территории предприятия ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области, включал варианты с применением высоких доз (по 3, 6 и 12 т/га) диатомита (Ульяновская область) и бентонитовой глины (Курганская область), на делянках которых в течение трех лет выращивались сельскохозяйственные культуры (2015 г. – озимая пшеница, 2016 г. – ячмень, 2017 г. – горох посевной). Породы применялись однократно (2014 г.) при разбивке участка и закладке опыта, повторность – четырехкратная. Содержание монокремниевых и поликремниевых кислот в почве определяли ежегодно после уборки культур спектрофотометрическим методом

В.В. Матыченкова. Также из почвы дополнительно выделялась илово-коллоидная фракция (суммарно < 0.001 мм) методом Качинского, в которой определялась концентрация кремниевых кислот.

В среднем за три года испытаний было установлено, что в зависимости от дозы материала на фоне применения диатомита содержание мономеров кремниевых кислот в почве увеличивалось в 2.5–5.0 раз, а на фоне применения бентонита – в 2.2–4.6 раза относительно контрольных значений. Содержание полимеризованных форм кремнекислоты также увеличивалось – с 44 мг/кг до 411 мг/кг (в 9.3 раза) на вариантах с диатомовой породой, и до 184 мг/кг (в 4.2 раза) на вариантах с бентонитовой глиной. При анализе илово-коллоидной фракции почвы было выявлено, что в ней на вариантах с диатомитом доля монокремниевой кислоты увеличивалась с 29 % до 56 % относительно всей ее концентрации в почве, а содержание полимеризованных форм – с 55 % до 64 %. На вариантах применения бентонита в коллоидной части почвы увеличивалась только доля мономеров – до 58 % от их общего содержания.

Проведенные исследования показали, что в условиях взаимодействия дерново-подзолистой почвы с диатомовой породой активизируется полимеризация кремниевых кислот, что может способствовать пополнению ППК высокодисперсными реакционно-активными коллоидными частицами. В условиях взаимодействия почвы с бентонитом в ее коллоидной части, в первую очередь, увеличивается доля мономеров кремнекислоты.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.Х. Куликовой.

УДК 631.4

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОРБЦИИ И ДЕСОРБЦИИ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ МОНТМОРИЛЛОНИТОМ

Н.А. Котельников

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения
Kotelnikov98@yandex.ru

The study investigated the regularity of sorption and desorption of benzoic acid by montmorillonite. According to the experiment sorption and desorption isotherms were obtained, and mechanisms of benzoic acid fixation on the surface of the mineral were revealed.

Низкомолекулярные органические кислоты (НМОК) играют большую роль в процессах почвообразования в почвах лесных экосистем умеренного пояса. Процессы образования, сорбции/десорбции и биodeградации НМОК принимают активное участие в глобальном цикле углерода и в миграции многих химических элементов в почвах и ландшафтах. Некоторые НМОК и/или их анионы могут поступать в почвы с бытовыми отходами и осадками сточных вод и являться поллютантами. Для подзолистых почв и для глинистых минералов вопросы сорбции НМОК, в частности бензойной кислоты, мало изучены.

Цель работы – выявить закономерности сорбции и десорбции бензойной кислоты на монтмориллоните, присутствующем как компонент илистой фракции в подзолистых почвах. Объект исследования – монтмориллонит в Са-форме, выделенный из бентонитовой глины Са-ригюхского месторождения. К навеске минерала добавляли 0.02 М раствор NaCl (при соотношении твердая фаза и раствор 1:10), содержащий от 0.04 до 1.6 ммоль/л бензойной кислоты. pH раствора контролировался на значении 4.5. Содержание бензойной кислоты в равновесном растворе определяли фотометрическим методом при длине волны 270 нм.

При исходной концентрации кислоты в интервале от 0.08 до 1.6 ммоль/л (равновесная концентрация от 0.02 до 1.45 ммоль/л) сорбция бензойной кислоты увеличивалась от 5.61 до 14.75 ммоль/кг.

Полученные изотермы сорбции описываются линейным уравнением и уравнения Фрейндлиха ($R^2 = 0.975$ и 0.951 соответственно). При этом низкое значение показателя степени в уравнении Фрейндлиха свидетельствует о разнородности сорбционных центров на Са-монтмориллоните по энергии связи с бензойной кислотой.

Наиболее вероятными механизмами сорбции являются мостиковые связи через Са на внешних базальных гранях минерала и электростатическое взаимодействие бензоата с положительно заряженными функциональными группами на боковых сколах кристаллитов.

Количество десорбированной бензойной кислоты постепенно возрастает от 3.38 до 4.17 ммоль/кг с увеличением количества сорбированной кислоты от 0 до 8.79 ммоль/кг, после чего выходит на относительно постоянный уровень ~ 5.0–5.5 ммоль/кг. Полученные результаты свидетельствуют о том, что значительная часть бензойной кислоты закрепляется на Са-монтмориллоните достаточно прочно и при однократной обработке не вытесняется в раствор, не содержащий бензойной кислоты.

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

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НА СОРБЦИОННУЮ
СПОСОБНОСТЬ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН
МЕСТОРОЖДЕНИЙ 10-Й ХУТОР И ТАГАНСКОЕ

Д.Д. Кошелева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
(МГУ имени М.В. Ломоносова), факультет почвоведения, Москва,
Россия, koshadasheleva@gmail.com

Bentonite clays can be used as one of the barriers in the deep geological repositories due to their high sorption ability. However, the safety of DGR could be compromised by microbial processes. We set an experiment to find out whether the microbial community affects the ability of clays to absorb ^{133}Cs and ^{88}Sr . We found that the sorption ability of bentonites with a microbial community was more than without a microbial community.

Бентонитовые глины обладают большой площадью удельной поверхности и большим объемом порового пространства, что определяет их способность к значительной сорбции и позволяет их использовать в качестве одного из барьеров при создании захоронений радиационно-активных отходов. В процессе функционирования инженерного барьера, указанные свойства бентонитов могут изменяться вследствие функционирования микроорганизмов.

Цель работы заключалась в оценке изменения сорбционной способности бентонитовых глин месторождений «10-Хутор» (Хакасия) и «Таганское» (республика Казахстан) в отношении радионуклидов ^{133}Cs и ^{88}Sr под влиянием микробиологического сообщества.

Установлено, что микробная активность в бентоните из месторождения «Таганское», оказалась значительно выше, по сравнению с бентонитом из месторождения «10-й Хутор» (табл.).

Далее, мы поставили эксперимент, чтобы выяснить, влияет ли микробное сообщество на способность глин сорбировать ^{133}Cs и ^{88}Sr . Модельный раствор был добавлен к бентонитам с микробным сообществом и без него. Образцы инкубировали в течение шести месяцев при температурах 25 и 60 °С.

После этого была измерена сорбционная способность бентонитов с микробным сообществом и без него по отношению к радионуклидам ^{133}Cs и ^{88}Sr .

Таблица. Количество CO₂ и CH₄, выделившегося в процессе инкубирования бентонитов.

мкг/г в сутки	рН заливаемого раствора				
	5	6	7	8	10
Бентонит из месторождения «10-й Хутор»					
CO ₂	1.7/17	2/7.1	2.3/7.1	1.2/9.6	2.1/6.1
CH ₄	0.005/0.005	0.005/0.005	0.005/0.005	0.01/0.005	0.005/0.005
Бентонит из месторождения «Таганское»					
CO ₂	10.5/54.5	12/28.3	9.7/38.1	13.9/67.1	15.9/58
CH ₄	0.005/0.005	0.005/0.005	0.005/0.005	0.01/0.005	0.01/0.005

Примечание. В числителе указано значение без добавления глюкозы, в знаменателе – с добавлением глюкозы.

В результате проведенного эксперимента мы обнаружили, что сорбционная способность бентонитов с микробным сообществом в отношении обоих радионуклидов была несколько больше, чем без микробного сообщества.

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

УДК 631.4

ЦИФРОВОЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОРФОННЫХ МОЗАИК ПОДЗОЛОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.М. Кузьмина

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

Digital morphometric analysis of horizontal sections of podzols of ancient eloid landforms in the middle taiga subzone of Western Siberia showed that negative forms of microrelief have a more diverse morphonic composition, and the morphons found both on the mane and in the hollow do not differ in properties.

Развитие цифровой фотографии позволяет задействовать большой массив почвенных изображений для морфометрического анализа. В свою очередь источником почвенных фотографий могут стать объекты спасательной археологии на участках, не затронутых антропогенным почвообразованием. Наиболее удачными для цифровой морфометрии являются фотографии подзолов в связи с тем, что они обладают контрастными горизонтами. Цель данной работы провести морфометриче-

ский анализ фотографий подзолов для сравнения морфонного состава двух форм древнеэолового микрорельефа.

В качестве объектов исследования были выбраны фотографии последовательных горизонтальных срезов подзолов. Фотографии получены в результате работ спасательной археологии на двух объектах археологического наследия – «селище Кулунигый 5» и «могильник Кулунигый 73». Памятники расположены в подзоне средней тайги Западной Сибири, на второй левобережной террасе р. Большой Юган, в нижнем течении реки Кулунигый. Для анализа использованы: (1) раскоп № 4 – площадью 531 м², заложенный на периферии селища Кулунигый 5; (2) раскопы № № 1–10, общей площадью 120 м², заложенные на могильнике Кулунигый 73.

Первый этап работы заключался в обработке фотографий путём выделения контуров следующих горизонтов и морфонов: (1) O – органические морфоны, (2) E – подзолистый горизонт, (3) Eh – контактно-иллювиально-гумусовый, (4) BF1 – иллювиально-железистый, (5) BF2 – иллювиально-железистый, (6) BC – переходный горизонт к почвообразующей породе, песок, (7) Bx – гидрогенно-ожелезненный, (8) [AY] – погребенный серогумусовый. Второй этап работы включал анализ полученных изображений. Для каждого морфона создавался отдельный файл, в котором искомым морфон окрашивался в белый, а фон в черный цвет. Далее это бинаризованное изображение открывалось в программе ImageJ 1.45 и с помощью функции Threshold производилось выделение морфонов и их дальнейший анализ. Все морфоны размер которых не превышал 4 см² были проигнорированы. Далее сравнивали площади морфонов для почвы разных форм древнеэолового микрорельефа (ложбина и грива) с помощью встроенных коэффициентов в ImageJ. Для каждого выделенного контура использованы следующие показатели: количество всех морфонов в шт./м², количество морфонов каждого типа, площадь в % от анализируемого среза, периметр морфона (см), отношение большой оси к меньшей.

Установлено, что почвы ложбины имеют ряд морфонов не встречающихся на гриве, следовательно, обладают большим разнообразием типов морфонов. Морфоны встреченные на гриве и в ложбине по анализируемым морфометрическим критериям не имеют отличий.

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

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА
ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
lviktor.97@mail.ru

Computational experiments were carried out using data of sand soil from the literature on the hydrophysical soils properties. The error analysis of the point approximation of the main branches were performed.

При описании водоудерживающей способности почвы (ОГХ) используется зависимость эффективного влагонасыщения почвы от капиллярного давления влаги [1–3]. Измерения гидрофизических свойств почвы (особенно с учетом гистерезиса) являются трудоемкими. Поэтому методы оценивания этих показателей с использованием математических моделей являются востребованными в практическом отношении [4, 5].

Цель работы – оценка точности расчета петли гистерезиса ОГХ с использованием модели «SoilHysteresis-v.1.0» [6–8].

Результаты. Идентификация модели проводилась путем точечной аппроксимации литературных данных о главных ветвях петли гистерезиса ОГХ песчаной почвы «4112 Oakley sand» [9]. По теоретическим и практическим ординатам объемной влажности почвы ветвей гистерезиса рассчитан коэффициент корреляции $R = 0.982$.

Выводы. Примененная в работе модель достаточно точно описывает гистерезис ОГХ песчаной почвы, а программа, разработанная на основе данной модели, рекомендуется для расчета норм орошения.

Литература

1. Бернштейн Г.А., Заславский Б.Г., Сариев А.Л., Терлеев В.В. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги // В сб. Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Зап. Сибири. Омск, 1988. С. 101–107.

2. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Деп. рук. № RU94001479 15.12.1988.

3. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись. № RU94001487 19.01.1994.

4. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Докл. ВАСХНИЛ. 1988. № 11. С. 40–42.

5. Крылова И.Ю., Терлеев В.В. Моделирование гидрологических характеристик почвы // В сб. XXXVII Неделя науки СПбГПУ. 2008. С. 277–279.

6. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // В сб. XL Неделя науки СПбГПУ. 2011. С. 319–321.

7. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сб.: Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. СПб.: АФИ, 2012. С. 497–501.

8. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Мишель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2013. № 1. С. 22–29.

9. 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 631.421

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА СПЕЦИФИКУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ»

О.И. Манакова

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

The objects of research are located in the taiga-forest zone in the Russian Plain (National Park «Valdaiskii», Novgorod Oblast). The paper considers comparative analysis of the main properties of automorphic soils formed on the parent material of various genesis (moraine, lacustrine-glacial, fluvio-glacial and lacustrine sediments) in the Valdai Hills.

Валдайская возвышенность является водоразделом бассейнов Балтийского и Каспийского морей, это один из наиболее крупных элементов орографии северо-западной части России. Развитие природного и историко-культурного туризма является одним из главных векторов деятельности Валдайского парка. Неоднородность почвенного покрова, связанная с уникальным сочетанием почвообразующих пород разного генезиса и геоморфологической обстановкой, представляет наибольший интерес для изучения.

Цель исследования – сравнительный анализ основных свойств автоморфных почв, формирующихся на породах различного генезиса Валдайской возвышенности. Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

1. На основании литературных данных провести анализ условий формирования и оценить степень изученности почв на территории Валдайского парка;

2. Выявить наиболее распространенные типы почв, формирующихся на моренных, озерно-ледниковых, флювиогляциальных и озерных отложениях;

3. Провести анализ некоторых физических, физико-химических и химических свойств преобладающих автоморфных почв (плотность сложения, рН водной суспензии; содержание органического углерода по методу Тюрина (в модификации Никитина); гидролитическая кислотность, обменные основания; определение оксалаторастворимых соединений железа по методу Тамма с окончанием на SPEKOL, определение гранулометрического состава методом пипетки Н.А. Качинского).

4. Охарактеризовать особенности почвообразования, связанные с разнообразием пород на территории парка.

Полевые исследования почвенного покрова проводились на территории трёх лесничеств: Новотроицкое, Боровновское и Домовичское. В ходе работы было заложено 50 почвенных разрезов и прикопок. На ключевых участках проводилось описание растительности, опорных почвенных разрезов и отбор образцов почв с целью их дальнейшего изучения в лаборатории. Образцы были отобраны из 11 разрезов, расположенных в двух зонах северной части парка, относящейся к Валдайскому и Окуловскому административным районам.

Полевые исследования проводились маршрутным методом с использованием GPS навигатора, описания почв и растительности проводились по стандартным методикам. При заложении опорных разрезов использовалась карта четвертичных отложений (масштаб 1:200 000, под ред. Остромецкой Е.Д., Котлуковой И.В., 1963 г.). Были изучены тек-

ступно-дифференцированные почвы, формирующиеся на моренных и озёрных отложениях, а также альфегумусовые почвы, приуроченные к флювиогляциальным отложениям (подбур и подзолы).

Разрез 001 представлен дерново-подзолистой почвой под широколиственной растительностью (дубрава), предположительно образованной на озёрно-ледниковых отложениях, вскипающей в нижней части профиля (горизонт ВСg). Разрез 002 дерново-подзолистой почвы расположен под смешанным лесом, на морене. Разрезы 006 (подбур) и 036 (подзол) развиты на флювиогляциальных отложениях под сосняком-зеленомошником. В нижней части склона формируется почва с мощным (30 см) тёмноокрашенным горизонтом, вероятно, ветровального происхождения.

Результаты работы могут быть использованы для составления списка почв парка в разделе «Летописи природы» и создания схемы пространственного распределения почв.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры географии почв факультета Почвоведения МГУ В.М. Колесниковой.

УДК: 631.4; 630.11+592(575.1)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРИДНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МЕЗОФАУНУ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ

Н.С. Пахрадинова, О.Х. Эргашева
Национальный университет Узбекистана
o.ergasheva@nuu.uz

The paper shows the features of the main elements of fertility of eroded serozems and their influence on the distribution of soil mesofauna.

На сегодняшний день в Узбекистане ведутся исследования в области изучения горных почв, с использованием современных передовых методов, по вопросам влияния факторов, направленных на борьбу с эрозией, восстановление и повышение плодородия, улучшение их агрохимических, агрофизических свойств. Для этого создаются базы данных со свойствами эродированных почв, проводятся картографирование, оценка, моделирование и прогноз деградации почв, в частности, с использованием биологических методов диагностики (педофауны) и индикации уровня плодородия почв.

Целью исследования является комплексное изучение почвенных свойств, количества педофауны эродированных почв и ее сезонной динамики, а также на основе этого разработка критериев индикации степени эродированности почв.

Объектом исследования выбраны эродированные почвы, распространенные в отрогах Туркестанского хребта: сероземы (типичные и темные), горно-коричневые (типичные, карбонатные и слабовыщелоченные).

Морфогенетические показатели изученных сероземных почв изменяются в зависимости от степени эродированности. Во всех почвах наблюдается слабая мощность гумусового горизонта, приближение границы скопления CO_2 карбонатов к поверхности, уплотнение, облегчение гранулометрического состава верхних горизонтов и снижение активности почвенной фауны. Отмечено, что намывые почвы в результате эрозионных процессов отличаются от несмытых и, особенно, от смытых относительно темным цветом верхних горизонтов, мощностью гумусового горизонта, относительно глубоким расположением карбонатного горизонта.

На основе проведенных исследований, а также анализа литературных данных, отмечена связь содержания валовых количеств азота, фосфора, калия и их усвояемых форм в составе почв с агрофизическими и водно-физическими свойствами в зависимости от степени их эродированности. Определены закономерности распространения почвенной мезофауны в зависимости от морфогенетических, агрохимических и агрофизических свойств, а также эрозионных процессов изученных почв. Наблюдается ухудшение элементов плодородия почв по степени эродированности в следующей последовательности: намывые – несмытые – среднесмытые почвы.

Таким образом, приуроченность почв к предгорьям, изреженность растительного покрова, низкое содержание гумуса на склонах нашли свое отражение в развитии эрозионных процессов в исследуемых почвах и их свойствах.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.А. Гафурова.

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ КОЛЛОИДНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО
УГЛЕРОДА И РЯДА МЕТАЛЛОВ
В РАСТВОРАХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Раудина

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО
РАН, г. Томск, tanya_raud@mail.ru

In this research, we studied colloids in peat porewaters across a permafrost gradient in Western Siberian. The depth of sampling from the peat core and the microrelief had a generally weak impact on the proportion of colloidal forms (3 kDa – 0.45 μm) of organic carbon (OC), major (Fe, Al, P, alkali and alkaline-earth metals), and trace elements (Zn, Mn, Ni, Co, Cu, Sb, As, Cd, Pb). The majority of element colloidal forms were represented by a size fraction between 3 and 30 kDa. Overall, the impact degree from environmental factors on OC and metal distribution among colloidal fractions can be classified as depth \leq permafrost type $<$ microlandscape.

Большая часть органического углерода, макро- и микроэлементов в жидкой фазе почвы присутствует в форме органических, органо-минеральных коллоидов, которые определяют перенос элементов, биодоступность и в целом воздействуют на экосистемы. Потепление климата и таяние вечной мерзлоты в высоких широтах будут в первую очередь влиять на жидкую фазу почвы, тем самым изменяя транспорт коллоидов в гидрологическую сеть и их роль в транспорте и эмиссии углерода. Регион относительно хорошо изучен с точки зрения валового химического состава растворенного органического углерода и металлов в почвенных поровых водах, надмерзлотных верховодках, реках и озерах (Raudina et al., 2017, 2018; Pokrovsky et al., 2020; Shirokova et al., 2013; Manasypov et al., 2015, 2020). При этом вопросам их видообразования и размерного распределения в жидкой фазе торфяных почв уделяется мало внимания. Поэтому, целью работы является количественное определение коллоидного размерного распределения растворенного органического углерода (РОУ), Fe и Al – основных компонентов поровых вод торфа, а также макро- (P, Si, K, Ca, Mg) и микроэлементов (Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Mo, и др.).

Поровые воды были отобраны с поверхностного и глубинного горизонтов в пределах деятельного слоя торфяных мерзлотных почв в ряду от автономных болотных микроландшафтов к подчиненным с использованием вакуумных лизиметров (более подробно в Raudina et al., 2016). После отбора производилась фильтрация (Sartorius, 0.45 мкм),

а затем ультрафильтрация через 3, 30 и 100 кДа через центрифужные фильтры Amicon Ultra. Была выделена коллоидная (0.45 мкм–3 кДа) фракция, которая в свою очередь подразделялась на высоко- (100 кДа–0.45 мкм и 30 кДа–100 кДа), средне- (3 кДа–30 кДа) и низкомолекулярную (<3 кДа). Глубина отбора проб не оказала заметного влияния на коллоидный статус РОУ и макро-, микроэлементов. Различия в концентрациях в самом глубоком (30–60 см) и поверхностном (0–30 см) горизонтах не были достоверными ($p > 0.05$), за исключением Р, У и РЗЭ в топях и Mn, Cd на буграх. Практически ни один из макро- и микроэлементов, не продемонстрировал значительных различий ($p < 0.05$) в концентрации между микроландшафтами, за исключением Mn (все размерные фракции), Cu (<100 кДа и <30 кДа) и РЗЭ (<3 кДа). Распределение типов вечной мерзлоты и толщина активного слоя оказали в целом слабое влияние на коллоиды; широтные вариации НМФ <3 кДа находились в пределах ± 10 –20 % и не превышали стандартное отклонение, связанные с вариациями между различными глубинами и микроландшафтами. Таким образом, отмечается незначительное влияние глубины отбора, микроландшафта и вечной мерзлоты на концентрацию макро- и микроэлементов в коллоидных (3 кДа–0.45 мкм) фракциях по сравнению с общей растворенной (<0.45 мкм) фракцией. Предположительно из-за слабого вовлечения минеральных горизонтов и схожих значений рН в образцах, основной коллоидный состав (РОУ, Fe, Al) и разделение микроэлементов между фракциями разного размера остаются очень консервативными по отношению к рассматриваемым условиям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-60030.

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ Zn В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ р. ДОН

В.А. Чаплыгин, С.С. Манджиева, Ю.А. Литвинов,

Д.Г. Невидомская, Н.П. Черникова

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского

Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону

chaplygin@sfedu.ru

The territory of the mouth area of the Don River, which is a large recreational zone and is subject to long-term technogenic pollution by heavy metals, has been investigated. To study the accumulation and distribution of

such a dangerous pollutant as Zn in the phytocenoses of the Don estuary, 8 species of wild herbaceous plants belonging to various ecological groups and families widespread in the study area were selected.

Многочисленные промышленные предприятия Ростовской области являются постоянными источниками техногенной нагрузки на обширные территории городских, сельскохозяйственных и рекреационных зон (Minkina et al., 2017). Выбросы предприятий, поступающие в атмосферу и содержащие в числе прочих поллютантов преимущественно тяжёлые металлы (ТМ), не только создают локальные очаги загрязнения, но также, в целом, ухудшают общую экологическую ситуацию в регионе (Minkina et al., 2019).

Целью исследования стало изучение содержания Zn в дикорастущих травянистых растениях, сравнение характера накопления ТМ различными семействами растений и оценка уровня их загрязнения Zn.

В ходе исследований с 22 площадок мониторинга были отобраны образцы наиболее распространенных в устье реки Дон видов растений: полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex Wild.), тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), погоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.), мятлик луговой (*Poa pratensis*), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*), тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.) и бодяк щетинистый (*Cirsium setosum*).

Отбор проб растений для химического анализа производился в период второй декады июня – первой декады августа, на который приходится фаза цветения различных видов травянистых растений в соответствии с ГОСТ 27262-87. Растения высушивались до воздушно-сухого состояния и минерализовались методом сухого озоления по ГОСТ 26929-94. В образцах растений определялось содержание Zn, присутствующего в выбросах промышленных предприятий региона. Экстракция ТМ из золы осуществлялась 20 % раствором HCl с последующим определением методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборе «Квант-2».

Оценка уровня загрязнения растений проводилась путем сравнения содержания Zn с максимально допустимым уровнем (МДУ) содержания металлов в кормах сельскохозяйственных животных (Временные максимально допустимые..., 1991).

Установлено загрязнение Zn растений амброзии полыннолистной (3.2 МДУ), полыни австрийской (7.3 МДУ), рогоза узколистного (2.5 МДУ), пырея ползучего (1.5 МДУ) и тростника южного (1.2 МДУ)

(табл.). Среди рассматриваемых видов растений, полынь накапливает наибольшее количество Zn в надземной части, наименьшей концентрацией металла характеризуется камыш озерный. Аккумуляция Zn в надземной части растения уменьшается в ряду: полынь > амброзия > рогоз > пырей > тростник > бодяк > тысячелистник > камыш. Содержание элемента в корневой системе растений убывает в порядке: полынь > пырей > рогоз > амброзия > тростник > камыш > бодяк > тысячелистник.

Амброзия, бодяк, полынь и тысячелистник характеризуются преимущественной аккумуляцией данного поллютанта в надземной части, в то время как у камыша, пырея, рогоза и тростника накопление идет в корнях (табл.).

Таблица. Среднее содержание Zn в различных дикорастущих травянистых растениях устья реки Дон, мг/кг.

Растение	Стебли	Корни
Амброзия полыннолистная	161±14	121±10
Бодяк щетинистый	35±4	19±2
Камыш озерный	18±2	30±3
Полынь австрийская	370±41	344±38
Пырей ползучий	72±8	254±23
Рогоз узколистый	125±11	139±15
Тростник южный	58±6	65±7
Тысячелистник благородный	34±3	17±2
МДУ (Временные максимально допустимые..., 1991)	50	–

Следует отметить, что распределение элемента по частям растений чётко коррелирует с принадлежностью растений к определенным семействам. В надземной части преимущественное накопление Zn наблюдается для представителей семейств астровые (*Asteraceae*), в корнях – для мятликовых (*Poaceae*), рогозовых (*Typhaceae*) и осоковых (*Cyperaceae*). Семейство осоковые отличается самым низким содержанием Zn в надземной части и одним из самых низких – в корнях, что указывает на устойчивость растений данного семейства к загрязнению ТМ. Несмотря на то, что наибольшие величины содержания элемента наблюдается в растениях семейства астровые, между различными его представителями отмечается существенная разница в уровне накопления Zn. Так, содержание металла в надземной части полыни выше в 10.9 раз, чем в надземной части тысячелистника, а в корнях – в 20.2 раза. Таким образом, принадлежность растения к определенному семей-

ству обуславливает общую тенденцию распределения ТМ по его органам, однако накопление элементов у каждого отдельного вида идет индивидуально даже в рамках одного семейства.

Литература

1. *Временные максимально допустимые уровни (МДУ) некоторых химических элементов госсипола в кормах сельскохозяйственных животных.* Утвержден Главным Управлением Ветеринарии министерства сельского хозяйства РФ, 1991.

2. *Minkina T.M., Fedorenko G.M., Nevidomskaya D.G., Pol'shina T.N., Fedorenko A.G., Chaplygin V.A.* et al. Bioindication of soil pollution in the delta of the Don River and the coast of the Taganrog Bay with heavy metals based on anatomical, morphological and biogeochemical studies of macrophyte (*Typha australis* Schum. & Thonn) // *Environmental Geochemistry and Health.* 2019. P. 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00379-3>.

3. *Minkina T.M., Nevidomskaya D.G., Pol'shina T.N., Fedorov Y.A., Mandzhiyeva S.S., Chaplygin V.A.* et al. Heavy metals in the soil–plant system of the Don River estuarine region and the Taganrog Bay coast // *Journal of Soils and Sediments.* – 2017. Vol. 17 (5). P. 1474–1491. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1381-x>.

Работа поддержана грантом РФФ 20-14-00317.

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

УДК 631.453

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ЦИНКОМ РАЗНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ

Н.П. Черникова¹, Т.В. Бауэр², В.А. Чаплыгин¹, Н.Г. Дуплий¹,
В.В. Бесчетников¹, С.С. Манджиева¹, И.Н. Сазонов¹

¹Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
nat.tchernikova2013@yandex.ru

²Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН,
г. Ростов-на-Дону, bauertatyana@mail.ru

The aim of this research is to study the degree of toxic effect of Zn in nanodispersed form as compared to its microdispersed form. It was found that an excess of Zn leads to inhibition of the growth of both roots and stems. Zn in nanodispersed form at high doses of contamination (doses of 1000–3000 mg/kg) exhibits a toxic effect on barley to a greater extent than Zn in

microdispersed form. This fact is explained by the higher dissolution rate of nano-ZnO due to the smaller particle size.

Развитие нанотехнологий и технологических процессов, в основе которых заложен синтез и использование металлов в нанодисперсной форме, неизбежно ведет к увеличению их количества в природных средах и живых организмах. Наночастицы (НЧ) оксида Zn являются второй наиболее часто используемой формой оксидных НЧ и содержатся во многих материалах, что обуславливает широкий спектр применения данного металла в различных сферах. Работ, посвященных фитотоксичности Zn разной дисперсности (микро/нано), крайне мало. В связи с этим, целью исследования является изучение степени токсического эффекта Zn в нанодисперсной форме по сравнению с его микродисперсной формой.

Почву (чернозем обыкновенный карбонатный) отбирали с особо охраняемой природной территории «Персиановская заповедная степь». Для определения фитотоксичности частиц Zn разной дисперсности (микро-/нано-) в почве был заложен модельный опыт с искусственным загрязнением. В чашки Петри помещали по 50 г воздушно-сухой почвы (с глубины 0–20 см), очищенной от растительных остатков и просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм. Цинк вносили в форме оксида в сухом виде в различных дозах согласно схеме опыта: 1) контроль – чистая почва, без внесения поллютанта; 2) 150 мг/кг; 3) 300 мг/кг; 4) 1000 мг/кг; 5) 2000 мг/кг; 6) 3000 мг/кг. Для искусственного загрязнения почвы использовали эталонные соединения ZnO в нанодисперсной форме с размером частиц 30–50 нм (производитель Alfa Aesar) и в микродисперсной форме с размером частиц – 3–5 мкм (ЧДА, ГОСТ 16539-79). Варианты заложены в 3-х кратной повторности как для микро-, так и для наноформы ZnO. После внесения поллютанта почву тщательно перемешивали, увлажняли и высевали ячмень яровой (*Hordeum vulgare L.*) сорта Медикум 157 ОС семейства Мятликовые (*Poaceae*) в количестве 15 растений на 1 чашку Петри (Рисунок). Проращивание растений и оценку показателей фитотоксичности почв проводили согласно ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 10968-88. Измерение длины корней и побегов проводили на 7 сутки.

Всхожесть и энергия прорастания семян на контрольных вариантах в среднем составили 99 и 98 %. Внесение в почву 150 и 300 мг/кг частиц Zn разной дисперсности достоверно не повлияло на измеряемые посевные качества ярового ячменя. При внесении 1000 мг/кг Zn всхожесть семян уменьшилась на 25–27 %, а энергия прорастания – на 46–

48 %. Достоверных различий между вариантами опыта с различной размерностью частиц ZnO не установлено. С увеличением содержания поллютанта в почве (дозы 2000 и 3000 мг/кг Zn) наибольшая токсичность на посевные качества отмечалась для вариантов с использованием нано-ZnO. Так, при внесении 3000 мг/кг в почву Zn в нанодисперсной форме всхожесть и энергия прорастания снизились на 87 и 94 %, а в микродисперсной – на 72 и 86%.

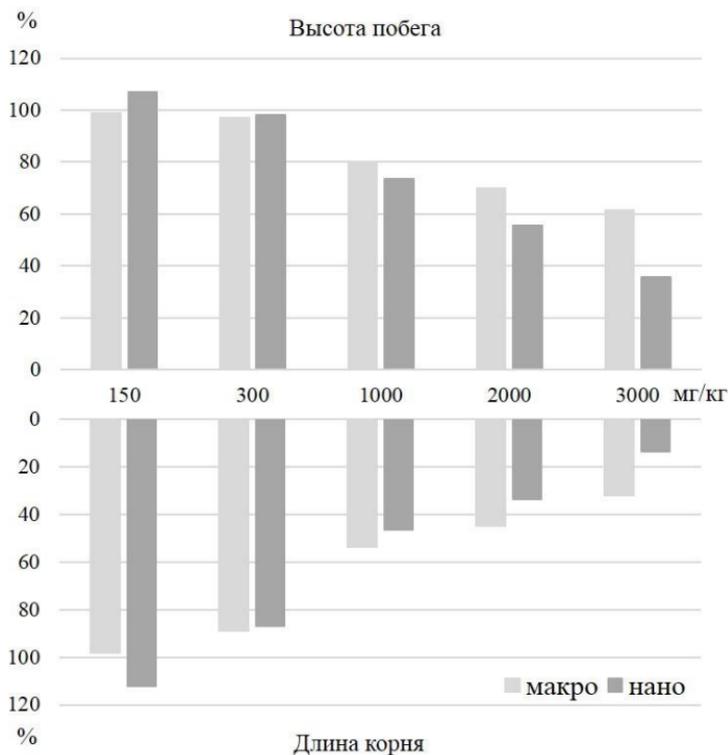


Рисунок. Относительная длина корней и побегов *Hordeum vulgare* L. в опыте с разным уровнем внесения микродисперсной формы ZnO и нано-ZnO, % от контроля.

Установлено, что средняя длина корня и высота побега ярового ячменя, выращенного на незагрязненной контрольной почве, составили, в среднем, 110 и 106 мм. Внесение в почву 150 мг/кг нано-ZnO оказало стимулирующее действие на рост корней и побегов, увеличив среднюю

длину корня на 7 % и высоту побега на 5 %. При этом Zn, внесенный в микродисперсной форме, достоверного влияния на рассматриваемые морфометрические параметры не оказал.

Избыток Zn приводит к ингибированию роста как корней, так и стеблей. По результату фитотеста, наибольшее ингибирование роста характерно для корней. Длина корней уменьшается на 11–68 % при внесении 300–3000 мг/кг Zn в микродисперсной форме, и на 13–86 % – на-но-ZnO (рис.).

Zn в нанодисперсной форме при высоких дозах загрязнения (дозы внесения 1000–3000 мг/кг) в большей степени проявляет токсиче-ский эффект на ячмень, чем Zn в микродисперсной форме. Этот факт объясняется большей скоростью растворения на-но-ZnO, обусловленной меньшими размерами частиц.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министер-ства науки и высшего образования РФ в рамках государственного зада-ния в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029 и РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-60041.

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

Секция V

Агрохимия и урожай в цифрах

INFLUENCE OF BIOORGANIC FERTILIZER «BIOECOGUM»
ON SOIL FERTILITY AND CORN YIELD

Kuanysh Karabayev¹, Beibut Suleimenov²

¹Kazakh National Agrarian Research University. Almaty, Kazakhstan,
kuanish_kz_92@mail.ru

²U. Usпанov Kazakh Research Institute of Soil Sciences and Agrochemistry,
Almaty, Kazakhstan, beibuts@mail.ru

The article presents data on the study of the influence of the domestic bioorganic fertilizer «BioEcoGum» on the growth, development and productivity of corn «Porumben» in the southeast of Kazakhstan.

Corn is widely used in agriculture and has long been cultivated as an agricultural crop. It is currently grown in over 60 countries. Grain is used for food (20 %), technical (15–20 %) and fodder (60–65 %) purposes. Corn is one of the most valuable forage crops. In terms of grain yield, it exceeds all grain crops. According to the content of feed units, corn grain prevails over oats, barley, rye. A kilogram of it contains 1.34 feed units, 78 g of digestible protein. A significant reserve for increasing corn yields is the optimization of the introduction of nutrients.

It is known that corn responds well to fertilization. At the same time, in conditions of intensification of agricultural production, a special task is to prevent too large losses of humus, especially of the labile (mobile) part of organic matter. To one degree or another, almost all genetic, agronomic properties and soil regimes are associated with the content and composition of organic matter. Vermicompost plays an accumulative, regulatory and protective function in the life of a plant organism, helps to increase the yield of agricultural crops by 20–30 %, and improves the quality of products. It is absorbed by plants by almost 100 %, while the content of nitrates in the product is at a natural level.

There were carried out the range of field studies in order to research the effect of liquid bioorganic fertilizer «BioEcoGum» on the productivity of corn for grain («Porumben 458»). Experimental fields located in the Agropark Ontustik in the Karasai district of Almaty region and carried out by scientists from U. Usпанov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry under the project called «Implementation of innovative technology to improve soil fertility and crop productivity». This study was funded by the State Institution «Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan» under the budget program No. 267 «Increasing the availability of knowledge and scientific research». Code of the program O.0908, No. 0118RK01386.

Analytical methods were used to analyze the material composition of light chestnut soils. Laboratory studies were carried out according to the following methods: determination of organic matter (humus) according to GOST 26213-91, readily hydrolysable nitrogen according to the Tyurin-Kononova method, mobile phosphorus and potassium compounds – according to the Machigin method in the modification of TsINAO GOST 26205-91, aqueous pH according to GOST 26423-85. Gross forms of nitrogen according to Kjeldahl, phosphorus according to Ginzburg-Shcheglova and potassium according to Smith.

For the development and implementation of agromeliorative methods for increasing the productivity of corn there was used a liquid bioorganic fertilizer «BioEcoGum». The fertilizer contains humic substances with macroelements (N, P, K, Ca, Mg), microelements (Mn, Mo, Zn, Se), growth stimulants and effective microorganisms. Sowing of corn seeds treated with biofertilization was carried out on April 15, 2019, 2-fold foliar feeding of corn plants was carried out in phases of 3–4 leaves and 7–8 leaves.

Based on the results of the field and laboratory studies, the initial content of total humus in the upper layer was determined, which was 1.35 %, easily hydrolyzable nitrogen – 26.6 mg/kg, mobile phosphorus – 17.5 mg/kg, exchangeable potassium – 210.0 mg/kg.

Seed treatment with BioEcoGum biofertilizer had a positive effect on field germination. An increase in plant safety was also observed in the variant with foliar treatment with a biological product (in comparison with the control variant without the use of biofertilizer).

Plant height is an important morphological trait. By its value, one can trace the dynamics of plant growth in the main phenological phases, which to a certain extent affects the grain yield of maize hybrids. The highest plant height, equal to 204.0 cm, was observed in the phase of milky-wax ripeness of maize in the variant with seed treatment and foliar treatment (in comparison with the control variant 197.1 cm).

Corn requires an increased saturation of mineral nutrition. This is due to the long growing season and the plants' ability to absorb nutrients before maturation is complete. To form 1 ton of grain yield, depending on hybrids and other conditions, corn takes out on average 34 kg of nitrogen, 20 kg of phosphorus and about 37 kg of potassium.

The cultivation of corn for grain allows to obtain not only marketable grain, but also ensures the accumulation of leafy aboveground and root mass. The bulk of the roots is located at a depth of 30–60 cm, some of the roots penetrate to a depth of 150–200 cm. With a lack of moisture in the upper layer at the beginning of the growing season, the roots spread deeper, with

abundant moisture in the upper layer, the roots branch at the soil surface. Plants with root systems close to the soil surface tolerate less moisture during flowering than plants with deep root systems.

Under the conditions of a field experiment, the accumulation of biomass of corn roots was taken into account according to the variants of the experiment. The greatest accumulation of the biomass of corn roots was in the variant with seed treatment and double spraying of plants and amounts to 58.3 centner/ha, which is 50 % more than in the control variant. Mineralization of root and crop residues can replenish the reserves of organic matter and macronutrients. Comparative analysis showed that during the growing year there is a tendency to increase the content of organic matter (humus) from 0.350 to 0.354 %.

The grain yield of corn in the control without treatment amounted to 6.7 t/ha of grain, while the treatment of seeds before sowing and 2-fold spraying of plants «BioEcoGum» increased the grain yield to 11.2 c/ha, providing an increase in yield – 4.5 t/ha.

Thus, the bio-fertilizer «BioEcoGum» has a positive effect on the growth, development and productivity of grain corn. Seed treatment increases the pressure resistance and germination of seeds, double spraying of plants enhances growth and development, increases the mass of seeds, and ensures a reliable increase in yield. Biofertilizer «BioEcoGum» can be used for pre-sowing seed treatment and foliar treatment in the initial stages of crop development.

The work is recommended by Chairman of the Board Doctor of Agricultural Sciences, academician Of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Sciences and Agrochemistry, Beibut Suleimeno

UDC 574:631.4

SOIL'S BIOREMEDIATION WITH MICROORGANISMS

C.C. Zambrano-Gari, V.K. Calero-Herrera

People's Friendship University of Russia, Moscow

cczamgari@gmail.com, vbiiika8@gmail.com

The advantages of bioremediation technologies are associated with the ability of living systems, especially microorganisms, to metabolize a large number of different organic, inorganic substances and toxicants.

Natural processes of self-healing and self-purification, which for many centuries supported and ensured the viability of the natural system, can no longer cope with the huge amount of various pollutants entering it [1, 2].

This is shown by the statistics. Thus, according to the US Environmental Protection Agency (EPA USA), the volume of contaminated soil in the world currently exceeds 1 billion tons. cubic meters [3]. In the EU alone, there are more than one and a half million contaminated sites, which require more than 85 billion euros to clean up [3]. The need to restore polluted areas almost triples every ten years.

For the restoration of soils, technologies are successfully used that affect the toxicant, destroying it or transforming it into less toxic compounds.

The advantage of bioremediation technologies is associated with the enormous potential of living systems, especially microorganisms, to metabolize to one degree or another huge number of different organic substances and pollutants [4].

In addition, the use of bioremediation technologies involves a soft impact on the treated environment, which does not lead to significant changes in the quality of the soil. An important point is also the lower cost of bioremediation of the soil layer, in comparison with chemical treatments.

The disadvantages of biological processes of soil purification and restoration are the low rate of biodegradation of the toxicant and the need for a preliminary survey of the contaminated site to clarify the technological modes of biotechnological work.

Conclusion. Thus, bioremediation technologies for soil purification and restoration are based on strengthening the natural processes of self-purification and self-healing of the environment, with the help of microorganisms.

References

1. Askarova D.A., Glebov V.V., Rodionova O.M., and Anikina E.V. Various approaches for reduction of heavy metal pollution of topsoil. AIP Conferences Proceedings 2063, 040003 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5087335> Published Online:11 January 2019
2. Glebov V.V. Development of chemical and biological plant protection: experience in the world and Russian agricultural practice // In the collection: Modern approaches and methods in plant protection // Materials of the All-Russian Scientific and practical conference with international participation. 2018. Pp. 21–23.
3. Carrera P. Soil clean up in Europe – Feasibility and Cost. Kluwer Academic Publisher; 1993. p. 733–57. 12. McIntyre TC

4. Vik EA, Bardos P, editors. Remediation of Contaminated Land Technology Implementation in Europe: A Report from the Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies (CLARINET) 2002. http://www.clarinet.at/library/WG7_Final_Report.pdf.

Recommended work by Candidate in Biological Sciences, Docent V.V. Glebov.

УДК 631.10

МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВЕДЕНИИ УРБАНФАРМИНГА

Н.А. Александров, П.К. Глушков, Е.М. Ефанова
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, alexandrovnumber4@mail.ru

The yield of spring barley was predicted and a strong difference from the actual values was revealed.

В связи с увеличением площади урбанизированных территорий остро встает вопрос об их использовании антропогенно трансформированных почв в сельскохозяйственном производстве. Математическое моделирование является одним из основных методов принятия управленческих решений при повышении эффективности сельскохозяйственного производства.

Цель работы: моделирование урожайности культуры ярового ячменя при ведении урбанфарминга.

Для достижения цели принято решение заложить два мелкоделяночных опыта по одной и той же схеме на почвах разной степени урбанизированности.

Схема опыта: 1) Контроль (фон); 2) Фон + CAN; 3) Фон + NPK 18:18:18 + микроэлементы; 4) Фон + Нитроаммофоска 14:14:23; 5) Фон + КАС-32.

Метод. Расчет потенциальной урожайности проводится с учетом четырех лимитирующих условий.

1. Расчет потенциальной урожайности ярового ячменя по 1-му лимиту плодородия земель выполняется в информационно-аналитических модулях ИСС на основе анализа прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР) в условиях конкретного участка. Для этого привлекаются данные агроэкологических БД по участкам хозяйства.

2. Расчет потенциальной урожайности по 2-му лимиту (влагообеспеченности культуры) выполняется на основе экспериментальных или расчетных данных по сезонной динамике продуктивной влаги и общим запасам продуктивной влаги за период вегетации. В расчетах используются педотрансферные функции сезонной динамики продуктивной влаги – в зависимости от сезонного распределения осадков, испаряемости и радиационного баланса.

3. Расчет урожайности ярового ячменя с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий (3-й и 4-й лимиты плодородия) выполняется на основе данных агроклиматически обеспеченной урожайности, основных ресурсных и лимитирующих показателей почв из агроэкологической БД по участкам хозяйства.

Результаты продуктивности ярового ячменя представлены в таблице.

Таблица. Продуктивность ярового ячменя, ц/га.

Вариант	Урбанизованная дерново-подзолистая	Дерново-подзолистая
Фон	20.88	9.50
CAN	37.68	23.68
NPK 18-18-18	47.42	28.63
Нитроаммофоска	33.83	33.03
КАС-32	33.50	20.80

Вывод. Фактические значения на типичной дерново-подзолистой почве сильно отличаются от смоделированных, что объясняется серьезным варьированием гидротермических условий.

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

УДК 631.548, 661.716, 613.81

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДОСТУПНОГО ФОСФОРА В АГРОПОЧВАХ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ В ОВОЩНЫХ СЕВОБОРОТАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

А.В. Брикманс¹, Н.А. Сакара³, О.В. Нестерова¹,
Т.С. Тарасова³, В.А. Семаль^{1,2}

¹ФГАОУВО Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, anastasyach7@mail.ru

²ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток

³ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства

Three years presented field experiment. Was researched effect of biochar at a dose of 1 and 3 kg on the available phosphorus in vegetable crop rotations in a drainage system and in a system without drainage was studied. Biochar in general has shown its effectiveness. In a system without drainage at a dose of 3 kg of biochar, the readings of available phosphorus are higher than in a drainage system.

В условиях возрастающей деградации почв ведется поиск новых агротехнологий для сохранения почвенного плодородия. Наиболее перспективным с этой точки зрения является использование биоугля. Он достаточно активно используется фермерами в Европе, а в России эффект от применения биоугля изучают только последние десять лет.

Цель исследования – оценка динамики содержания P_2O_5 в агропочвах юга Приморского края при внесении различных доз биоугля под овощным севооборотом. Объект исследования – агропочвы Приморской овощной опытной станции с овощным севооборотом с применением глубокого дренажа (120 см) и без дренажа. Биоуголь вносился однократно в 2018 году. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема полевого опыта 2018–2020 гг.

Год	Участок без дренажа почвы			Участок с дренажом почвы		
	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 0 кг/м ²
2018	капуста	капуста	капуста	капуста	капуста	капуста
2019	soя	soя	soя	картофель	картофель	картофель
2020	пар	пар	пар	пар	пар	пар

В 2018 г. в бездренажной системе в вариантах с 0 и 1 кг/м² биоугля выявлено низкое содержание доступного фосфора в агропочвах, а

при дозе биоугля 3 кг/м² – среднее. В агропочвах с дренажной системой во всех вариантах наблюдается низкое содержание доступного P₂O₅ (табл. 2).

Таблица 2. Содержание подвижного P₂O₅ в агропочвах 2018–2020 гг.

Год	Участок без дренажа почвы			Участок с дренажом почвы		
	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 0 кг/м ²
2018	14.2	14.6	18.8	6.8	7.6	9.4
2019	35.6	35.0	35.7	22.8	22.7	22.4
2020	3.5	3.6	3.7	2.6	2.2	2.2

В 2019 г. во всех вариантах опыта отмечено высокое содержание доступного фосфора в агропочвах, однако для почв с бездренажной системой эти значения выше, чем в системе с применением дренажа.

В 2020 г. в системе без дренажа содержание доступного фосфора во всех вариантах опыта низкое, однако в дозе биоугля 3 кг/м² значения несколько выше, чем в дозе 0 и 1 кг/м². В дренажной системе содержание доступного фосфора во всех вариантах низкое.

По результатам полевого опыта биоуголь показал свою наибольшую эффективность в агропочвах в бездренажной системе в дозе 3 кг/м².

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Работа рекомендована, к.б.н., доц. О.В. Нестеровой.

УДК 631.40

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РУЛОННЫХ ГАЗОННЫХ
ТРАВОСМЕСЕЙ НА СИЛЬНО ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.К. Гвоздь¹, И.М. Мазиров², М.М. Визирская³, Н.А. Александров¹

¹ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

²ООО «Грин Эра», Москва, Россия

³ООО «Еврохим Трейдинг Рус», Москва, Россия

Факультет почвоведения, агрохимии и экологии, Москва, Россия

var_gvozd@mail.ru

A diet of lawn grasses has a significant impact on the intensity of shoot formation and the formation of a high-quality turf. The formation of stable

lawn coverings requires a special approach – the artificial formation of soils with the necessary agrophysical properties and the systematic use of fertilizers.

Газоны выполняют ряд важных функций: депонируют углекислый газ, способствуют оседанию пыли, регулируют состав атмосферного воздуха и т.д. В то же время, формирование устойчивого газонного покрытия тяжелая задача.

Урбанозёмы являются крайне неблагоприятной средой для естественного роста трав. Они представляют собой нарушенные почвенные конструкции. В таких условиях формирование устойчивых газонных покрытий требует особого подхода – искусственного формирования почв с необходимыми агрофизическими свойствами и систематического применения удобрений.

В опыте использовался рулонный способ создания газона. Рулонный газон можно создать в краткий срок, в затруднённых для роста и развития всходов неблагоприятных климатических условиях, на любой почве, даже деградированной [2]. В опыте для создания рулонного газона применяемая смесь включала в себя 4 вида мятлика.

В некоторых вариантах использовался структуроулучшающий материал для создания газона – перлит [2].

Значительное влияние на интенсивность побегообразования и формирования качественной дернины оказывает режим питания газонных трав [3]. В режиме мониторинга для оценки формирования и функционирования газонов (1 раз в 10 дней) были оценены следующие показатели: цвет газонного покрытия; толщина дернины, см; густота побегов, шт./м²; характер сложения травостоев; проективное покрытие, %; оценка общей декоративности, балл; общая максимальная оценка качества; показатель качества газонных травостоев [1].

В результате опыта было выявлено, что хорошими показателями качества среди вариантов с рулонными газонами обладали: РГБ – рулонный газон + БХЗ (50 г/м²), в данном варианте самая высокая густота побегов, шт./м² по сравнению с другими вариантами рулонного газона, а также РПФ – рулонный газон+ перлит + Фертика (50 г/м²).

Литература

1. *Архипова Л.В.* Критерии оценки качества газона на грингах гольф-полей. – МГУЛ, выпуск 6, 01/2008 – 12/2008.
2. *Газон.* Создание и уход / И.М. Мазиров – Москва: ЛитРес: Самиздат, 2019. – 107 с.

3. Тюльдюков В.А. Газоноведение и озеленение населенных территорий / В.А. Тюльдюков, И.В. Кобозев, Н.В. Парахин – М.: КолосС, 2002. – 264 с.

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

УДК 631.87

КРЕМНИЕВЫЕ УДОБРЕНИЯ – ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.О. Гранкина

ИФПБ РАН, Пушкино, 9265260049@bk.ru

The history of the use of silicon fertilizers has deep roots and scientific approach to its study appeared in 1840. The modern research are very perspective as a lot of gaps still remain in the description of silicone action on different plants. Known that application of silicon fertilizers increasing plant resistance to abiotic stresses but study of the mechanisms of the effect of silicon fertilizers is a vast and poorly studied area.

Кремний является вторым по распространённости в земной коре – его содержание около 27.2 %. Ежегодно сельскохозяйственными растениями безвозвратно выносятся от 20 до 700 кг/га Si. Несмотря на то, что кремний присутствует в почве в виде нерастворимого соединения, он давно привлекает интерес из-за своего ощутимого влияния на растения и почву.

Целью настоящего исследования является изучение истории применения кремниевых удобрений, их перспективного использования и механизма действия на растения в условиях абиотических стрессов.

Первой научной работой, в которой кремний рассматривается в качестве источника элемента питания для растений, считается «Органическая химия в приложении к земледелию и физиологии» 1840 г., в которой Юстус Либих описывает 4 основных элемента питания: азот, фосфор, калий и кремний. С кремнием в науке связан уникальный практический эксперимент: с 1856 г. на Ротамстедской станции (Rothamsted Station) ведется непрерывный опыт возделывания зерновых, который показал, что кремний активно выносится из почвы и участвует в биохимических процессах.

С 1999 г. раз в три года проводится крупнейшая конференция (ISSAG) по кремнию в сельском хозяйстве. В многочисленных исследованиях было показано, что кремний оказывает положительное влияние

на сахарную свеклу, огурцы, цитрусовые, виноград, кукурузу, сою, рис, яровую пшеницу и ячмень, цветную капусту и другие сельскохозяйственные растения.

Растения могут поглощать кремний только в виде монокремниевой кислоты. На мировом рынке представлены различные виды жидких и твердых кремниевых удобрений с основами из силиката кремния, монокремниевой кислоты, аморфного диоксида кремния, диатомит, цеолит. Учитывая хорошую сорбционную способность кремниевых соединений, часто кремниевые препараты содержат микро- и макроэлементы, органические стимуляторы роста и фитогормоны. Изучение механизмов влияния кремниевых удобрений в качестве элементов питания и в качестве биостимуляторов представляет собой обширную и малоисследованную область.

В результате проведенного анализа результатов применения кремниевых удобрений сделаны следующие выводы: кремний продолжительное время используется в сельском хозяйстве для придания растениям устойчивости к абиотическим стрессам: засолению, отравлению тяжелыми металлами, засухе и повышает холодостойкость. Такие свойства особенно важны при вводе в эксплуатацию почв, ранее считавшихся неперспективными, но культивируемых для удовлетворения потребностей растущего населения.

Работа рекомендована д.б.н. В.В. Матыченковым.

УДК 546.26:631.8:581.1:635.07

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ ТРИС-МАЛОНАТА ФУЛЛЕРЕНА C₆₀ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ

А.С. Журавлева¹, К.Н. Семенов², С.А. Агеев^{2,3},

В.В. Шаройко^{2,3}, Г.Г. Панова¹

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Агрофизический научно-исследовательский институт» (ФГБНУ АФИ)
zhuravlan@gmail.com

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский
университет имени И.П. Павлова

³Санкт-Петербургский государственный университет

Complex studies of the effect of solutions of the synthesized polycarboxylated derivative of fullerene C₆₀ – tris-malonate of fullerene C₆₀ on plants were carried out using the example of a number of grain and vegetable

crops under controlled conditions. The specific and varietal characteristics of the reaction of plants to various types of treatments with the test substance were revealed and its effective concentrations with a positive effect on plants were established.

Исследования, направленные на разработку экологически безопасных препаратов комплексного положительного действия на растения, являются актуальными. Особый интерес представляют препараты на основе наноматериалов, эффективные в низких концентрациях.

Целью работы являлось исследование влияния тестируемых растворов синтезированного поликарбоксилированного производного фуллерена C_{60} – трис-малоната фуллерена $C_{60}(C(COOH)_2)_3$ (C_{60-tm}) [1, 2] на растения на примере ряда зерновых и овощных культур в регулируемых условиях. Выявлены особенности реакции растений на обработку семян растворами C_{60-tm} , на его присутствие в корнеобитаемой среде, на некорневое воздействие и установить действующие концентрации указанного вещества с положительным эффектом влияния на растения в зависимости от вида обработки.

По результатам обработки семян на примере кресс-салата сорта Ажур, салата сорта Лоло Росса и пшеницы сорта Ленинградка 6 выявлено, что растворы C_{60-tm} оказывают достоверное или в виде выраженной тенденции положительное влияние на рост и развитие растений на ранних этапах их онтогенеза в концентрациях 0.01–50 мг/л водного раствора, не оказывают влияния в концентрациях меньше 0.01 мг/л и тормозят рост корней в концентрациях выше 50 мг/л водного раствора, что согласуется с литературными данными [3].

Присутствие C_{60-tm} в концентрациях 0.01–0.1 мг в корнеобитаемой среде обеспечивало увеличение ряда биометрических показателей роста растений ярового ячменя сорта Ленинградский, таких как длина корней и число стеблей, увеличение в виде тенденции – площади листовой поверхности, а также снижение интенсивности окислительных процессов в листьях растений.

При некорневой обработке вегетирующих растений ярового ячменя сорта Ленинградский, томата сорта Наташа, салата сорта Лоло Росса, гибридов F_1 огурца сортов Нева и Кадет, практически все исследованные концентрации (0.001–1 мг/л) растворов C_{60-tm} оказывали достоверное и положительное воздействие на показатели роста и развития растений и работу антиоксидантных систем. Выявленное на примере томата возрастание количества цветков и завязей на растениях под влиянием обработки их C_{60-tm} свидетельствует о его стимулирующем дей-

ствии на генеративное развитие растений, очевидно, согласно литературным данным за счет накопления малоновой кислоты с выраженной дальнейшей перспективой увеличения их продуктивности [4, 5].

Выявленное положительное воздействие растворов C_{60} -tm на исследованные культуры при различных способах обработки обусловлено установленными увеличением площади поглотительной и/или ассимилирующей поверхности у корней и листьев, усилением поглощения влаги, транспорта и транслокации макроэлементов и других веществ в надземные органы растений, поступлением в растения и распределением по органам C_{60} -tm, содержащего физиологически активные органические соединения, потенциально включаемые в циклические процессы катаболизма растений, оптимизацией работы их антиоксидантных систем.

Литература

1. *Silion M., Dascalu A., Pinteala M., Bogdan C.* A study on electro spray mass spectrometry of fulleranol $C_{60}(OH)_{24}$ // J. Org. Chem. Simione scuand Cezar Ungurenasu, Beilstein. – 2013. – № 9.– pp. 1285–1295.

2. *Semenov K.N., Meshcheriakov A.A., Charykov N.A., Dmitrenko M.E., Keskinov V.A., Murin I.V., Panova G.G., Sharoyko V.V., Kanash E.V., Khomyakov Yu.V.* Physico-chemical and biological properties of C_{60} – L-hydroxyproline water solutions // RSC Advances. – 2017. – № 7. – pp. 15189–15200.

3. *Panova G.G., Ktitirova I.N., Skobeleva O.V., Sinjavina N.G., Charykov N.A., Semenov K.N.* Impact of polyhydroxy fullerene (fullerol or fulleranol) on growth and biophysical characteristics of barley seedlings in favourable and stressful conditions // Plant Growth Regulation. – 2016. – v. 79(3). – pp. 309–317.

4. *Sisi Jia, Yu Wang, Jianhui Hu, Zhaotang Ding, Qing Liang, Yinfei Zhang, Hui Wang.* Mineral and metabolic profiles in tea leaves and flowers during flower development // Plant Physiology and Biochemistry. – 2016. – № 106. – pp. 316–326.

5. *Пузанский П.К., Емельянов В.В., Шаварда А.Л., Гавриленко Т.А., Шишова М.Ф.* Возрастные и органоспецифичные различия метаболизма растений картофеля *Solanum phureja* // Журнал «Физиология растений». – 2018. – Т. 65. – № 6. – С. 451–462.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых MD-2175.2018.3 и гранта РФФИ № 18-33-20238 мол_a_вед.

Работа рекомендована научным руководителем направления, к.б.н. Г.Г. Пановой.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ГАЗОННЫХ ТРАВСТОЕВ СЕЯНОГО ТИПА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

М.О. Каушкаль, Н.А. Александров

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,
margarkau@gmail.com

The experience is based on the assumption that the formation of a lawn coating that is sustainable to anthropocentric and the climate burden contributes to its provision by mineral nutrition and soil-ground with favorable astrophysical properties.

Цель исследования: разработка технологии применения почвоулучшающих добавок и минеральных удобрений, способствующих устойчивому функционированию покрытий.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

– оценка эффективности перлита в качестве почвоулучшающего компонента;

– оценка влияния различных видов комплексных удобрений на развитие и функционирование сеяных газонов.

Объекты исследования. Опыт заложен на территории экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве тестовых объектов выбраны сеяные газоны. Состав трав – мятлик луговой (10 %), овсяница красная измененная (30 %), овсяница красная (45 %), овсяница овечья (10 %), полевица побегоносная (5 %).

В качестве почвоулучшающего компонента использовался перлит в количестве 10 л/м², запаханный на глубину 5–7 см. Среди тестируемых удобрений использовались: Буйские органоминеральные удобрения (далее БХЗ), Фертика для газонов и водорастворимые удобрения ЕвроХим.

В опыте предусмотрены 8 вариантов, каждый из которых заложен в трехкратной повторности (расположение делянок – рендомизированное).

Методы исследования. Для оценки формирования и функционирования газонов в режиме мониторинга (1 раз в 10 дней) оцениваются следующие показатели: масса наземной биомассы, масса 1 см³ высушенного дерна, масса корней из 0.5 дм³ почвы, плотность газонного покрытия, цветность, высота травостоя, содержание хлорофилла (N-тестер).

Результаты. В ходе исследований (в период с августа по ноябрь) проведены три укоса наземной биомассы, осуществлен замер высоты травостоя, измерено содержание хлорофилла в растениях, проведена фотофиксация проективного покрытия участков и отобраны образцы для проведения агрохимического почвенного анализа, измерения массы дернины и массы корневой системы.

Выводы

1. Данные укосов показывают, что применение удобрений оказало значительное положительно влияние на развитие травостоя: причем разные виды удобрений показали разную эффективность.

2. Для сеяного газона максимальный прирост биомассы также наблюдался для варианта с применением удобрения Фертика, но без перлита – 1256 г/м², с перлитом показатель меньше – 1051 г/м². Для остальных удобрений на сеяном газоне существенных различий в приросте биомассы не выявлено.

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

УДК 631.8

МИКРОУДОБРЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГАЗОНОВ

С.С. Огородникова

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

The report examines the impact of fertilizers introduced in 2019 on the growth and development of crops (*Lolium perenne* and *Festuca rubra*). It is shown that the highest biomass is observed in the variant with the addition of manganese on the background of NPK. For the sustainable development of lawns in the urban environment, regular application of fertilizers containing trace elements is proposed.

Применение неэффективных технологий выращивания газонов в городской среде приводит к быстрой потере их декоративных свойств, низкой продуктивности, и как следствие замене на новые. При закладке газона используются грунты на 70 % состоящие из торфа, обеднённые микроэлементами.

Цель работы: исследовать влияние последействия микроэлементов на рост и развитие газонных трав. Объектами исследования являются

ся Райграс пастбищный (*Lolium perenne*) и Овсяница красная (*Festuca rubra*). Вегетационный опыт был заложен в июне 2019 года. Использовали сосуды объёмом 5 л. В сосуды набивали дерново-подзолистую почву, а затем торфо-грунт слоем 10 см, создавали систему конструктозем по аналогии с принятой технологией закладки газонов в г. Москве. Для создания органогенного горизонта конструктозема был использован навалый грунт (аналог сертификата «Московского Экологического Регистра»), состав которого включал 30 % очищенного песка и 70 % низинного торфа.

Результаты вегетационного опыта, проведенного в 2019 году, показали, что внесение в грунт марганца отдельно и на фоне NPK, позитивно влияет на развитие Овсяницы красной и приводит к росту биомассы более чем в 2 раза по сравнению с контролем. В данной работе исследовалось влияние последействия внесенных в прошлом году микроэлементов. График, демонстрирующий динамику изменения биомассы Овсяницы красной, представлен на рисунке.

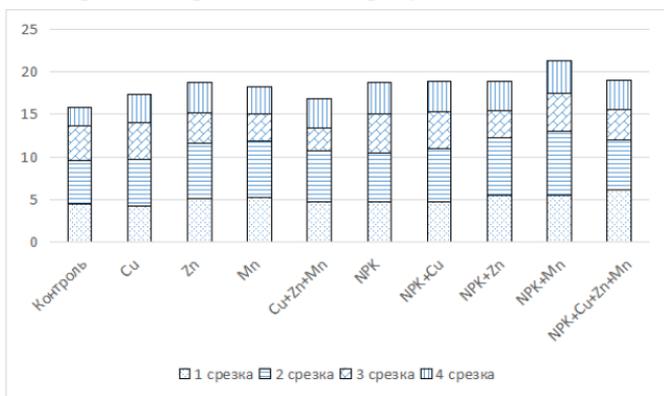


Рисунок. Биомасса Овсяницы красной (*Festuca rubra*) – сумма за 4 укоса, сырой вес, г/сосуд.

Видно, что наибольшая биомасса наблюдается в варианте с внесением марганца на фоне NPK. Прирост составил 35 % по сравнению с контролем, что существенно ниже, чем прирост, полученный в 2019 г.

Таким образом, исследование показало, что для обеспечения прироста биомассы газонных трав в условиях мегаполиса необходимо регулярное внесение удобрений, содержащих микроэлементы.

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

Mechanochemical methods for the synthesis of carboxymethylated and xanthogenated polymer growth stimulators from peat have been developed. It is shown that the products of carboxymethylation and xanthogenation of peat are soluble in water and can be used as effective growth stimulators of agricultural plants.

Процесс карбоксиметилирования древесины с получением полимерных материалов исследован достаточно подробно [1]. Нами разработаны новые карбоксиметилированные и ксантогенированные полимерные препараты из торфа [2, 3].

Полевые испытания эффективности применения полученных новых торфяных биопрепаратов проводили в 2018 году на дерново-подзолистой супесчаной почве согласно [4].

Разработанный карбоксиметилированный продукт на основе торфа (стимулятор роста № 1) содержит в своем составе 25 % связанных карбоксиметильных групп и значительное количество гуминовых ростостимулирующих веществ (32.5 %). В качестве показателя эффективности применения стимулятора роста из торфа использовали урожайность клубней картофеля, т/га. Как показывают результаты полевых агрохимических исследований, наблюдается существенное повышение урожайности при использовании стимулятора роста по сравнению контролем в среднем на 20–57 %.

Изучена биологическая активность ксантогенированного торфа (стимулятор роста № 2), содержащего 13.3 % связанного сероуглерода в сравнении с исходным торфом на растениях яровой пшеницы сорта Ирень. Установлено, что продукт ксантогенирования торфа, содержащий 13.3 % связанного сероуглерода оказывает положительное (ростостимулирующее) влияние на все изученные показатели растений яровой пшеницы через 14 дней после обработки и повышает высоту растений на 30 % по сравнению с исходным торфом и контролем (вода).

Таким образом, показано, что полимерные карбоксиметилированные и ксантогенированные препараты на основе торфа являются эффективными стимуляторами роста различных сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И. Химическое модифицирование древесины. // Российский химический журнал. 2004. Т. 68. № 3. С. 108–112.

2. Ефанов М.В., Ананьина И.В., Коньшин В.В., Сартаков М.П., Чумак В.А. Карбоксиметилирование торфа механохимическим методом. // Химия твердого топлива. 2019. № 2. С. 50–54.

3. Ефанов М.В., Коньшин В.В., Сартаков М.П., Сеницын А.А. Ксантогенирование торфа механохимическим методом. // Химия природных соединений. 2020. № 2. С. 331–333.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. / М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Правительства ХМАО-Югры (проект № 18-43-860001_p_a).

Работа рекомендована д.х.н., проф. В.В. Коньшиным.

УДК 635.657:631.87:632.951

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ СОВМЕСТНО С ИНСЕКТИЦИДАМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Патрикеев

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет,
koan5@rambler.ru

This article presents a study of the yield of chickpea, depending on the use of insecticides together with humic preparations in the cultivation of chickpeas. The object of research was the Agrochemistry hospital in the Priozov zone of the Rostov region.

Актуальность. Ведущее место в защите растений занимает химический метод. За счёт использования пестицидов предотвращаются потенциальные потери урожая. Мировой ассортимент пестицидов, насчитывающий тысячи препаратов, является источником для формирования ассортимента пестицидов, разрешенных для применения в той или иной стране.

Цель и задачи. Разработать оптимальную и экономически выгодную технологию применения химических средств защиты растений совместно с гуминовыми препаратами при возделывании нута в условиях Приазовской зоны Ростовской области.

Схема опыта. 1) Гуминовый препарат: ВЮ-Дон-10 (0.3 л/га); 2) Биологическая система защиты: Планриз (0.3 л/т), Геостим (1 л/га); 3) Биологическая система защиты + гуминовый препарат: Планриз (0.3 л/т), Геостим (1 л/га), ВЮ-Дон-10 (0.3 л/га); 4) Химическая система защиты: Гезагард, КС (3 л/га), Би-58 Новый, КЭ (1 л/га); 5) Химическая система защиты + гуминовый препарат: Гезагард, КС (3 л/га), Би-58 Новый, КЭ (1 л/га), ВЮ-Дон-10 (0.3 л/га); 6) Новый ассортимент химической системы защиты: Синклер, СК (0.6 л/т), Лазурит, СП (1 кг/га), Оптима, КЭ (0.5 л/га), Амплиго, МКС (0.2 л/га); 7) Новый ассортимент химической системы защиты + гуминовый препарат: Синклер, СК (0.6 л/т), Лазурит, СП (1 кг/га), Оптима, КЭ (0.5 л/га), Амплиго, МКС (0.2 л/га), ВЮ-Дон-10 (0.3 л/га).

Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица. Урожайность нута при использовании гуминового препарата в различных системах защиты.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	10.5	–	–
Гуминовый препарат	11.5	1.0	9.5
Биологическая система защиты	11.2	0.7	6.7
Биологическая система защиты + гумат	12.3	1.8	17.1
Химическая система защиты	12.5	2.0	19.0
Химическая система защиты + гумат	13.7	3.2	30.5
Новый ассортимент химической системы защиты	14.2	3.7	35.2
Новый ассортимент химической системы защиты + гумат	15.3	4.8	45.7

Вывод. Для возделывания нута наиболее эффективно использовать современные средства защиты с включением всех элементов технологии, это позволяет сохранить до 35.2 % урожая относительно контроля. Применение гуминового препарата позволяет получить прибавку к урожаю 4.8 ц/га, что составляет 45.7 % относительно контроля.

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

МНОГОЭЛЕМЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА УРОЖАЯ
КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ

Е.П. Пропастина, А.С. Зиборов

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

The data on the content of trace elements in corn grain are presented. The studies were carried out in 2017–2018 at territory of the state site «Tselinsky» of the Rostov region.

Кукуруза является культурой, требовательной к режиму минерального питания. Обладая высокой потенциальной продуктивностью, она способна активно извлекать питательные вещества из почвы и резко увеличивать урожайность при внесении достаточного количества удобрений. Вносимые удобрения компенсируют недостаток питательных веществ в почве. Основу многоэлементной диагностики составляет определение и интерпретация формул сбалансированности питания.

Цель исследования – проведение многоэлементной диагностики качества урожая кукурузы на черноземных почвах.

Для достижения цели исследования проведены полевые опыты согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2017–2018 гг. совместно с Международным институтом питания растений.

Объект исследования. Опытная культура – кукуруза (*Zea mays*). Предшественник – нут (*Cicer arietinum*). Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный 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 использована аммиачная селитра, аммофос, калий хлористый, цинк серноокислый. Удобрения внесены согласно следующей схеме:

1. N30P40 под предпосевную культивацию;
2. N9P40 под предпосевную культивацию;
3. N85P70K40, включая N50P50K20 под предпосевную культивацию, 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 культивацию, N5P20K20 при посеве (2 см сбоку семян) + Zn (обработка семян).

Содержание Zn, Cu, Pb, Cd в растениях кукурузы определено в солянокислом растворе сухой золы с атомно-абсорбционным окончанием. Математическая обработка опытных данных выполнена с использованием пакетов компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 13.3.

Результаты и выводы. Установлено, что увеличение доз минеральных удобрений ведет, как правило, к незначительному повышению содержания Zn, Cu, Pb, Cd в зерне кукурузы. Полученное в опыте зерно кукурузы может использоваться в продовольственных целях, так как превышения гигиенических нормативов не выявлено.

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

УДК 631.40

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Г.В. Щемелева¹, Л.В. Цындра²

Новосибирский государственный аграрный университет,
¹shgv95@mail.ru, ²brikman1994@mail.ru

The main indicators of the state of the soils of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region under the crops of corn and potatoes are described. The results of the influence of irrigation on the yield, photosynthetic parameters and chemical composition of the crop of row crops are reflected. It is noted that the use of irrigation in the cultivation of corn and potatoes in conditions of intensive agriculture significantly increases the yield and quality of the crop.

Основной целью любой сельскохозяйственной деятельности, связанной с выращиванием растений, является получение высоких урожаев. Для этого необходимо постоянное совершенствование технологии возделывания, в условиях местного климата, для получения наибольшей экономической эффективности возделывания культур. Одним из способов регулирования водного режима почв, оптимального для растений, испытывающих в естественных условиях недостаток во влаге, является орошение. Поддержание запасов влаги в вегетационный период растений на оптимальном уровне влияет на качество продукции растениеводства, а также позволяет увеличить урожайность культур.

Цель работы – изучение влияния влагообеспеченности на продуктивность пропашных культур и агрохимические показатели почвы. В ходе исследования дана оценка урожайности и качества урожая пропашных культур (кукуруза, картофель), их фотосинтетические параметры, химический состав, а также изучены основные агрохимические показатели почвы – реакция почвенного раствора и содержание органического вещества.

Исследования проведены на почвах лесостепи Новосибирского Приобья на базе хозяйств ЗАО «Приобский» и ЗАО Племзавод «Ирмень». Объекты исследования – кукуруза, гибриды Кубанский 101 СВ и Катерина СВ и картофель Ред Скарлетт и Невский. Для изучения влияния уровня влагообеспеченности на агрохимические показатели почвы и продуктивность пропашных культур проведены поливы дважды по 400 м³/га.

В результате исследований, была установлена пригодность агрохимических показателей почв для возделывания изучаемых пропашных культур. Так же, отмечена тенденция к увеличению площади листьев и фотосинтетического потенциала, при использовании полива. Применение орошения позволило увеличить урожайность зерна и зеленой массы гибридов кукурузы, повысить качество, пищевую и кормовую ценность продукции. Показатели урожайности, товарности и химического состава клубней картофеля так же зависели от применения орошения.

Таким образом данные, полученные в ходе исследования, позволяют дать оценку влияния орошения на урожайность и качество выращиваемых пропашных культур в лесостепи Новосибирского Приобья. Показатели агрохимических исследований отражают состояние почвенного покрова под посевами культур.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Р.Р. Галеевым.

УДК: 631.82

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ УРОЖАЯ ДОЧЕРНЕГО ПОКОЛЕНИЯ ПШЕНИЦЫ

П.А. Щукина, Л.П. Гусакова, М.В. Архипов, Е.В. Канаш
ФГБНУ АФИ, art122@bk.ru

The aim of the study is to study the effect of doses of complex mineral fertilizers (N, P, K) on the sowing qualities of seeds of mother plants and the yield properties of the daughter generation of spring wheat. The object of the study was the seeds of spring bread wheat variety Ester.

Цель исследования – изучение влияния различных доз комплексных минеральных удобрений (N, P, K), применяемых в агротехнологиях точного земледелия в Ленинградской области, на посевные качества семян материнских растений и урожайные свойства дочернего поколения яровой пшеницы сорта Эстер. Объектом исследования служили семена яровой мягкой пшеницы сорта Эстер.

Исходные образцы семян были получены при выращивании материнских растений на разных агрофонах дерново-подзолистых почв Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института (Ленинградская область, Гатчинский район) в 2011 году. В лабораторных условиях исследовали посевные качества семян, сформированных в контроле (без внесения удобрений) и на участках 7-ми вариантов сочетания различных доз удобрений (N, P, K).

Оптимальная доза удобрений для сорта Эстер N180P240K150 показала, что можно достичь положительных эффектов, например, повышенной продуктивности, не только при прямом воздействии, но и в дочернем поколении у зерна наблюдалась хорошая полевая всхожесть.

Таблица 1. Урожай яровой пшеницы сорта Эстер (урожай 2012 г.).

№	Вариант	Масса зерен с растения, г	Всхожесть, полевая, %
1	N0P0K0	0.684±0.060	88
2	N90P240K300	0.769±0.060	92
3	N180P120K300	0.801±0.060	92
4	N180P240K150	1.029±0.076	96
5	N0P240K300	0.576±0.040	86
6	N180P240K0	0.873±0.052	92
7	N180P0K300	0.809±0.041	92
8	N180P240K300	0.956±0.050	94

Работа выполнена в рамках Соглашения с Минобрнауки России № 075-15-2020-805.

Работа рекомендована к.т.н. Н.С. Прияткин.

СОСТОЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРОЙ
ОПОДЗОЛЕННОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВНЕСЕНИИ
ИЗВЕСТНЯКОВОЙ МУКИ

Т.А. Яворская

ФГБУ «САС «Томская», г. Томск, sastom@mail.ru

The article presents the results of scientific experiments to improve the efficiency of using limestone flour in the Tomsk region. It has been proven that a dose of 7.2 t/ha of lime had the greatest impact on the agrochemical properties and crop yield.

По многолетним исследованиям Томской агрохимической станции наблюдается увеличение площадей кислых почв на 80 %. На этих почвах невозможно получить высокий урожай хорошего качества сельскохозяйственных культур. Для этого необходимо проводить известкование, которое позволит регулировать кислотность, тем самым способствуя повышению и сохранению плодородия почв.

Цель – исследовать влияние известняковой муки на агрохимические свойства серой оподзоленной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур Томской области.

Исследования проводились в длительном стационарном опыте ОГБОУ СПО «Томского аграрного колледжа», заложенном в 2016 году на серой оподзоленной тяжелосуглинистой почве, характеризующейся сильнокислой реакцией среды, слабой гумусированностью, высоким содержанием нитратного азота (28.3 мг/кг почвы), и подвижного фосфора (171 мг/кг), низким содержанием обменного калия (52 мг/кг). Почвообразующая порода – лессовидный суглинок. Схема опыта: контроль (без мелиоранта), известняковая мука в дозах 7.2 т/га, 3.6 т/га и 1.8 т/га. Повторность опыта 4-х кратная, площадь делянок 100 м². Обработка почвы – классическая. Полная доза внесения известняковой муки рассчитана на основе агрохимических данных опытного участка. Статистическая обработка проведена с помощью программы Снедекор.

Согласно полученным результатам, внесение известнякового мелиоранта привело к: снижению реакции почвенной среды и гидролитической кислотности, повышению содержания обменных Ca²⁺ и Mg²⁺, увеличению степени насыщенности почвы основаниями.

Внесение известкового мелиоранта способствовало увеличению урожайности и улучшению качественных показателей с/х культур.

За четыре года урожайность с/х культур составила 23.8–27.4 ц/га з.ед. Наиболее эффективным оказалось применение извести в дозе 7.2 т/га, прибавка урожая составила 6 ц/га з.ед. (28 %) при НСР₀₅=1.2. При дозах внесения 3.6 т/га и 1.8 т/га прибавки урожая составили 2.4 ц/га з.ед. (11.2 %) и 2.5 ц/га з.ед. (12.1 %) соответственно.

По результатам фенологических исследований установлено, что внесенная известняковая мука оказала положительное влияние на высоту, массу 1000 семян, густоту продуктивного стеблестоя растений. Существенно увеличилось содержание белка в зернах яровой пшеницы.

Таким образом, внесение известкового мелиоранта обеспечивает дополнительное повышение урожайности ежегодно на 2.5–6.0 ц/га. Наиболее эффективной оказалась доза извести 7.2 т/га. По расчетам экономической эффективности выявлено, что внесение известняковой муки позволило получить прибавку урожая на сумму от 8760 до 26640 руб. с гектара за 4 года.

Работа рекомендована д.с.-х.н. И.Б. Сорокиным.

УДК 631.552/.554

**ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ
ДОЖДЕВАНИЕМ НА УРОЖАЙНОСТЬ
СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНОЙ ТРАВΟΣМЕСИ В УСЛОВИЯХ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Д.В. Яланский

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

dimka-045@mail.ru

The paper presents data on the yield of hay-pasture grass mixture for 2016–2018, depending on irrigation by sprinkling and doses of applied mineral fertilizers, and shows the indicators of the feed value of the grass stand during irrigation in comparison with natural moisture.

Лабораторно-экспериментальные исследования проводились в условиях учебно-опытного оросительного комплекса «Гушково-1» у поселка Чарны Горецкого района Могилевской области в течение 2016–2018 гг.

Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, пылеватая.

В состав культуры включены компоненты: клевер белый или ползучий (сорт Ривендел), райграс пастбищный (сорт Пашавы), фесту-

лолиум (сорт Пуня), тимофеевка луговая (сорт Белорусская местная) и овсяница луговая (сорт Зорка). Схема опыта:

1. Контроль – без орошения + N(60, 120, 160)P60K120;
2. Орошение при 70 % от НВ + N(60, 120, 160)P60K120;
3. Орошение при 80 % от НВ + N(60, 120, 160)P60K120.

В качестве минеральных удобрений использовали суперфосфат, хлористый калий и карбамид дозы которых были приняты в кг/га действующего вещества. В осенний период вносили механизированным способом фосфорные и калийные минеральные удобрения, азотные вносились поукосно.

Повторность – 4-х кратная. Площадь опытной (учетной) делянки – 120 кв. м. Предшественник – горчица белая. Посев травостоя осуществлялся трактором МТЗ 1523 и пневмосеялкой СПУ – 6 «Лидагропромаш» (производство Беларусь). Норма высева семян – 33 кг/га, глубина их заделки – 1 см. Агрохимические показатели почвы и травостоя определялись в химико-экологической лаборатории «УО БГСХА» г. Горки по стандартным методикам.

Урожайность зеленой массы сенокосно-пастбищной травосмеси учитывалась методом сплошного скашивания травостоя со всей делянки и взвешивания с параллельным отбором пробного снопа для определения воздушно-сухого и абсолютно сухого вещества. Урожайность сухого вещества сенокосно-пастбищной травосмеси в зависимости от увлажнения почвы и доз вносимых минеральных удобрений в среднем за три года наблюдений в варианте с естественным увлажнением составила 73.4 ц/га. Прибавки урожайности сухого вещества в среднем за период проведения исследований 2016–2018 гг. по сравнению с естественным увлажнением составили: в варианте 70 % от НВ – 20.8 ц/га или 28.3 %, в варианте 80 % от НВ – 35.6 ц/га или 48.5 %.

Анализ кормовой ценности показал, что количество сырого жира в варианте 80 % от НВ выше на 0.26 %, клетчатки на 1.14 %, сырой золы на 0.83 %, K₂O на 0.41 %, P₂O₅ на 0.08 %, Cu на 0.57 мг/кг, Zn на 7.92 мг/кг, Mn на 21.63 мг/кг и Fe на 7.94 мг/кг по сравнению с естественным увлажнением.

Работа рекомендована д.с.-х.н., акад. РАН Н.Н. Дубенком.

Школьная секция

Почва – жизнь

Monitoring of the ecological state of soil in 2 parks in the city of Ufa was carried out. The deterioration of soil conditions in the old park was revealed, where measures are needed to restore the soil cover. This can be soil replacement and phytoremediation. The new park requires soil protection, a ban on the export of soil by the population. To reduce the recreational load on the soil cover, it is necessary to organize new parks.

В Дёмском районе города Уфы с населением 56 тысяч человек до недавнего времени был всего один парк культуры и отдыха площадью в 5 га. За последние 10 лет, в связи с интенсивной застройкой, население увеличилось до 120 тысяч человек.

В 2016 по инициативе Молодежного клуба РГО в зеленой зоне на окраине района заложен дендропарк, где высажены сосна кедровая, каштаны и другие виды деревьев. Парки Дёмского района круглый год испытывают значительную антропогенную нагрузку. Почвенные условия могут отрицательно сказаться на росте и развитии деревьев в парках, особенно необходимых району в период роста населения.

Цель исследования: мониторинг состояния почвы Дёмских парков. Для достижения цели с 2019 года проводится фитомониторинг почвы, учет биомассы и численности дождевых червей, измерения параметров почвы с применением приборной базы цифровых лабораторий.

Методики исследований: метод морфофизиологической оценки проростков (метод утвержден государственной семенной инспекцией МСХ СССР 31 декабря 1982 г); методика почвенной раскопки и ручного разбора проб [1]; определение органического вещества в почве [2]; определение влажности, рН, электропроводности и радиоактивности почвы с применением цифровой лаборатории «Релеон».

В результате исследований установлено, что всхожесть семян в почвенных вытяжках составляет 79 % в парке КиО, по 97 % в дендропарке и в контроле. По длине проростков значения в парке КиО отстают от контроля на 3.5 см; по длине главного корня меньше контроля в 2 раза. В дендропарке значения близки к контролю. По результатам морфофизиологической оценки проростков, прослеживается деградация почвы в парке КиО в сравнении с контролем и дендропарком.

Общая численность дождевых червей на единицу площади в почве парка КиО в 2.7 раза, общая масса в 1.3 раза ниже, чем в контроле. В дендропарке общая численность на 1 м² ниже контроля в 1.6 раз, общая масса равна контролю, что значительно выше результатов 2019 года. Возможно, причина в том, что дендропарк находится на окраине, количество отдыхающих в весенний период здесь было значительно снижено из-за пандемии.

Почвы в дендропарке и в контроле классифицируются как серые лесные, с содержанием органического вещества около 10 %. В парке КиО почвы – выщелоченный чернозем, органического вещества – 3.7 %. Водородный показатель во всех пробах 8. Электропроводность – 0.7. Нитраты, хром отсутствуют, железо общее меньше 30.

Сравнительный анализ выявил ухудшение почвенных условий в парке КиО и удовлетворительное состояние почвы дендропарка. В парке КиО необходимы меры по восстановлению почвенного покрова, это может быть замена почвы и фиторемедиация. В дендропарке требуется охрана почв, запрет на вывоз почвы населением. Для уменьшения рекреационной нагрузки на почвенный покров необходима организация новых парков.

Литература

1. *Гиляров М.С.* Методы почвенно-зоологических исследований М.: Наука, 1975. 125 с.

2. *Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаверова В.Н.* Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – 2-е изд., испр. – СПб.: Крисмас+, 2012. – 176 с.: ил.

Работа рекомендована педагогом ДО И.М. Морозовой.

УДК 631.40

ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДАНИЛОВСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Е. Голубева, Е.И. Мартынова, Н.В. Никитин,
Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич

МОУ СОШ № 54 г. Волгограда, dnata29@yandex.ru

On the territory of the Danilovsky district, the following types of soils are distinguished: southern chernozems (54 %), dark chestnut (26 %), black soil solonets (5 %). The southern chernozem is medium-thick and low-power, non-saline and to varying degrees saline, making up the main soil cover.

Даниловский район расположен в северной части Волгоградской области. На севере район граничит с Еланским и Руднянским районами; на востоке – с Котовским; на юго-востоке – с Ольховским; на юге – с Фроловским; на западе – с городским округом «город Михайловка».

Климатические условия – один из важнейших факторов географической среды, оказывающий большое влияние на результаты сельскохозяйственного производства. Особенностью климата Даниловского района является его континентальность, характеризующаяся отчетливо выраженной резкой сменой температуры воздуха, жарким летом и холодной малоснежной зимой, небольшим количеством атмосферных осадков, быстрым нарастанием температуры от зимы к весне.

Территория Даниловского района изрезана балками на отдельные межбалочные водоразделы. Почвенный покров на вершинах водоразделов представлен черноземами южными маломощными, преимущественно глинистого механического гранулометрического состава, на склонах – слабо- и среднесмытыми разновидностями почвами.

На территории Даниловского района выделяют следующие типы почв: черноземы южные (54 %), темно-каштановые (26 %), солонцы черноземные (5 %), чернозем южный среднеспособный и маломощный, несолонцеватый и в разной степени солонцеватый (составляет основной почвенный покров). Чернозем южный характеризуется глинистым–суглинистым, тяжелосуглинистым–легкосуглинистым гранулометрическим составом. Солонцы глубокие, средние, корковые, иногда солончаковые, имеют глинистый–тяжелосуглинистый гранулометрический состав.

Темно-каштановые почвы, значительные площади которых были выделены при первичном обследовании, не были выявлены корректировкой. На основании многочисленных аналитических данных и полевых наблюдений все почвы отнесены к черноземам южным маломощным. В районе выражена как слабая, так и средняя, и сильная степень эрозии. Растительность ненарушенных выгонов, сенокосов отражает почвенный покров во всех его особенностях, обусловленных естественно-географическими условиями. Для растительного покрова характерна комплексность, связанная с мезо- и микрорельефом поверхности, наличием солонцов, засоленных почв и др.

Согласно обследованию, правобережье р. Медведицы занято южными черноземами, преимущественно тяжелосуглинистого гранулометрического состава, без солонцов или в комплексе с солонцами степными (не более 25 %). Господствуют ковыльковые, разнотравно-ковыльковые, типчаковые, пырейно-типчаковые, полынно-типчаковые, белополынно-ковыльные растительные группировки.

На солонцовых комплексах растительный покров характеризуется хорошо выраженной мозаичностью, соответствующей мозаичности почв. На засоленных черноземах распространены названные выше типчаково-ковыльковые, пырейно-белопопынные ассоциации. На солонцах чаще всего произрастают средне-сбитые мятликово-белопопынные, ромашниково-белопопынные группировки. На лугово-черноземных глинистых и суглинистых почвах долин рек Бузулука, Крашиевки, Черной, произрастают пырейно-типчаковые и полынно-типчаковые растительные группировки.

На левобережье р. Медведицы в зоне распространения темно-каштановых почв на водоразделах и пологих склонах чаще всего отмечаются ковыльные и типчаково-ковыльные, беспопынно-ковыльные, беспопынно-типчаковые, разнотравно-злаковые растительные группировки.

На солонцах и темно-каштановых сильно-солонцеватых почвах тяжело и среднесуглинистого гранулометрического состава в травостое господствует полынь белая с большим участием полынька с включением типчака, прутняка, мятлика луковичного.

На почвах легкосуглинистого гранулометрического состава, таких как чернозем южный, темно-каштановая супесчаная почва, а также на гумусированных песках, произрастают овсяница Беккера, полынь Маршала, тмин песчаный, чабрец Паласа, скабиоз желтый, пряная лапчатка. Кроме того, встречаются тонконог гребенчатый, лапчатка прямая, молочай.

Литература

Перекрестов Н.В. Почвенно-климатические условия Даниловского района Волгоградской области // Вестник Прикаспия. № 2(21), 2018. С. 37–43.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии Н.Е. Степановой.

УДК 631.46

МИКРОБНАЯ СУКЦЕССИЯ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ЛИСТОВОГО ОПАДА

В.Б. Гречина¹, Е.В. Красковская¹, Е.И. Рудниченко¹, А.В. Якушев²

¹ГБОУ «Школа № 1467», г. Москва, grechina.2004@mail.ru

²Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, a_yakushev84@mail.ru

At the initial stage of litter decomposition, there is an outbreak of the number of planktonic bacteria and ciliates, plasmodial slime molds, yeast, phytopathogenic fungi and mucor fungi develop. At the middle stage, nematodes, rotifers, amoebae and small flagellates reproduce, and cellulolytic *As-*

comycota actively spore. At a later stage, ticks and dikaryotic *Basidiomycota* actively reproduce.

Почвенная подстилка – поверхностный горизонт почвы, состоящий из остатков растений, экскрементов и трупов животных и примеси минеральных частиц, является хранилищем биоразнообразия, обеспечивает образование гумуса, защищает почву от размывания и механического уплотнения, регулирует препятствует чрезмерному промерзанию и иссушению почвы, концентрирует минеральные питательные элементы. Масса, толщина, плотность подстилки и запас питательных веществ зависит от соотношения между скоростями поступления органического вещества и его минерализации. Эти скорости зависят от почвенной динамики влажности и температуры, обогащенности почвы минеральными питательными веществами, рельефа, климата и типа растительности. Насколько влияет ботанический состав опада на скорость его микробного разложения – до конца не известно. Дубовый опад содержит дубильные вещества, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами, препятствующие гниению растительных остатков. Хвоя лиственницы содержит микробостатические и микробоцидные вещества, замедляющие скорость её разложения: смоляные кислоты, бициклические спирты лабданового ряда, дитерпеновые соединения, полифенолы, лигнаны, бензолкарбоновые кислоты. Наша рабочая гипотеза – влияние типа опада на скорость его разложения и обилие микроорганизмов в нем изменяется в зависимости от степени его разложенности.

Цель – сравнить в динамике скорости разложения и обилие микроорганизмов и мелких почвенных животных для контрастных по биодоступности опадов в контролируемых условиях лабораторного эксперимента. В задачи исследования входило: 1. Поставить модельный лабораторный эксперимент по изучению грибной сукцессии; 2. Изучить убыль массы опадов и обилие микроорганизмов. В пределах одной территории – в дендрарии Ботанического сада МГУ (Воробьевы Горы, г. Москва) одновременно собирали и затем высушивали свежеепоавший лиственный опад из монопосадок клена остролистного (*Acer platanoides*), дуба канадского (*Quercus rubra*) и лиственницы европейской (*Larix decidua*). Виды деревьев выбраны как распространённые в г. Москве и используемые в озеленении. Их опад отличается по биодоступности для микробного разложения. Пластинки обрастания Росси-Холодного (покровные стекла 18 на 18 мм) закладывались по 12 штук в чашку Петри с 5 г, в пересчете на абсолютно сухое вещество, переувлажненного опада по 5 чашек на опад каждого вида деревьев. Чашки Петри обматывались с краев лентой «Па-

рафилм» и инкубировались 3 месяца в термостате при 25 °С и постоянной весовой влажности 100 %. Масса опада ежемесячно измерялась высушиванием при 105 °С в сухожаровом шкафу. Обилие живых бактерий и грибов на пластинках подсчитывали каждые 7 дней в программе «ScorePhoto» по сделанным в случайном порядке фотографиям. Фотографии получали в ходе флуоресцентной микроскопии на микроскопе «Биомед 6 пр. Люм» (объектив 40^х) на цифровую камеру «DCM-510» при окраске микроорганизмов флуоресцентным красителем SYBR Green I, селективно окрашивающий нуклеиновые кислоты и входе безартефактной микроскопии в свете по Келеру.

Измерение массы опада по ходу его разложения, показало, что в первый месяц скорости разложения лиственничный, дубовый и кленовый опад не сильно различаются. После первого месяца, кленовый опад разлагается быстрее, чем дубовый и лиственничный. Видимо, когда легкоразлагаемые вещества уже утилизированы микроорганизмами, биодоступность становится преобладающим фактором, определяющим скорость разложения. Изучение динамики живого грибного мицелия (с нативной цитоплазмой и ядрами) по ходу разложения опада показало, что в первые 14 дней сукцессии обилие грибного мицелия во всех трех опадах не различается. После 28 суток, напротив наметились отличия. В лиственничном опаде мицелия становится меньше, чем в дубовом и кленовом, а к 42 суткам в дубовом опаде становится меньше мицелия, чем в кленовом. Видимо, эти отличия связаны с присутствием дубильных веществ в дубовом опаде. На поздних этапах разложения (после 50 суток) массово размножаются панцирные клещи (орибатиды), которые съедают весь грибной мицелий.

Качественный анализ картины микробных обрастаний выявил, что на раннем этапе сукцессии преобладал меланизированный мицелий, защищающийся от света, падающего на опад выделением меланоидных пигментов, множество планктонных бактерий и инфузорий. Обилие легкодоступных питательных веществ привело к обильному конидиальному спороношению грибов. От предыдущей стадии сукцессии – живых листьев – опад унаследовал обилие дрожжей, дрожжеподобных грибов и фитопатогенных грибов. На среднем этапе сукцессии спороношение остаётся активным только у целлюлозолитических грибов, распространение получает гиалиновый мицелий и медленно растущий мицелий базидиомицетовых грибов в дикариотической стадии, о чем свидетельствует обильный «пряжковый» мицелий, активно развиваются нематоды. На позднем этапе сукцессии грибной мицелий в основном уже мертвый и активно разлагается колонизирующими его грибами.

На поздних этапах разложения (после 50 суток) массово размножаются панцирные клещи (орибатиды), которые съедают весь грибной мицелий. Видны во множестве их экскременты.

Выводы: 1. В начале разложения влияние ботанического состава опада на скорость разложения и длину мицелия грибов незначительно. 2. На позднем этапе наоборот биоразлагаемость опада играет ведущую роль: меньше всего мицелия в трудноразлагаемом лиственничном и дубовом опаде, а больше всего в легкоразлагаемом кленовом, где и скорость минерализации максимальная. На начальном этапе разложения опада происходит вспышка численности планктонных бактерий и инфузорий, развиваются плазмодияльный слизевики, дрожжи, фитопатогенные грибы и мукооровые грибы. На среднем этапе размножаются нематоды, коловратки, амёбы и мелкие жгутиконосцы, активно споронесут целлюлозолитические сумчатые грибы. На позднем этапе активно размножаются клещи и дикариотический базидиальный мицелий.

Работа рекомендована к.б.н., м.н.с. лаборатории почвенной микробиологии кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ А.В. Якушевым.

МАЛЫЕ ВОДОЕМЫ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ УРБОЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ПРИВОКЗАЛЬНОГО ПРУДА В НОВОМ ПЕТЕРГОФЕ)

М.Г. Деткова^{1,2}, О.Б. Кожина², М.А. Надпорожская^{1,3}

¹ДЮЦ «Петергоф», ²ГБОУ СОШ № 412

³Санкт-Петербургский государственный университет
detkova_m06@mail.ru

The water quality of the Privokzalny pond (New Peterhof) assessed in 2019–2020 yeas according to priority indicators is satisfactory close of the stress (chloride pollution, overgrowth of coastal and floating vegetation). If runoff from the sidewalk will not be passed to the pond the water quality will improve.

Пруды – это искусственные водоемы небольших размеров, уязвимые к действию неблагоприятных факторов и нуждающиеся в постоянном уходе (Семенов, 2010). Рекомендуется раз в 10 лет проводить полную чистку пруда и раз в год санитарную очистку дна, прореживание растительности вокруг, уборку мусора (<https://pandia.ru/text/78/027/1198.php>). В сквере около железнодорожного вокзала Новый Петергоф есть неболь-

шой пруд, названный Привокзальным (Румянцев, Игнатъева, 2006). Пруд, выполнявший роль пожарного водоема в XIX веке, сейчас украшает сквер около ж/д станции Новый Петергоф.

В рамках государственного экологического контроля качество воды определяется только в наиболее важных для Санкт-Петербурга водоемах. Малые городские пруды в эту программу не включены. Сотрудники института озераведения РАН предложили сократить количество контрольных показателей, чтобы обследовать больше объектов. Разработан метод ранней диагностики кризисных экологических ситуаций по приоритетным показателям. Новый подход позволил обследовать в 2005 г. 118 водоемов (из общего числа 265 в Санкт-Петербурге). Состояние Привокзального пруда было признано критическим (Румянцев, Игнатъева, 2006). В 2008 году пруд был очищен, восстановлены его крутые берега-откосы (www.assembly.spb.ru).

Мы изучаем Привокзальный пруд второй год, наблюдаем за развитием растительности, определяем: органолептические свойства (цвет, запах, мутность, прозрачность); pH (визуально, с раствором универсального индикатора); минерализацию воды (кондуктометрически), хлориды качественно с 10 % AgNO_3 (Муравьев и др., 2003). Полевые обследования с отбором проб воды провели пять раз: 13 и 19.10.2019 г.; 3 и 13.01 и 19.10.2020 г. Дополнительно летом 2020 г.: обходы с фотофиксацией. Размеры пруда: длина 70 м, максимальная ширина 30 м, длина береговой линии 165 м, площадь зеркала воды 1535 м² (<http://rgis.spb.ru>). Летом на поверхности пруда плотный слой ряски. Около трети прибрежного мелководья занимают заросли рогоза и тростника, шириной 1–2 м. В 2006 г. рогоз и тростник не были отмечены (Румянцев, Игнатъева, 2006). Минерализация воды большая круглый год, до 640 мг/л, это в 2–3 раза выше, чем с других прудах Петергофа (Казакова и др., 2018; Стадник и др., 2018). Хлоридов много (проба сильно мутнеет при добавлении 10 % AgNO_3). Мощный тротуар около пруда обрабатывают противогололедными смесями, талые и дождевые воды стекают в пруд по специально прокопанным в земле желобкам. Качество воды Привокзального пруда удовлетворительное на грани с напряженным (загрязнение хлоридами, зарастание водоема прибрежной и плавающей растительностью). Если найти возможность перенаправить стоки талых и дождевых вод с тротуара в ливневую канализацию, то экологическое состояние пруда можно улучшить.

По результатам работы сделано три доклада в 2019–2020 гг. (<https://ecology-petergof.ru/publics>).

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

КАЧЕСТВО ПОЧВ ЗЕЛеноЙ ЗОНЫ НЕВСКОЙ ЛИНИИ
ГОСТИНОГО ДВОРА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В.И. Журавлева^{1,2}, М.А. Надпорожская^{1,3}

¹ДЮОЦ «Петергоф», ²ГБОУ СОШ № 411 «Гармония»

³Санкт-Петербургский государственный университет
zhuravlyova.vladislava@yandex.ru

Since 2003 the trees planted four times near Gostiny Dvor in St. Petersburg have been dying. Surface soil horizons (0–5 cm sampled 2019–2020) don't contain toxic compounds, chlorides, and excessive amounts of the water-soluble salts. Soil pH and the aggregate composition are favorable for plant growth. More researches need to find the causes of tree death.

В 1946 году на газоне вдоль Невской линии Гостиного Двора (НлГД) посадили липы-крупномеры. Липовая аллея росла здесь до коренной реконструкции в честь 300-летия Санкт-Петербурга. В 2003 г. старые липы выкопали, а площадку перед НлГД замостили гранитными плитами, оставив 44 круга (лунки) диаметром 2.5 м, куда были дважды высажены молодые липы-крупномеры, но обе посадки погибли (2005–2009). Клёны (2009) выпали сразу. К 2019 от высаженных вязов (2011) осталось 10. Мы заметили также, что декоративное кохия однолетняя хорошо растет в свободных лунках, а под вязами угнетена.

Для определения причины гибели деревьев определяли приоритетные показатели качества почвы: агрегатный состав, влажность, pH_{H_2O} , содержание растворимых солей и токсичных соединений. В агрегатном составе почв преобладают агрономически ценные фракции (сумма фракций 10.0–0.25 мм 60–80 %). Влажность на даты пробоотбора варьировала: 7.04.19 – 113 ± 27 %; 11.10.19 – 30 ± 12 %; 28.07.20 – 58 ± 5 %, что составляло по средним значениям 126, 33 и 64 % от полной влагоемкости (ПВ), соответственно. ПВ почв 90 % (среднее из 3 определений колоночным методом). Если принять оптимальной для растений влажность почвы 50–60 % от ПВ, а это 45–52 % (весовых), то летом влажность была близка к оптимальной, весной – к избыточной, а осенью – дефицитной. pH водной суспензии близок к нейтральному. Хлориды (качественно с 10 % $AgNO_3$) и избыточное содержание легкорастворимых солей (в водной вытяжке, кондуктометрически – определение солемером) в почвах не обнаружены. Пробы почв содержат значительные примеси торфа. Цвет почв темно-серый, водные вытяжки желтые.

Проверили аллелопатическое действие вязов в биотестах: 1) проростки огурца выращивали две недели на водном настое листьев вяза,

разбавленного 1:1 смесью Гельригеля, контроль – смесь Гельригеля с $H_2O_{\text{дист.}}$, 1:1; 2) семена кресс-салата проращивали с добавлением водной вытяжки (почвы НлГД из лунок под вязами и без вязов), контроль с $H_2O_{\text{дист.}}$. В биотестах 1 и 2 токсичное действие не выявлено. Для установления причин гибели деревьев и угнетения кохии, высаженной с вязами, нужны дополнительные исследования.

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

УДК 631.438.2

АККУМУЛИРОВАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 ЛИСТЬЯМИ
КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ
ПОЙМЫ РЕКИ КРЕМЕНКА

В.Д. Иванова

ЧОУ ЧШ ЦОДИВ, Санкт-Петербург, verochka_2006@mail.ru

The distribution of caesium-137 in the alluvial soil of the floodplain of the river was established and the accumulation coefficients in the leaves of rosebay willowherb were determined.

К аллювиально-дерновой почве, в пойме малой реки Кременка (Ленинградская обл., Гатчинский р-н), приурочены заросли Иван-чая – Кипрея узколистного – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., листья которого, являются основным сырьем для производства заменителя чая. В районе, где отмечены выпадения после аварии на Чернобыльской АЭС, оценка количества цезия-137 в почве и растительном сырье является актуальной.

Цель работы – охарактеризовать динамику цезия-137 в аллювиальной почве и ее влияние на накопление радионуклида в листьях кипрея узколистного.

Материалы и методы. Отбор образцов почвы и листьев кипрея узколистного был проведен во второй декаде июля 2020 г. на левом берегу реки Кременка, в следующих точках: Кременка 1 (N 59°04.472', E030°27.556'), Кременка 2 (N 59°04.444', E030°27.611'), Кременка 3 (N 59°04.421', E030°27.623').

В месте Кременка 1 был выполнен почвенный разрез размером 1×2 м и глубиной 1 м. В других местах почву отбирали до глубины 10 см. Для сравнения также были взяты образцы дерново-подзолистой почвы и листья кипрея узколистного с заросшего садового участка 317

СНТ «Мечта» (N 59°04.566', E030°26.991'). Активность измеряли в представительных образцах почвы на приборе радиометр «Бета».

В профиле аллювиально-дерновой почвы (разрез Кременка 1) максимальное значение активности установлено в верхней части почвенного профиля (табл. 1).

Таблица 1. Динамика удельной активности в профиле аллювиальной почвы.

Н, см	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50
$\bar{Q} \pm \Delta Q^*$	162±15	92±5	89±10	83±12	66±8
Н, см	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100
$\bar{Q} \pm \Delta Q^*$	92±12	79±11	64±6	69±5	77±4

Примечание: * – расчёт доверительного интервала средней активности (Бк/кг) проведён при уровне значимости $p < 0.05$

Определение коэффициента накопления листьями кипрея узколистного было проведено по отношению к верхней части почвы, в которой сосредоточена основная масса многолетних корневищ и горизонтальных шнуровидных корней (табл. 2).

Таблица 2. Определение коэффициентов накопления листьями по отношению к почве.

Место сбора	Активность в листьях*, Бк/кг	Активность почвы*, Бк/кг	КН
Кременка 1	436±23	162±15	2.7
Кременка 2	501±29	147±11	3.4
Кременка 3	460±24	165±7	2.8
Участок 317	551±49	209±8	2.6

Примечание: * – расчёт доверительного интервала средней активности (Бк/кг) проведён при уровне значимости $p < 0.05$

Результаты, приведенные в табл. 2 позволяют сопоставить значения удельной активности между образцами из различных точек сбора. Обращает на себя внимание тот факт, что в месте сбора Кременка 2 при самой низкой активности в почве коэффициент накопления выше, чем у остальных образцов.

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

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ
г. ПЕТРОЗАВОДСКА (КАРЕЛИЯ)Р.С. Мотин¹, Е.В. Дубина-Чехович², М.В. Медведева²
¹МОУ «Лицей № 1», ²ФГБУН ФИЦ «КарНЦ РАН»
d-chehovich@yandex.ru

The state of playground territories of the city of Petrozavodsk was assessed using test plants with the calculation of the soil toxicity index.

Оценка городских почв, прилегающих к техногенным объектам, является важной задачей экологического мониторинга. Для интегральной оценки воздействия комплекса различных факторов хорошо применимы биологические методы диагностики с использованием специально выбранных тест-культур растений. Цель работы: дать оценку фитотоксичности почв детских игровых площадок Петрозаводска с разной техногенной нагрузкой.

Образцы почв отобраны в трех жилых массивах города и представлены: индустриземом (Pb – 6ПДК, Cu – 2.6ПДК, Zn – 1.6ПДК) в 30 м от детской площадки жилого комплекса «Александровский», построенного на месте Александровского и Онежского тракторного завода; маломощным урбаноземом (Pb – 4.4ПДК, Zn – 1.2ПДК, Ni – 1.5ПДК) в 10 м от игровой площадки жилого массива на ул. Володарского (вблизи дороги с интенсивным автомобильным движением); маломощным урбаноземом (Pb – 4.4ПДК, Zn – 1.2ПДК, Ni – 1.5ПДК) на площадке в Парке 300-летия г. Петрозаводска [С.Г. Новиков, 2014]. В качестве контроля использовали почвы заповедника «Кивач».

Фитотоксичность почв определяли методом проростков семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Норма высева семян на почвы параллельного определения (чашка Петри) – 20 штук, в трех повторностях в каждом варианте. Учёт результатов анализа проводили на 3-ий и 7-ой день (энергия прорастания, общая всхожесть, измерение длины надземной части, длины корней и массы растений) с расчетом среднего значения индекса токсичности почв (ИТФ) для каждой пробной площади.

Ингибирование длины корней на 53–67 % с высокой (ИТФ=0.33) и средней (ИТФ=0.53) степенью токсичности выявлено в пробах на ул. Володарского и в Парке 300-летия Петрозаводска соответственно. Достоверная средняя степень стимуляции (ИТФ=1.29) роста корневой системы растений кресс-салата на 22 % с одновременным уменьшением

его надземной части на 21 % обнаружена на площадке с повышенным содержанием свинца (ЖК «Александровский»), что объясняется вынужденной потребностью организма усилить емкость корней, сохраняя в надземной части нетоксичные концентрации поллютантов [Е.В. Шунелько, А.И. Федорова, 2002]. Ингибирование роста надземной части кресс-салата на 11–37 % выявлено на всех пробных площадях. Достоверное уменьшение массы растений на 25–28 % наблюдали в пробах ЖК «Александровский» (ИТФ=0.75) и ул. Володарского (ИТФ=0.71).

Информативность биотеста позволяет его использовать в мониторинге почв г. Петрозаводска.

Работа рекомендована учителем биологии МОУ «Лицей № 1» г. Петрозаводска С.В. Тимофеевой.

УДК 631.40

ПОЧВЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МАССИВ ДУБКИ»

Г.Х. Отаева¹, Л.К. Сукиасян¹, К.Л. Айбатова¹

Педагоги: А.Б. Александрова², И.Г. Кайнова¹

¹МБОУ «Школа № 144», Казань, sch144kzn@mail.ru

²ЦДТ «Танкодром», Казань, adabl@mail.ru

The soil cover of the natural monument of regional significance «Dubki Massif» in Kazan is represented by sod-podzolic and sod-podzolic-gley types, as well as sod-podzolic-gley subtypes of soils.

Памятник природы (ПП) регионального значения «Массив Дубки» расположен в Кировском районе г. Казани в районе ж/д станции «Аракчино». Представляет собой фрагменты сохранившихся естественных дубрав, произрастающих на второй надпойменной террасе р. Волга на площади 25 га. Актуальность исследования объясняется отсутствием данных о почвенном покрове ПП «Массив Дубки» в Государственном реестре особо охраняемых природных территорий в РТ. Цель работы: изучить особенности формирования и морфологического строения почв ПП «Массив Дубки».

На территории ПП было заложено четыре разреза: по два – на ровных элементах рельефа и в понижениях рельефа шириной 0.6 м и 1.5–2.0 м и глубиной 0.3 м и 0.6 м соответственно. Описание почв проводилось согласно классификации и диагностике почв (2004) г. В 14

почвенных образцах определяли рН водной вытяжки по ГОСТ 26423-85, содержание гумуса по ГОСТ 26213-91.

Выводы

1. Заложен и изучен почвенно-геоморфологический профиль на территории ПП «Массив Дубки». На ровных элементах рельефа формируются дерново-подзолистые почвы, в условиях микропонижений – дерново-подзолистые глееватые и дерново-подзолисто-глеевые почвы.

2. Дерново-подзолистые почвы характеризуются мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта, не превышающей 15 см, и глубиной залегания подзолистого горизонта не более 30 см. Дерново-подзолистые глееватые почвы характеризуются проявлением процессов оглеения в виде ржаво-охристых пятен в средней и нижней частях профиля. В дерново-подзолисто-глеевых почвах диагностируется сизо-серый цвет гумусового горизонта, с глубины 25 см выступает пленка воды.

3. Почвы характеризуются среднесуглинистым гранулометрическим составом. Реакция среды водной вытяжки изученных профилей почв варьирует от кислой до слабокислой. Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах 4.3–4.8 %, дерново-подзолистых глееватых – 3.8 %, дерново-подзолисто-глеевых почвах – 2.8 %.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. А.Б. Александровой.

УДК 631.40

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ОБНАЖЕНИЙ НА БЕРЕГОВЫХ СКЛОНАХ «ТУТАЕВСКОГО КОРИДОРА»

З.И. Прыткова

Муниципальное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования» Тутаевского муниципального района
(Центр «Созвездие»), tryndina-tatyana@mail.ru

The study of the outcrops of the coastal slopes of the left-Bank part of Tutaev is associated with the characteristic character of the Volga river valley. Reconnaissance survey of outcrops on the coastal slopes of the «tutaevsky corridor» was conducted on the territory of the tutaevsky district in September, October 2020.

This study is part of the project "tutaevsky corridor" as a geomorphological feature of the Yaroslavl Volga region.

Исследование обнажений береговых склонов левобережной части Тутаева связано с особенностью характера речной долины Волги. Для

русла Волги характерно относительное постоянство: в нем мало перека-тов, а русловые наносы довольно крупнозернисты. На данном участке особенно интересен так называемый «Тутаевский коридор» (между городом Тутаевым и поселком Константиновский).

Цель: выполнить рекогносцировочное обследование обнажений береговых склонов.

Задачи:

- провести описание объектов и их пространственное размещение;
- выполнить отбор проб материала;
- сделать описание собранных образцов.

Рекогносцировочное обследование обнажений на береговых склонах «Тутаевского коридора» проводилось на территории Тутаевского района в сентябре, октябре 2020 года.

Данное исследование является частью проекта «Тутаевский коридор» как геоморфологическая особенность Ярославского Поволжья.

Методы исследования

При описании обнажения определяется географическое положение (привязка), характер и размер обнажения, дается геоморфологическая характеристика, описание породы и каменного материала.

Исследования обнажений проводились на трех участках Тутаевского района: окраина левобережной части города, коренной берег реки Рыкуша и обнажения правого берега реки Волги в районе поселка Константиновский Тутаевского района Ярославской области.

Обнажение 1. Обнажение находится в 1 км от городской пере-правы. Береговой склон юго-западной ориентации, вогнутый, угол уклона составляет 40°, высота склона 34.5 м. Протяжённость обнажения 100 м. Обнажение состоит из почвенно-растительного слоя, толщиной 30 см, далее идет суглинок светло-коричневый, легкий с прослойками супесей, пойменный, аллювиальный. Далее на высоте 167 см располагается мореный суглинок красновато-коричневый, плотный, с гравием и галькой, до 30 %, тугопластичный. Между прослойками глины можно видеть охристые выходы. Нижняя часть обнажения на высоте 144 см представлена твёрдыми глинами шоколадного цвета с валунами, галькой и гравием. Глина представлена грубыми обломками, имеет не ровную поверхность. Нижний горизонт обнажения уходит под уровень воды реки Волги. Отбор каменного материала производили в средней части обнажения. Основу каменного материала обнажения составляют магматические, метаморфические и осадочные породы, минералы и ископаемые. Обнажение 2. Обследование обнажения коренного берега реки Рыкуша в районе улицы Пролетарской, правый берег. Экспозиция

склона юго-западная. Высота склона 45 м, обнажения 20 м, ширина обнажения – 100 м. Угол уклона (крутизна) 80°. Практическую работу проводим у верхней кромки осыпей. На открытом обнажении разбиваем контур 2×2 м. Квадрат находится в нижней части обнажения. Далее из этого контура отбираем образцы каменного материала для определения петрографического и минерального состава. На обнажении слоистость не наблюдаем, границы перехода пород нечеткие. В верхней части обнажения можно видеть единичные крупные валуны, это говорит о не сортированном материале, что является показателем основной морены. Почвенно-растительный слой состоит из песка пылеватого, глинистого, серовато-желтого цвета с признаками оглеения, высотой 110 см. Далее расположен суглинок светло-коричневый, покровный, легкий, с включениями валунов, пластичность – полу твердый. Нижняя граница суглинка, высотой 2.5 м представлена суглинком красно-коричневым, ниже залегает морена. Основу составляют магматические, метаморфические и осадочные породы, минералы и ископаемые. На основании определения каменного материала становится очевидным, что обнажение принадлежит к основной морене. При изучении материала во время полевого выхода выяснили, что материал не сортирован. Склон очень крутой, поэтому зачистка невозможна, поскольку может повлечь за собой активное осыпание.

Обнажение 3. Обследование обнажения правого берега реки Волга в районе поселка Константиновский Тутаевского района Ярославской области.

Экспозиция склона северо-восточная. Высота склона в средней части 10 м, боковые 4.5 м, ширина обнажения – 55 м, расстояние до уреза воды 25 м. Угол уклона (крутизна) 70°. Протяженность обнажения берегового склона составляет 55 м. Почвенно – растительный слой высотой 30 см представлен суглинком коричневого цвета, рыхлый мягкий. Каменный материал не сортирован, объем включений 35–40 % от основного состава грунта. Отбор проб проводили в средней части обнажения склона. Четких границ почвенных грунтов на обнажении не наблюдается. Основу составляют магматические, метаморфические и осадочные породы, минералы и ископаемые. На основании проведенных полевых работ, на обнажении, изучении проб и описания каменного материала, выбранного из намеченного квадрата, делаем вывод, что данное обнажение находится в составе мореной гряды, рассеченной рекой Волгой. Обнажение входит в состав геоморфологической структуры, называемой специалистами «Тутаевский коридор».

В рамках проекта «Гутаевский коридор» как геоморфологическая особенность Ярославского Поволжья» осенью 2020 года были проведены исследования обнажений береговых склонов Гутаевского района. За период исследования были изучены три обнажения, приуроченные к рекам Волге и Рыкуше.

В процессе камеральной работы с отобраным в карте обнажения материалом становится очевидным, что он оставлен ледником. Об этом свидетельствуют сами включения, их минеральный и петрографический состав, их форма (окатанные) в петрографическом отношении.

В составе морены изучаемого обнажения преобладают глинистые породы: глинистые сланцы, а так же известняки. Не большой процент содержания составляют: кварциты, граниты, дуниты, исходя из того, что на изучаемом участке обнажения залегание слоев строго горизонтально, а включающий в морену каменный материал не сортирован, делаем вывод, что перед нами основная морена Московского периода.

Работа рекомендована педагогом Т.С. Трындиной, геологом А.А. Власовым.

ПОЧВЫ ДВОРА ФЕРМЫ В СЕРГИЕВКЕ: О ЧЕМ РАССКАЗАЛИ АРТЕФАКТЫ?

Е.П. Стадник^{1,2}, М.А. Надпорожская^{1,3}

¹ДЮЦ ПЕТЕРГОФ, ²ГОУ СОШ 542,

³Санкт-Петербургский государственный университет,
apisamik220@gmail.com

The soil of the farm yard (Sergievka Park) is culture layer till 1 m, humified, alkaline, with artefacts of the different years. Alkaline pH of yard soil is in contradiction with acid soils of the park. These reflect the history of the building.

Анализ фотоматериалов столетней давности и современного облика фермы в Сергиевке показал, что здание много раз перестраивали (Стадник, Надпорожская, 2013, 2019 – <https://ecology-petergof.ru>). Дата начала строительства неизвестна, но на карте 1843–46 гг. это строение с внутренним двором уже есть. С 2014 г. двор озеленяет И.А. Инишина. Мы удаляем камни и выкапываем крупные корни, оставшиеся от вырубленных деревьев и кустарников. Изучаем почву в прикопках.

Слой почвы от поверхности до 50–60 см насыпной, гумусированный, серый, суглинистый, комковато-глыбистый. Артефакты (антропо-

генные включения) до 30 см – осколки камней, кирпича, стекла, керамической посуды, ржавые круглые гвозди. На 30–50 см встречаются кованые гвозди (длиной 10–18 см), осколки печных изразцов с грязно-белой эмалью, оплавленные осколки стекла. На 40–45 см есть слой (1–2 см) древесных углей. Над слоем углей – 5 см уплотненного палевого суглинка, которым, вероятно, засыпали пожарище. На 40–50 см особенно обильны включения битого кирпича, осколков гранитных валунов. Такое поступление артефактов в почву двора фермы могло произойти после бомбежек и пожара, случившихся в период Великой Отечественной войны. Разбитая каменная кладка части стен северного корпуса заменена кирпичной. Деревянные надстройки фермы, видимые на фото 1920-х гг., сгорели и не восстановлены. В северной части двора мы обнаружили яму глубже 1 м, засыпанную рыхлым грунтом. Вероятно, это тоже след военного времени, воронка от снаряда.

Найдены особенно интересные артефакты: кирпич с клеймом ОКЗ (Ораниенбаумский Кирпичный Завод, 1894–1914 гг.); позолоченная мундирная пуговица (Максимъ Копейкинъ, до 1917 года); латунная задвижка с форточки; свинцовое кольцо (диаметр/ширина/толщина: 10.2/10.2/0.3 см) с обломками латунных изогнутых пластинок (4 шт., толщина 1 мм, ширина 1 см, длина 2–3 см). По всем найденным артефактам датируем культурный слой: 30–40 см послевоенные, глубже 50 см до 1941 г.

На глубине 50–60 см залегает опесчаненный суглинок, неоднородный: в сером гумусированном материале светло-палевые пятна, встречаются редко включения мелких, около 1 см, осколков кирпича и стекла.

Почвы парка Сергиевка кислые. pH_{H_2O} почвы (0–5 см) двора фермы и в 3 м вокруг наружных стен – 7.6 (среднее по 19 пробам). pH_{H_2O} почвы ниже 30 см от 8.0 до 8.6 (по трем разрезам). Подщелачивание почвы двора вызвано подсыпкой известковых материалов и строительного мусора. Деревянные надстройки северной части фермы в технике фахверк (деревянный каркас заполняют негорючими материалами, в частности, известковыми) после пожара могли дать дополнительное подщелачивание почвы. Растертые (сито 2 мм) пробы штукатурки и известкового камня имеют pH около 9, после прокаливания (650 °С) – 12.

Благодарим Е.Р. Михайлову и К.Л. Яконена за консультации и помощь в работе.

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГУМУСА

В ПОЧВАХ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Я.Д. Стрекаловский, М.Д. Кандаурова, Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич
МОУ СОШ № 54 г. Волгограда. dnata29@yandex.ru

Volga-Akhtuba floodplain-the last natural section of the Volga river valley, begins behind the dam of the Volga hydroelectric power station. This is a unique natural formation between the main channel of the Volga and its branch Akhtuba, extending for 450 km from Volgograd to Astrakhan. Under the influence of human economic activity, nature changes, and people's lives depend on its condition.

Волго-Ахтубинская пойма – последний естественный участок волжской речной долины, начинается за плотиной Волжской гидроэлектростанции. Это уникальное природное образование между основным руслом Волги и ее рукавом Ахтубой, простирающееся на 450 км от Волгограда до Астрахани. Под воздействием хозяйственной деятельности человека изменяется природа, а от ее состояния зависит жизнь людей.

С одной стороны Волго-Ахтубинскую пойму ограничивает река Волга, с другой – Ахтуба. Пойма тянется полосой шириной в несколько десятков километров. Со всех сторон она окружена степями.

Волго-Ахтубинская пойма выполняет роль регулятора состава атмосферного воздуха городов Волгограда и Волжского. По совокупности показателей экологические системы поймы отнесены к первой категории международной значимости.

Волго-Ахтубинская пойма – очень молодое постплейстоценовое образование, формировавшееся на протяжении 7–8 тыс. лет на месте глубокого эстуария. Рельеф Волго-Ахтубинской поймы очень сложный – масса протоков, ериков, стариц, а поверхность несет следы блуждания русел Волги, Ахтубы и их протоков. Внутренняя часть поймы, сложенная суглинками, покрыта плодородными почвами.

Волго-Ахтубинская пойма – это россыпь больших и малых озер с кристально чистой водой, это разнообразные лиственные леса вдоль берегов многочисленных рек и ериков, это заливные луга с редкими цветами и травами. На территории парка нет крупных промышленных предприятий и густонаселенных пунктов, благодаря чему она сохранила поистине первозданную, нетронутую красоту.

В настоящее время очень много внимания администрацией Волгоградской области уделяется состоянию парков, многие из которых очень мало изучены. Группа обучающихся с преподавателями педаго-

гического университета провели полевые исследования почв на лугу и в хуторе Лещев территории Волго-Ахтубинской поймы. В ходе нашего исследования мы взяли образцы почв для определения процентного содержания гумуса в лаборатории методом И.В. Тюрина. Почва – поверхностный слой Земли, обладающий плодородием. Почва является полифункциональной четырёхфазной системой, образовавшейся в результате выветривания горных пород и жизнедеятельности организмов. Её рассматривают как особую природную мембрану, регулирующую взаимодействие между биосферой, гидросферой и атмосферой Земли.

Метод определения общего содержания органического углерода основан на его «мокром сжигании» – окислении смесью раствора бихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) и концентрированной серной кислоты (хромовой смесью).

В результате проделанной нами работы были проанализированы на содержание органического вещества два образца почв: на лугу и в хуторе Лещев. В ходе исследования определили, что почвы лугового ландшафта относятся к типу аллювиально-луговые, содержание гумуса 8–13 %, почвы антропогенного ландшафта в хуторе Лещев относится к типу светло-каштановые, содержание гумуса 6–8 %. Снижение содержание гумуса в почвах на хуторе связано с деятельностью человека: интенсивное использование земель в сельском хозяйстве, строительство, вытаптывание.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом Волгоградской государственной сельскохозяйственной академией Н.Е. Степановой.

УДК 631.40

ОЦЕНКА СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ДЁМСКОГО РАЙОНА

г. УФЫ, ОБРАБОТАННОЙ БИОНОРДОМ

Д.А. Хабирова

МБОУ «Школа № 104 им. М. Шаймуратова», МБОУ ДО «ДЭБЦ

«Росток» ГО г. Уфа РБ

khabirova.07@inbox.ru

An assessment of the salt contamination of the soil of the Demsky district of Ufa, treated with the anti-ice reagent «Bionord», has been carried out. Samples were taken near public transport stops. At two points out of 4, a decrease in salt pollution was established in comparison with 2013. At 2 points, where linden tree trunks are sealed with asphalt, pollution remained at the 2013 level.

Городские почвы наиболее подвержены антропогенному воздействию, что обусловлено загрязнением от автотранспорта и внесением соляно-песчаных смесей, в состав которых входит поваренная соль. Солевое загрязнение может оказывать сильное влияние на состояние растений. В последние 3 года соляно-песчаную смесь в Демском районе г. Уфы заменили на противогололедный реагент «Бионорд», в состав которого входят: хлористые натрий и кальций, ингибитор коррозии и биофильная добавка, а также мраморная крошка (для некоторых модификаций средства).

Зеленые насаждения очищают городской воздух от пыли, значительно уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов, заглушают шум и защищают от неблагоприятных ветров, поэтому здоровье горожан напрямую зависит от здоровья зеленых насаждений, которое, в свою очередь, напрямую зависит от состояния почвы. Наиболее точным индикатором солевого загрязнения почвы является липа сердцелистная.

Цель работы: оценить влияние Бионорда на динамику солевого загрязнения почвы Демского района и флуктуирующей асимметрии листьев липы за период 2013–2020 гг.

Задачи:

1. Оценить токсичность ледяного покрова при внесении Бионорда;
2. Определить степень засоления почв по листьям липы;
3. Оценить стабильность развития растений липы сердцелистной по величине флуктуирующей асимметрии (ФА) листа в динамике;
4. Разработать рекомендации по защите почв Демского района от засоления.

Для достижения цели применены следующие методики:

- Использование листьев липы в качестве биоиндикатора солевого загрязнения почвы [1];
- Метод флуктуирующей асимметрии [1, 2];
- Метод определения токсичности снежного покрова [3];
- Метод измерения параметров почвенной вытяжки цифровыми датчиками «Релеон».

Отбор листьев и почвенных проб для исследований проводился в 5 точках, точки 1–4 находятся рядом с остановками общественного транспорта, 5 точка (контроль) – во дворе многоэтажки, вдали от тротуаров. Приствольные круги лип в точках 1 и 3 запечатаны асфальтом.

В результате исследований установлено следующее:

– по результатам тестирования снега (льда), обработанного Бионордом, можно заключить об отсутствии токсичности данного реагента: индекс токсичности фактора не превышает 1, класс токсичности 1, фактор внесения данного реагента оказывает стимулирующее действие, согласно шкале токсичности [3];

– биоиндикация засоления почвы по листьям липы в 2020 г. определяет 1 степень засоления в точках 2, 4, 5. В 2013 году, когда тротуары посыпали соляно-песчаной смесью, определялась 3 степень засоления. В точках 1 и 3, где приствольные круги лип запечатаны, сохраняется 3 степень засоления;

– интегральные показатели для оценки стабильности развития растений липы по величине флуктуирующей асимметрии листа в точках 2, 4, 5 находятся в пределах нормы. В точке 1 интегральный показатель равен 0.059, в точке 3 – 0.050. Значения от 0.055 до 0.060 по методике трактуются как переход от нормы к загрязнению [2];

– электропроводность почвенной вытяжки в контроле равна 0.74; в точке 1 – 0.99. В остальных точках близка к контролю.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении солевого загрязнения в точках 2 и 4 в сравнении с 2013 г. В точках 1 и 3 солевое загрязнение сохраняется на уровне 2013 года. Возможно, причина в запечатанности приствольных кругов лип.

Для окончательных выводов о безвредности антигололедного реагента «Бионорд» для почвы необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. *Ашихмина Т.Я.* Школьный экологический мониторинг. Изд-во «Агар», 2000. – С. 80–83.

2. *Захаров В.М., Чубинишвили А.Т.* Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М.: Изд. Центра экол. политики России, 2001.

3. *Кабиров Р.Р.* Метод определения токсичности снежного покрова, БГПУ, 2000 г. С. 102.

Работа рекомендована педагогом ДО И.М. Морозовой.

The aim of the study is to develop an algorithm for the operation of a system for controlling the pesticide load on the soil based on a multi-factor analysis of the actions of agricultural enterprises.

Целью исследования является разработка алгоритма работы системы контроля пестицидной нагрузки на почву на основе многофакторного анализа действий агропредприятий

Широко распространённая химическая защита посевов в сельском хозяйстве оказывает значительное влияние на состояние почвы. Любые ошибки ведут к превышению допустимой пестицидной нагрузки на почву, её биоту. Что ведёт к деградации почвы. Существующие методы контроля не позволяют определить на каком этапе возникла ошибка, ведущая к превышению нагрузки на почву. Не позволяют определить перечень мероприятий для сельхозпредприятий. На данный момент из-за недостатка финансирования нет данных о состоянии почв в масштабах страны. То есть отсутствие исходных данных не позволяет разработать комплекс мероприятий, направленных на улучшение ситуации.

Задачей работы является разработка алгоритма работы системы контроля. Предметом исследования является система законодательных актов, регулирующих работу данной системы.

По выдвинутой гипотезе эффективность системы повысит контроль факторов, влекущих повышение нормы использования пестицидов.

В ходе работы составлен список таких факторов. Среди них севообороты, как средство разорвать практику возделывания монокультуры, что ведёт к естественному снижению фона патогенов. Состояние техники для обработок полей. Практика контроля техники в странах Европы. Чёткое определение сроков обработок на основе данных космомониторинга посевов, норм внесения химических препаратов, практики использование биопрепаратов как альтернативы химии.

Для разработки алгоритма работы системы предложена идея использовать систему рисков. Разработаны рекомендации для агропредприятий, позволяющих упреждающе корректировать свою деятель-

ность. Предложенная система позволит вести выборочный контроль полей с высоким риском ошибки.

Результатом исследования стал алгоритм работы данной системы.

Рекомендовано агроном по защите и питанию растений Л.К. Чуенко.

УДК 631.4

ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ «УМНОГО» ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОГО ОПЫТА ВЫРАЩИВАНИЯ РЕДИСА С ПРИМЕНЕНИЕМ IoT ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Шашков

МБОУ Гимназия № 25 г. Иркутска,
artemshot7@gmail.com

The development of modern integrated technologies for "Smart" greenhouses, based on the use of the Internet of Things for the production of crops, ensures their stable growth, product quality control, increased nutritional value, reduced costs and increased yields.

«Умное» земледелие – основано на получении актуальной информации о состоянии почвы и посевов, принятие решений автоматизировано.

Актуальность данной исследовательской работы определяется ростом численности населения, изменением климата, глобальной урбанизацией, цифровизацией всех сфер экономики и увеличением требований к качеству продукции агропромышленного комплекса (АПК).

Целью работы является проектирование, практическая реализация рабочей многофункциональной умной теплицы для проведения модельного опыта выращивания редиса и сбора больших данных в ходе процесса. Умная теплица – это полностью автоматизированная конструкция, призванная облегчить процесс выращивания агрокультур и минимизировать использование ручного труда. Этот сельскохозяйственный объект включает в себя микроконтроллер WeMos D1 R1, датчики, мини-насос для полива и светодиодную ленту, а также сайт для контроля и подключения к облаку BigData и web-приложение.

В задачи исследования входило: 1) проанализировать существующие решения; 2) разработать архитектуру собственного устройства; 3) написать и отладить код программы микроконтроллера; 4) разработать Web-приложение для настройки теплицы; 5) создать свой облачный сервер; 6) реализовать сбор данных в облачном сервере; 7) провести

модельный опыт выращивания тест-культур с применением интеллектуальных датчиков; 8) провести анализ результатов биотестирования исследуемых образцов: суммарной длины проростков семян редиса, энергии прорастания; 9) исследовать собранные в облаке данные.

Для контроля и управления теплицей был написан сайт на HTML с применением верстки на CSS, а логика была написана на JavaScript. С помощью облачного сервиса CloudMQTT, производился обмен сообщениями между контролером и управляющим web-приложением. Программа устройства позволяет в автономном режиме поддерживать заданные параметры температуры влажности и освещенности, настраивать все параметры возможно удаленно через Web-приложение. Контролировать все процессы можно с помощью планшета, смартфона или ноутбука.

В нашем эксперименте мы исследовали эффективность выращивания редиса с использованием IoT технологий. В качестве сравнения был взят тот же сорт редиса, высаженный в открытый грунт без применения «умного» земледелия. Для сравнительной оценки на всхожесть семян и рост проростков редиса был взят универсальный почвогрунт «Плодородная земля». Результаты измерения заносились в соответствующую таблицу. В нашем эксперименте мы исследовали прорастаемость семян редиса, т.е. мы оценивали влияние различных факторов, а именно: свет, влажность, температура на развитие проростков редиса. Все данные полученные от датчиков накапливались в облачном хранилище для последующего анализа и оптимизации управления процессами. На основании полученных опытных данных биотестирования можно сделать вывод, что урожайность с применением IoT технологий на 15 % выше.

Созданную нами технологию выращивания и полученные «большие данные» можно использовать для учета и обработки информации о состоянии почвы, роста растений за исследуемый период времени.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преподавателем Центра Сколтеха М.А. Пукальчик.

Алфавитный список авторов

Adeniya Odunayo D.	112	Антоненко С.А.	10
Bernini Alice.....	112	Антонова С.А.....	171
Bosino Alberto.....	112	Архипов М.В.	221
Boturová K.....	6	Барбашев А.И.	12, 129
Calero-Herrera V.K.....	202	Бауэр Т.В.....	123, 195
Erdel E.	7	Белик А.А.....	102
Juliev M.K.	113	Бесчетников В.В.	195
Karabayev Kuanysh.....	200	Билая Н.А.....	173
Maerker Michael.....	112	Бобрик А.А.....	13
Mikhailoy F.	7	Бобчик Е.А.	100
Prudil J.	168	Борисова В.П.	15
Sedlák L.	8	Брень Д.В.	123
Shamuratova G.M.	122	Брикманс А.В.....	134, 206
Şimşek U.	7	Буданова Е.Н.....	16
Suleimenov Beibut.....	200	Бузылёв А.В.	33, 39
Zakharchenko Elina	170	Булышева А.М.	18
Zambrano-Gari C.C.	202	Васиуллина А.И.....	20
Zhang Xihuan	170	Визирская М.М.....	207
Абдужалилова О.Х.	9	Воронина У.А.....	125
Абрамкина Т.Ю.....	83	Вчерашняя В.В.	126
Аверьянов А.А.	114	Габдуллина С.Р.....	228
Агаджанова Н.В.	114	Гаврилова Т.А.....	21
Агеев С.А.....	210	Галкина Е.Е.....	128
Айбатова К.Л.	240	Гвоздь В.К.....	207
Александров Н.А.....	204, 207, 213	Генрих Э.А.....	23
Александрова А.Б.	240	Гиневский Р.С.....	174, 186
Антоненко Е.М.....	12	Глушков П.К.....	204
		Голубева А.А.	24
		Голубева Д.Е.....	229
		Горбач Н.М.	26
		Горохова С.М.....	27
		Гранкина А.О.....	209
		Гречина В.Б.....	231
		Гусакова Л.П.....	221
		Гучок М.В.	144

Дальке И.В.	23	Кирюшина А.П.	43
Деревенец Е.Н.	30	Кожина О.Б.	234
Деткова М.Г.	234	Козлов А.В.	180
Дубина-Чехович Е.В.	239	Козлова И.А.	43
Дубовицкая Н.В.	229, 246	Козырев Д.А.	76, 135
Дудникова Т.С.	12, 129	Константинов А.О.	49
Дуплий Н.Г.	195	Коркин Г.О.	129
Душанова К.С.	32	Коршенинникова П.Д.	45
Ермаков С.Ю.	39	Коршунова Н.О.	46
Ефанов М.В.	216	Корытина М.А.	115
Ефанова Е.М.	204	Костин Д.В.	134
Жигалева Я.С.	33	Котельников Н.А.	181
Журавлева А.С.	210	Кошелева Д.Д.	183
Журавлева В.И.	236	Красковская Е.В.	231
Зеленцова А.Е.	35	Кременецкая И.П.	142
Зиборова А.С.	219	Крючков Н.Р.	137
Зинченко В.В.	10	Кузьмина Д.М.	184
Злотникова В.В.	131	Курасова А.О.	49
Зотова А.Н.	132	Кушалиев А.А.	51
Иванкова А.И.	134	Лазарев В.А.	174, 186
Иванов Е.Д.	36	Литвинов Ю.А.	192
Иванова В.Д.	237	Лобзенко И.П.	123, 129
Иванова Н.С.	38	Лойко С.В.	49
Идрисов И.А.	62	Мазиров И.М.	207
Изосимова Ю.Г.	98	Манакова О.И.	187
Илюшкова Е.М.	39	Манджиева С.С.	192, 195
Исаева А.В.	176	Мартьянова Е.И.	229
Исаева Д.С.	74	Маслов М.Н.	94
Искандирова Ю.Р.	41	Маслова Е.А.	52
Исламова З.Б.	178	Медведева М.В.	239
Кайнова И.Г.	240	Минаева Е.Н.	54
Калеро Эррера В.К.	43	Михедова Е.Е.	138
Канаш Е.В.	221	Мищенко А.В.	139
Кандаурова М.Д.	246	Мотин Р.С.	239
Каушкаль М.О.	213	Мухиев Б.	56
		Надпорожская М.А.	234, 236, 244
		Нарожняя А.Г.	147

Невидомская Д.Г.	192	Севергина Д.А.	145
Нестерова О.В.	206	Семаль В.А.	134, 206
Низова О.Н.	57	Семенов К.Н.	210
Никитин Н.В.	229	Сергеева Е.А.	73
Николаев Е.Д.	117	Сивкова Д.Д.	74
Нилогова Е.А.	59	Скрипников П.Н.	54, 76
Новиков А.И.	142	Слуковская М.В.	142
		Смирнова М.А.	77, 147
Огородников С.С.	141	Соколов А.А.	78
Огородникова С.С.	214	Соколов Д.А.	81
Осницкий Е.М.	216	Сонгулов Е.Е.	148
Оспищев Р.Н.	76	Спыну М.Т.	83
Остапина О.А.	23	Стадник Е.П.	244
Отаева Г.Х.	240	Старцев В.В.	26, 145
		Старчикова Е.С.	84
Панова Г.Г.	210	Степанова М.В.	150
Патрикеев Е.С.	217	Стрекаловский Я.Д.	246
Пахрадинова Н.С.	189	Суворов В.П.	86
Перминова Е.М.	23	Сукиасян Л.К.	240
Петина М.А.	147	Сулкарнаев Ф.Р.	87
Петрова А.Г.	142	Сусленкова М.М.	102
Петрова К.И.	144	Сушко К.С.	88
Петросян А.А.	60	Сушкова С.Н.	12, 129
Пинской В.Н.	62		
Плотникова Е.С.	20	Тагивердиев С.С.	54
Потапова А.В.	63	Тарасова Т.С.	206
Пропастина Е.П.	219	Телятникова Е.В.	90
Прыткова З.И.	241	Тимофеева Ю.Р.	151
		Тихоненко Е.А.	129
Раудина Т.В.	191	Тихонова М.В.	91
Решетникова Р.А.	65	Токарева О.А.	94
Рудниченко Е.И.	231	Токмакова В.С.	153
Руссу А.Д.	68	Тряпицына С.В.	96
		Тыниссон А.Э.	97
Сабилова Р.В.	70		
Сазонов И.Н.	195	Узорица М.И.	138
Сакара Н.А.	206	Украинский П.А.	32
Сальник Н.В.	135	Усенко Д.Ю.	119
Сартаков М.П.	216	Ускова Н.Д.	98
Сверчкова А.Э.	71	Уталиев А.А.	154

Учанов П.В.	43	Щемелева Г.В.	220
Фазлиев А.И.	100	Щукина П.А.	221
Фасевич И.Н.	229, 246	Эргашева О.Х.	189
Федоренко Е.С.	10	Юдина Н.А.	84, 104
Федорова О.А.	43	Юрин А.С.	106
Филатова С.С.	156		
Хабилова Д.А.	247	Яворская Т.А.	223
Хасанова А.Х.	158	Яковлев А.А.	159
Хрусталев Р.А.	159	Якушев А.В.	231
		Яланский Д.В.	107, 224
Цицашвили В.С.	123	Янчас Ю.П.	109
Цындра Л.В.	220		
Чаплыгин В.А.	129, 192, 195		
Черникова Н.П.	192, 195		
Чуенко Г.А.	250		
Шадринова О.В.	161		
Шарапова А.В.	84, 104		
Шаройко В.В.	210		
Шашков А.В.	251		
Шепелев А.С.	162		
Шехтер К.П.	164		
Шишкин К.В.	102		
Шопина О.В.	103		

Научное издание

**Материалы Международной научной конференции
XXIV Докучаевские молодежные чтения**

ПОЧВОВЕДЕНИЕ В ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ

Печатается без издательского редактирования
Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин
Подготовка обложки – М.К. Захарова

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 20.02.2021 г.
Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 14,99. Тираж 200 экз. Заказ № _____

Типография Издательства СПбГУ
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., д. 5–