

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

МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции
XXVII Докучаевские молодежные чтения

посвященной
300-летию Санкт-Петербургского государственного университета и
120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева

«ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В ПОЧВОВЕДЕНИИ»

28 февраля – 1 марта 2024 года

Санкт-Петербург
2024

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: Б.Ф. Апарин (председатель), К.А. Бахматова, С.М. Горохова, Г.А. Касаткина, М.А. Лазарева, Е.В. Мингареева, Ю.Р. Моргач, Е.Е. Орлова, Е.В. Пятина, О.В. Романов, А.В. Русаков, А.Г. Рюмин, Ю.В. Симонова, М.Е. Федорова, А.А. Шешукова, К.Л. Якконен

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

Материалы Международной научной конференции XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2024. – 264 стр.

XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении» посвящены изучению и решению важного вопроса в науке – рождения нового в рамках устоявшихся традиций. Конференция приурочена к 300-летию Санкт-Петербургского государственного университета и 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева.

В материалах рассмотрены современные методы и подходы в исследовании почв, в том числе, применение: ГИС-технологий для рационального использования почв, оценки плодородия; компьютерного моделирования с целью получения прогноза развития широкого спектра ситуаций и минимализации их негативных последствий; передовых технологий обработки почв. Описаны география и свойства антропогенных и антропогенно-измененных почв, их места в отечественной и мировой классификациях.

Материалы основаны на оригинальных исследованиях студентов, аспирантов, молодых ученых, а также школьников.

Сборник предназначен для специалистов в области почвоведения, биологии, экологии, географии, сельского хозяйства и смежных наук.

ББК 40.3

© Авторы, 2024

ОРГКОМИТЕТ
Международной научной конференции
XXVII 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., д.г.н., директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры 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 программного оргкомитета:

Ганус И.Ю., первый заместитель председателя Комитета по науке и высшей школе

Русаков А.В., профессор, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ

Горохова С.М., доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, доцент кафедры биогеоценологии ПГНИУ

Жарких И.А., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

Захарова М.К., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева

Кузьмина А.А., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

Леонтьев А.А., магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

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

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

Федорова М.Е., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева

Холостов Г.Д., аспирант кафедры почвоведения и экологии СПбГУ

Куратор школьной секции:

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

Секция I

*Химические и физические
свойства почв и методы их
исследования*

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД
НА ОБРАЗОВАНИЕ ГИПСОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ
Х.Б. Абдуллаева, Ш.М. Исхакова, Д.Ю. Махкамова
Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека
abdullayevaxumora95@gmail.com

The article analyzes the work of many researchers and examines the effect of groundwater on gypsum soils. The more mineralized the groundwater, the more likely gypsum is to form. According to morphological indicators, the soils of the studied territory differ in the presence of the following main morphological features: a relatively weak humus layer, as well as the presence of a turf layer in the soil section of the virgin layer in terms of gypsum content and salinization stage, the presence of carbates throughout the soil profile, the distinct development of microaggregates and soil compaction from below along the profile.

Проблема гипсообразования и характеристика гипсоносных почв является актуальной для многих стран мира. Наиболее подробно исследованы гипсоносные почвы южных регионов СНГ, а именно, Средней Азии, где они имеют очень широкое распространение. Еще в первой половине XX в. исследованы гипсоносные почвы Устюрта и доказано палеогидроморфное происхождение гипсов в этих почвах. Со второй половины XX в. гипсоносные почвы Средней Азии привлекали особое внимание ученых как объект мелиоративного освоения. Это определило большой интерес к проблеме генезиса и свойств гипсоносных как автоморфных, так и гидроморфных почв.

Большинство из этих земель, с точки зрения мелиорации, относятся к трудно мелиорированным, а именно, к категории гипсоносных почв. Загипсованность почв создают проблему деградации сельскохозяйственных земель и ведет к их непригодности для использования.

Объектом исследований выбраны в различной степени гипсованные и засоленные сероземные, лугово-сероземные, сероземно-луговые, луговые, лугово-болотные почвы, а также солончаки, распространенные в Джизакской области. По морфологическим показателям почвы исследованных территорий выделяются наличием следующих основных морфологических признаков: относительно маломощным гумусовым слоем, содержанием гипса и засолением дернового слоя в профиле целинных почв, наличием карбонатов во всем профиле почвы, отчетливым развитием микроагрегатов и уплотнением почв вниз по профилю.

Проведены широкомасштабные научно-исследовательские работы по изучению низкоплодородных трудно мелиорируемых почв. Такие исследования были проведены рядом российских учёных (Н. Димо, М. Панковым, Н. Минашиной, И. Ямновой, В. Ковда, М. Верба), а также учёными Узбекистана (О. Комиловым, Л. Гафуровой, С. Абдуллаевым, Д. Махкамовой).

В Джизакской области складываются очень разнообразные гидрогеологические условия. На подгорных пологих равнинах и особенно на Центральной Голодностепской равнине, подземный отток грунтовых вод несколько замедляется. Вовлечение здесь целинных и богарных почв в орошаемое земледелие сопровождается подъемом грунтовых вод. Со временем они поднимаются до глубины 2.5–3.0 м, а в более пониженных местах до 1–2 м. Создаются, соответственно, полугидроморфные и гидроморфные условия почвообразования. Минерализация грунтовых вод возрастает.

По химизму почвы и грунтовые воды относятся к хлоридно-сульфатному типу засоления с глубиной рассоления зоны аэрации (до допустимых пределов 0.3 %) 0.5, 1.0, 1.5, 2.5 м и уровнем засоления поверхностных горизонтов грунтовых вод соответственно: 13, 15.5, 10.5, 6 г/л. Уровень грунтовых вод в вегетационный период не поднимается выше 2.3 м, а в меж вегетационный опускался до 3.5 м.

Солевой режим орошаемых почв во многом определяется режимом грунтовых вод степенью их минерализации, наличием водорастворимых солей в почвообразующих породах, режимом и техникой орошения. Оросительная вода изменяет солевой режим не только в корнеобитаемом слое, но и во всей зоне аэрации. В условиях орошения даже при глубоком залегании грунтовых вод отмечаются изменения водно-солевого режимов почвы. Многие исследователи утверждают, что солевой режим светлых серозёмов Голодной степи находится в прямой связи с режимом влажности почвы и грунтовых вод. Приход воды в почву, её расход из почвы и распределение внутри почвы оказывают большое влияние на солевой баланс почвы. Накопление запаса солей в верхнем горизонте происходит в результате капиллярного поднятия засоленных грунтовых вод и их последующего испарения.

Грунтовые воды рассматриваемой территории оказывают многостороннее влияние на формирование и режим засоленных почв. В одних условиях они служат источником солей в почвах, в других – приемником и средством их перемещения по территории. Изучение глубины залегания и минерализации грунтовых вод Сырдарьинской и Джизакской областей показало, что на абсолютно преобладающей части оро-

шаемых земель уровень грунтовых вод находится на глубине 0.8–2.5 м. Это намного выше «критического» уровня, а минерализация грунтовых вод колеблется от слабо (3.86 г/л) до сильно минерализованных с содержанием солей 22–24 г/л. В большинстве обследованных почв гипсоносные горизонты обнаруживаются с глубины 25–30 см, а их мощность колеблется от 30 до 100 см. Содержание гипса в изученных почвах варьирует от 1–2 до 30–35 %, а в отдельных сильно гипсоносных почвах количество его достигает 57–68 %.

Содержание гипса в исследуемых почвах, по мнению ученых (Панкова И.У., Ямнова И.А., 2013) делится на следующие 4 категории: 1) почвы с низким содержанием гипса (2–10 %), в их числе целинные почвы, в которых содержание гипса в пахотном горизонте составлял 2.37–9.1 %; 2) целинные и орошаемые почвы со средним содержанием гипса (10–20 %) с содержанием гипса в пахотном горизонте этих почв – 11.47–19.05 %. 3) почвы с высоким содержанием гипса (20–40 %) (в том числе целинные почвы) и содержание гипса в пахотном горизонте этих почв составил 26.04–37.62 %. 4) почвы (сероземно-луговые) с очень высоким содержанием гипса (>40 %), с максимальным содержанием гипса – 41.31–43.74 %.

Наиболее подробно гипсовые горизонты рассмотрен в работе (Dregne Н.Е., 1976).

Источниками гипса в почвах считаются: а) загипсованные материнские породы; б) привнесенные из атмосферы сульфаты кальция; в) гипс, поступающий в почву с грунтовыми водами; д) не исключается и образование гипса в результате разложения растительных остатков. Наличие в слоях гипсоносных пород кроме гипса, ангидрита и легкорастворимых солей привели автора к гипотезе о палеогидроморфном генезисе этих гипсов. Н.Е. Дрегне особо подчеркивал, что в пустынных почвах мира имеются гипсоносные почвы с шестовато-губчатой формой гипса. Он рассматривал шестоватый гипс как результат выпадения гипса из восходящих по капиллярам растворов, расположенных близко к поверхности грунтовых вод. Грунтовые воды являются источником гипса в аридных почвах, подстилаемых загипсованными породами.

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

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАБИЛЬНОГО ПУЛА
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ,
ЗАГРЯЗНЕННОЙ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Д.П. Аброськин¹, Е.А. Волкова²

¹Сколковский институт науки и технологий, Москва

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
lizvolk@inbox.ru

Healthcare and hygiene products (ННPs) are chemical substances that are actively used in the healthcare industry. ННPs distribution research focuses on changes in water quality, while ННPs also spread into adjacent environments such as soil.

Вступая во взаимодействие с системой почва-микроорганизмы-растения, загрязняющее вещество, предположительно, оказывает влияние на биохимические процессы, протекающие в почвах, и изменяет характеристики растворённого органического вещества (РОВ). Чтобы проверить рабочую гипотезу, исследовали изменения РОВ почвы при одновременном загрязнении несколькими поллютантами.

Исследования проводились на чернозёме выщелоченном средне-мощном тяжелосуглинистом на лессовидном карбонатном суглинке (гумусовый горизонт). В роли модельного растения выступил салат латук (*Lactuca sativa*). В качестве загрязняющих веществ были выбраны лекарственные препараты (ЛП) с разными физико-химическими свойствами: кетопрофен (анальгетик), ципрофлоксацин (антибиотик), клотримазол (противогрибковый препарат) и ателолол (β 1-адреноблокатор). Образцы представляли собой пластиковые горшки с почвой (300 г), загрязненной одним ЛП или несколькими в факториальных комбинациях (табл.), в двух вариантах (с растением и без). Препараты вносили в почву в виде водных растворов таким образом, чтобы добиться следующих концентраций в почве: ателолол и ципрофлоксацин 1 мг/кг, клотримазол – 0.1 мг/кг, кетопрофен 0.5 мг/кг. Каждый вариант был представлен тремя повторностями.

Таблица. Варианты экспериментальных образцов.

Кетопрофен (Кет)	Кет + Цип	Цип + Ат	Кет + Кло + Ат
Ципрофлоксацин (Цип)	Кет + Кло	Кло + Ат	Цип + Кло + Ат
Клотримазол (Кло)	Кет + Ат	Кет + Цип + Кло	Кет + Цип + Кло + Ат
Ателолол (Ат)	Цип + Кло	Кт + Цип + Ат	Контрольный образец

На 35 день с момента высева каждое растение было извлечено из тары, затем с их корней аккуратно собрали почву для анализа РОВ методом масс-спектрометрии ионно-циклотронного резонанса.

Было выявлено, что в вариантах без растений в большей степени выражены липидная фракция, ароматические и ненасыщенные соединения. При этом разброс в процентном содержании значителен – у некоторых тестовых объектов наблюдается значимое повышение содержания липидов, у некоторых прочих – насыщенных азотсодержащих соединений. В вариантах с растениями наблюдается более равномерное распределение веществ. Особенно значимо отличается содержание алифатических соединений – во всех вариантах с растениями их значительно больше чем в вариантах без растений (за исключением варианта с атенололом). Содержание конденсированных и ароматических соединений в вариантах с растениями, наоборот, значительно ниже.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-01103.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. П.Н. Трегубовой.

УДК 631.431:502.63

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПРИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ
В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СУРГУТСКОГО
БОТАНИЧЕСКОГО САДА

В.А. Андрос, А.Г. Калиновская

Сургутский государственный университет, andros_va@edu.surgu.ru

The study is devoted to assessing the degree of transformation of the soil cover at the objects of spontaneous recreation in the forest plantations of the Surgut botanical garden. An extensive spontaneous path network has been identified, as well as the most damaged areas of the soil cover.

Исследование посвящено оценке степени трансформации почвенного покрова на объектах стихийной рекреации в лесных насаждениях Сургутского ботанического сада.

Сургутский ботсад занимает восточную часть экопарка «За Саймой» и окружен оживленными автодорогами. Представлен участками в верховьях р. Сайма с сильно разреженным, нарушенным растительным покровом и контрастным рельефом, частично – искусственным.

В лесных насаждениях Сургутского ботсада сложилась обширная стихийная тропиночная сеть (рис.).

Степень трансформации оценивалась по плотности почвы и мощности органических горизонтов. Использовался метод режущего кольца по ГОСТ 5180-2015.

Лесопокрытая территория была разделена на 7 участков, ограниченных садовыми дорожками с твердым покрытием. На каждом участке было выполнено по 20 почвенных прикопок. Пробы отбирались на контрольных участках (вдали от троп), на малых, средних и больших тропах, в пятикратной повторности.

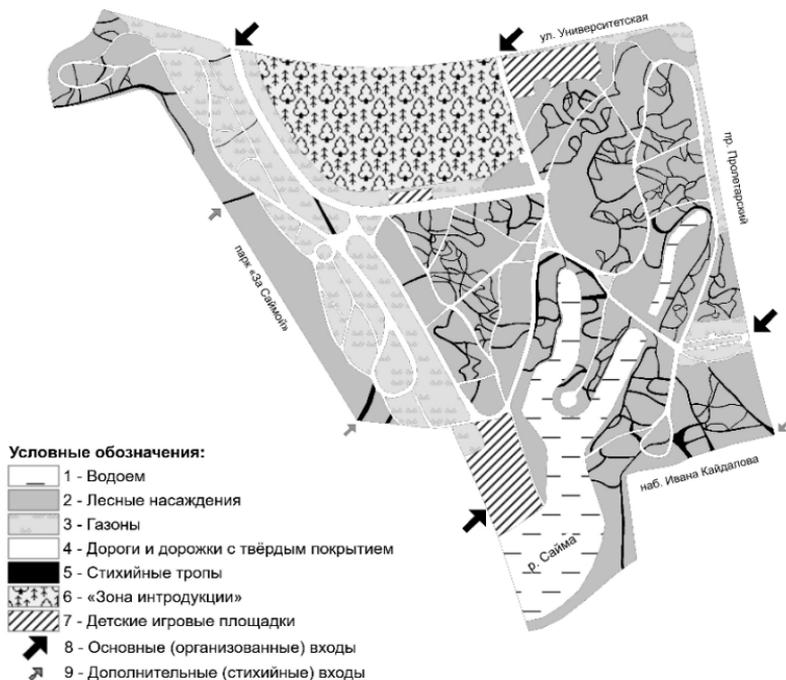


Рисунок. Картограмма дорожно-тропиночной сети.

Установлено возрастание показателя плотности почвы в органических горизонтах на стихийных тропах (от 0.42 г/см³ на ненарушенных участках до 0.70 г/см³ на тропах). В минеральном горизонте увеличение плотности почвы вследствие вытаптывания практически не прослеживается (1.30 г/см³ на ненарушенных участках и 1.39 г/см³ на тропах). На стихийных тропах происходит снижение мощности органических горизонтов почвы (5.1 см) по сравнению с местами, не подвергающимися рекреационной нагрузке (10.8 см).

Работа рекомендована к.б.н., доц. Г.М. Кукуричкиным.

ЗАПАСЫ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА В МАРШЕВЫХ
ЭКОСИСТЕМАХ ПОМОРСКОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ

И.Е. Багдасаров

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ilya5283@yandex.ru

It is revealed, that coastal landscapes capture and reserve great amounts of carbon, however carbon accumulation mechanisms in coastal zone are still not discovered enough yet. In the current research soil carbon stocks of marsh ecosystems of the White Sea were assessed. It is revealed that soil carbon stocks differ substantially among marsh levels.

В контексте глобального изменения климата и повышения средней концентрации диоксида углерода в атмосфере Земли крайне важно изучать и охранять природные депо углерода. Береговые экосистемы (в частности, маршевые луга) относительно недавно начали изучаться как пулы углерода. Вклад береговой зоны в океанический и глобальный углеродный цикл огромен, однако все еще есть пробелы в понимании механизмов накопления углерода в приморских ландшафтах и факторов, влияющих на этот процесс. В рамках данной работы была поставлена цель оценить запасы почвенного углерода в маршевых экосистемах Поморского берега Белого моря.

Марши принято делить на три уровня: низкий – ежедневно затопливается в прилив, покрыт галофитными растительными сообществами; средний – заливается только в сизигийные приливы, покрыт сомкнутой галофитной растительностью; высокий – расположен выше уровня сизигийного прилива, подтапливается во время нагонов, штормов, произрастают сообщества видов, устойчивых к слабому засолению грунта.

Исследования проводились в июле 2023 года на Поморском берегу Белого моря вблизи села Колежма, республика Карелия (N 64°13'47", E 35°54'45"). Всего было заложено шесть трансект, на каждой из которых были выделены маршевые уровни. На каждом из маршевых уровней закладывалось по одному почвенному разрезу глубиной 50 см, отбор образцов происходил с периодичностью в 10 см. Содержание углерода определялось методом сухого сжигания, значения плотности почвы были получены расчетным способом.

В ходе данного исследования практически во всех изучаемых экосистемах наибольшими запасам углерода характеризовались почвы высокого маршевого уровня. Это связано с тем, что луга высокого

уровня маршей наиболее удалены от моря, что сопровождается более низкими значениями солености воды. В такой обстановке растения набирают наибольшую биомассу, обеспечивая больший приток органического вещества в почвы, что обуславливает наиболее значительные запасы почвенного углерода на высоком маршевом уровне.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-67-10006 «Запасы и динамика «голубого углерода» в береговой зоне морей западного сектора Российской Арктики».

Работа рекомендована д.б.н., и.о. декана факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова П.В. Красильниковым и к.б.н., доц. кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова А.А. Бобрик.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ
ПОЧВ НА КЛУМБАХ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕКРЕСТКОВ ГОРОДА
РОСТОВ-НА-ДОНУ

Ю.С. Бакаева, Н.В. Сальник

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
yubakaeva@sfedu.ru

The influence of urban environment factors on the state of soil cover at three roundabouts in the western part of the city of Rostov-on-Don has been studied. During the study, it was found that the agrochemical indicators of soils meet satisfactory criteria, against the background of exceeding the norm of noise pollution and increased anthropogenic impact due to increased automobile traffic.

Ростовская область расположена в сухостепной зоне обыкновенных и южных чернозёмов Юга Европейской части РФ. В городах, функционирующих на данных территориях, большая часть рекреационных зон занята древесными насаждениями, что позволяет создавать особый микроклимат и обеспечивает комфортные условия проживания населения. Как следствие, городская территория представляет собой особую экосистему и является основой для устойчивого существования растительных сообществ и сохранения биоразнообразия. Цель работы: изучить влияние противогололёдных реагентов, поллютантов, выделяющихся потоками автотранспорта, а также возникающего шумового загрязнения на состояние почв на клумбах кольцевых перекрестков города Ростов-на-Дону.

Оценка агрохимических характеристик выполнялась на основе анализа коэффициента концентрации (Кс) отдельных элементов относительно их фоновых значений и коэффициента опасности (Ко) – кратности превышения ОДК отдельных элементов. Исследования шумового загрязнения и расчёт количества загрязняющих веществ в атмосфере выполнялись согласно ГОСТ 20444–2014 и ГОСТ Р 56162–2019 соответственно.

Содержание гумуса в верхних горизонтах в среднем составляет 2.15 %, что классифицирует почву как мало гумусную. Во всех 15-ти точках отмечается повышенная и высокая обеспеченность подвижным фосфором, однако обеспеченность минеральными формами азота в поверхностных горизонтах оценивается как низкая или очень низкая. В отобранных пробах снега были зафиксировали пики катионов кальция и магния, а также анионов хлора на отдельных точках мониторинга. Основную часть загрязняющих веществ от автомобилей разной категории составляет СО и NO_x (в перерасчете на NO₂) по всем трём точкам исследования: СО от 0.96 т/г до 2.59 т/г и NO_x от 0.62 т/г до 1.57 т/г. Влияние углеводородов (СН) на загрязнение окружающей среды также значительно и составляет от 0.26 т/г до 0.67 т/г. Все участки превышают норму (до 50 дБа) шумового загрязнения людей и животных.

Исследование состояние почв кольцевых перекрестков указывает на удовлетворительные агрохимические характеристики на фоне повышенного содержания легкорастворимых солей в профиле конструкторземов.

Исследование выполнено на базе научно-испытательной лаборатории «Биогеохимия» Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета.

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

УДК 631.4:631.439

ВЛИЯНИЕ ГЗЛП НА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ

Р.Н. Балкушкин, О.А. Гордиенко, М.О. Шатровская, А.В. Кошелев
ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград, alexkosh@mail.ru

The study of soil density of the state protective forest belt Penza-Kamensk and adjacent agrolandscapes of Danilovsky district of Volgograd region was carried out. In the forest belt in the layers 0–30 and 0–40 cm lower density compared to the arable ones were noted.

Объект исследования расположен на территории п. Белые Пруды в Даниловском районе Волгоградской области в ГЗЛП Пенза–Каменск, в бассейне р. Бузулук. Исследуемая территория относится к Атлантико-континентальной европейской (степной) области умеренного климатического пояса. Участок можно охарактеризовать как слабополгий склон с крутизной до 1.5° , экспозиция участка не имеет четкой выраженности.

Вдоль исследуемой катены (1200 км) было заложено 7 почвенных разрезов на участках с различным характером землепользования (поле-лесополоса). Плотность почв определялась методом режущего кольца, отбор образцов производили по генетическим горизонтам в пятикратной повторности. Статистическая обработка результатов проводилась в программах XLstat и Statistica.

В пахотных почвах плотность сложения горизонта PU1 варьирует от $0.9\text{--}1.3\text{ г/см}^3$; PU2 – $1.13\text{--}1.18\text{ г/см}^3$; PU3 – $1.17\text{--}1.19\text{ г/см}^3$. В срединных горизонтах В – $1.24\text{--}1.27\text{ г/см}^3$. Отмечаются различия плотности в пахотном горизонте под разными сельскохозяйственными культурами при схожем гранулометрическом составе почв. Так, пахотные горизонты под озимой пшеницей менее плотные (1.06 г/см^3), чем под нутом (1.12 г/см^3), за счет того, что он подвергся осенью агрообработке, в то время как пахотный горизонт под нутом больше времени не подвергался обработке и подвергся естественному и механическому уплотнению. Средняя плотность пахотного слоя – 1.08 г/см^3 , что соответствует оптимальному диапазону значений плотности для черноземных почв данного гранулометрического состава.

Почвы под лесными полосами менее плотные, чем на пашне. Так, плотность горизонта AU составляет 0.9 г/см^3 ; PУра – 1.0 г/см^3 ; В – 1.22 г/см^3 , что обусловлено разрыхляющим воздействием корней растительности и активностью почвенной фауны, а также отсутствием агрообработки продолжительный период времени – более 60–70 лет.

Почвы лесополос в слоях 0–30 и 0–40 см достоверно отличаются от почв прилегающих пашен меньшей плотностью. Обусловлено это разрыхляющим действием корней древесных растений, а также более высокой относительно пахотной части зоологической активностью почвенных животных (наличие сусликовин и кротовин).

Влияние изученной лесополосы на свойства почв прилегающих пашен прослеживается на расстояние до 50–60 м от ее краев. Так за счет дополнительного увлажнения и близости лесных полос морфологически выявлено увеличение присутствия почвенных животных, норы и ходы которых привели к разуплотнению верхних 0–30 и 0–40 см профиля.

Исследование выполнено в рамках проекта № 22-16-20056 «Вклад линейных защитных лесных насаждений в депонирование органического углерода в почвах Волгоградской области» при финансовой поддержке Российского научного фонда и Администрации Волгоградской области.

Работа рекомендована академиком РАН, д.с.-х.н., проф. К.Н. Куликом.

УДК 631.41, 631.48

ЭЛЕМЕНТЫ БАЛАНСА В СИСТЕМЕ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД СТАЦИОНАРНЫХ ПОЧВЕННЫХ ЛИЗИМЕТРОВ

С.А. Борисова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
filosofia2001@mail.ru

In this paper, observations on the volume of lysimetric water and element removal during the fall-winter period of 2023–2024 are presented. Regardless of the lysimeter type, the pattern of water inflow remained consistent. A significant increase in element removal from lysimeters with constant water migration was observed in early November 2023.

Лизиметрические наблюдения входят в число классических наблюдений. Почвенные насыпные лизиметры факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, созданные в 1960-е гг., представляют собой систему лизиметров: чистый пар – травяная залежь – зарастающая залежь – ельник – смешанный – широколиственный лес. В целях характеристики элементов баланса лизиметрических вод была поставлена задача детального исследования объема мигрирующих вод и выноса элементов в течение осенне-зимнего периода 2023–2024 гг.

Для выяснения величин выноса в составе вод определяли содержание макро- и микроэлементов (Na, K, Ca, Mg, Si, Al, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Ba, Ti, Sr, Cr, P, S, V, Cd, Co, Pb, As) на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-3, для элементов с низкой концентрацией применяли метод МС-ИСП на спектрометре Agilent 7500a ICP-MS.

Установлено, что независимо от типа лизиметров, поступление лизиметрических вод имеет однотипный характер. Постоянная миграция вод в период с октября 2023 г. по январь 2024 г. происходила в лизиметрах под травяной залежью и паром. Прерывистый характер миграции обнаружен для лизиметров под широколиственными насаждениями

и зарастающей залежью, что, вероятно, связано с хорошо развитыми в данных условиях лесными подстилками, характеризующимися высокой влагоемкостью. Суточный объем мигрирующих вод варьирует от минимальных величин $0.3 \text{ мл}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, приуроченным к начальным этапам наблюдений (октябрь 2023 г.) миграции вод под паром. Максимум суточного объема мигрирующих вод был определен для лизиметров в условиях травяной залежи и составил $21\,416 \text{ мл}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$. Коллоиды, обнаруженные в некоторых типах лизиметрических вод, были исследованы в отраженном свете при помощи микроскопа Soptop CX40P факультета почвоведения МГУ. Дополнительно проведенный рентгено-спектральный микроанализ показал преобладание железа и кислорода среди других элементов (С, Cu, Zn, Si).

Вынос макро- и микроэлементов в лизиметрах варьирует от минимальных величин в условиях ельника ($1 \text{ мг}/\text{м}^2$) – октябрь месяц, до максимальных величин ($2874 \text{ мг}/\text{м}^2$) – для лизиметров в условиях травяной залежи. Существенное увеличение выноса элементов, приуроченное к началу ноября, наблюдалось в лизиметрах в условиях травяной залежи и пара. К этому периоду миграция вод и, соответственно, вынос элементов временно приостановились в лизиметрах под еловыми, широколиственными и смешанными насаждениями. В условиях широколиственной растительности миграция лизиметрических вод и вынос элементов возобновились только в конце декабря.

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

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННОГО КАЛИЯ В ПОЧВАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПАСТБИЩНОЙ ДИГРЕССИИ

Е.А. Бурукина

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева
pro100-ekaterina@mail.ru

The article presents the results of the analysis of the content of exchangeable potassium in the soils of the Astrakhan region subject to high degrees of pasture digression. The study was carried out by flame photometry.

Важное место в питании растений занимает обменный калий. Его содержание в растениях значительно больше, чем других питательных веществ, извлекаемых из почвы, за исключением азота. При достаточ-

ном калийном питании растения лучше удерживают влагу, становятся более засухоустойчивыми.

Очень низкие объемы применения минеральных удобрений, развитие эрозионных процессов, упрощение рекомендуемой обработки почвы ведут к усилению деградации почв.

Цель исследования – выявить особенности изменения содержания обменного калия в почвенном покрове пастбищ Астраханской области.

В исследовании были выбраны 3 полигона, расположенные в Астраханской области, подверженные разной степени пастбищной дигрессии (п. Барханы (Б); п. Кордон Харабалинский (КХ); с. Рассвет (Т)). Стадии дигрессии определяли по Л.Г. Раменскому. Так, были выделены участки, относящиеся к 7 ступени – сильное влияние выпаса (пастбищная стадия); 8 – полусбой; 9 – сбой и ступень 10 – абсолютный сбой.

Для анализа использовали фильтраты водных вытяжек, приготовленных по ГОСТ 26423-85, из отобранных почвенных образцов. Обменный калий определяли по ГОСТ 26427-85 «Метод определения натрия и калия в водной вытяжке» на фотометре пламенном автоматическом ФПА-2.

В почве калий находится в различных формах, но непосредственным источником питания растений служит обменный калий. Именно по уровню его содержания в почве судят об обеспеченности растений этим элементом.

По результатам агрохимического обследования обеспеченность подвижным калием в исследуемых почвах Астраханской области варьирует от среднего уровня (137–187 мг/кг почвы) до очень высокого (433.6–591.2 мг/кг почвы) (рис.).

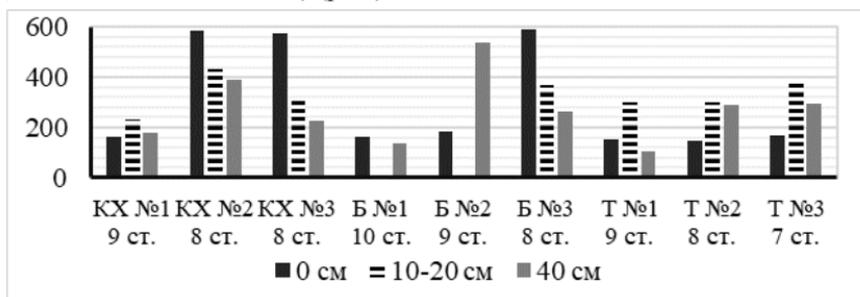


Рисунок. Среднее содержание обменного калия в почве, мг/кг.

Количество калия в вариантах с одинаковой степенью пастбищной дигрессии находится в близких или одинаковых категориях обеспе-

ченности в верхнем горизонте. Связи между содержанием обменного калия и степенью пастбищной дигрессии не выявлено.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева (Приоритет-2030).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. С.И. Колесниковым.

УДК 502/504:631.423.1

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ПОЧВАХ ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК»

С.М. Гриднева

Национальный исследовательский университет ИТМО,
Санкт-Петербург, gridnevasm@yandex.ru

This article presents the results of a study of the content of chemical elements in the soils of the Bastak Nature Reserve. The information obtained can further help to assess the human impact on the environment in the Jewish autonomous region, Russia.

С увеличением антропогенного воздействия на окружающую среду все чаще возникает проблема загрязнения почв различными веществами. В связи с этим изучение элементного состава почв стало неотъемлемой частью экологического контроля. Почвы заповедников представляют собой естественные экосистемы, не затронутые промышленной деятельностью. Это делает их идеальными объектами для изучения состояния почв и выявления уровня загрязнения, так как они менее подвержены изменениям. Изучение почв в заповедниках позволяет установить фоновый уровень содержания химических элементов и сравнить его с результатами, полученными в районах более подверженных антропогенному загрязнению [2].

Природный заповедник «Бастак» расположен на территории Еврейской автономной области. Он охватывает юго-восточные отроги Буреинского хребта и северную окраину Среднеамурской низменности [1].

Отбор почвенных образцов был проведен в 12 точках заповедника (глубина отбора 15–50 см). Всего было отобрано 16 образцов. Анализ полученных проб производился методом РФА. Было определено содержание следующих элементов: Sr, Pb, As, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V и др. На основании полученных результатов была сформирована таблица.

Таблица. Содержание химических элементов (мг/кг)
в почвах заповедника «Бастак».

Химический элемент	Среднее	Пределы, min–max	σ	<i>c.v.</i>
Sr	214.0	98–360	70.9	0.3
Pb	19.8	12–29	4.9	0.2
As	9.9	8–15	2.2	0.2
Zn	82.5	33–127	29.1	0.4
Ni	19.4	10–27	4.8	0.2
Co	9.8	6–14	2.5	0.3
Fe	37.6	28–51	6.2	0.2
Mn	525.1	136–1316	305.9	0.6
Cr	73.9	48–112	14.1	0.2
V	105.1	68–147	19.4	0.2
Ti	4.7	3.4–6.6	0.9	0.2

Полученные данные в дальнейшем будут использованы для изучения динамики концентраций химических элементов в почвах заповедника «Бастак».

Литература

1. Александрова А.М. Степень изученности почв в заповеднике «Бастак» и перспективы их исследования // Региональные проблемы. 2019. № 4. С. 62–68

2. Стеблевская Н.И., Медков М.А., Молчанов В.П. и др. Изучение биогеохимического накопления микроэлементов в почвах и растениях Дальнего Востока // Вестник ДВО РАН. 2006. № 2. С. 57–62

Работа рекомендована к.г.н., доц. С.А. Банарь.

УДК 67.017+631.95+66.076

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БИОЧАРОВ ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСОВ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

М.А. Грицай, Т.В. Бауэр, В.А. Поляков, В.В. Бутова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, gritsai@sfnedu.ru

The presented study demonstrates a unique method for producing innovative nanocomposites based on biochars obtained from sewage sludge and MIL-100(Fe) metal-organic framework for cleaning soils with different levels of heavy metal pollution.

Загрязнение почв тяжёлыми металлами (ТМ) становится все более серьезной проблемой в современном мире. Использование пестицидов и удобрений, а также промышленные и бытовые отходы являются источниками ТМ и создают угрозу для качества почвенного покрова. Тяжелые металлы, включая свинец, кадмий, ртуть и другие, могут накапливаться и долгое время оставаться в почве, заражая растения, водные ресурсы, попадая в пищевую цепочку. Поиск решения этой проблемы весьма актуален, поскольку оно не только защищает землю и экосистемы, но и обеспечивает безопасность пищевых ресурсов. Необходимы комплексные подходы к очистке и восстановлению загрязненных участков почвы.

Одним из наиболее эффективных подходов к связыванию ТМ является сорбция поверхностью наночастиц. Металл-органические каркасы (МОК) – это новый класс соединений. Благодаря своей модульной 3D структуре обладают большой удельной площадью поверхности. Их способность к адсорбции металлов из окружающей среды делает их привлекательным материалом для очистки загрязненных участков. Создание композитов на основе МОК и биочаров (продуктов пиролиза растительного сырья) дополняет этот процесс, так как биочар также обладает способностью удерживать ТМ и улучшать физико-химические свойства почвы. Сочетание этих материалов в нанокompозите может значительно повысить эффективность процесса очистки и ремедиации почв.

В представленном исследовании продемонстрирован уникальный метод получения нанокompозитов на основе биочаров, полученных из осадков сточных вод (ОСВ) и наночастиц МОК. Получение биочаров оптимизировано путем отработки температурных режимов и скорости нагрева. Установлены оптимальные условия, при которых поры стабильны, не образуются трещины и разрастание пор. В качестве МОК выбраны 3 семейства – UiO-66, ZIF-8, MIL-100(Fe). Все полученные образцы были охарактеризованы современными методами, такими как ИК-спектроскопия, порошковая рентгеновская дифракция, электронная микроскопия. При помощи сорбционного эксперимента выявлен наиболее эффективный МОК – MIL-100(Fe), за счет наибольшей удельной площади поверхности (1930 м²/г), а также наибольшего размера пор 25 и 29 Å. На основе оптимизированного биочара и наиболее эффективного МОК создан нанокompозит. При помощи сканирующей электронной микроскопии с элементным картированием (SEM-EDX) показано равномерное распределение MIL-100(Fe) по углеродистой поверхности биочара.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22–76–10054) в Южном федеральном университете.

Работа рекомендована к.ф.-м.н., доц. М.А. Солдатовым.

УДК 631.10

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОПЕДОГЕНЕЗА
НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЯХ

П.Л. Егоров

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
Agrovolley26@mail.ru

The article presents the results of studies of the adsorption of heavy metals Fe-Mn nodules, sod-podzolic soils located at different distances from the mining plant.

Железо-марганцевые конкреции являются одним из основных компонентов почв. Они образуются при сезонных изменениях окислительно-восстановительного потенциала, содержат оксиды, гидроксиды железа и марганца, обладают высокой сорбционной способностью к тяжелым металлам, что особенно выражено в почвах вблизи металлургических комбинатов, где с газопылевыми выбросами в атмосферу поступают тяжелые металлы и интерметаллоиды.

В связи с этим, цель данной работы – установить влияние газопылевых выбросов горно-обогажительного комбината на закрепление тяжелых металлов в железисто-марганцовистых конкрециях.

Объектами исследования явились почвы из 12 разрезов, находящиеся на разном удалении от медеплавильного горно-обогажительного комбината в городе Карабаш. Исследуемые почвы были классифицированы как дерново-слабоподзолистые (Luvisols Abruptic Albic).

Тяжелые металлы в конкрециях накапливаются преимущественно в обменной фракции, а также связанной с железом и марганцем. Концентрация цинка (кларк 67.0 мг/кг) колеблется в диапазоне от 57.8 до 242.0 мг/кг, что практически в 4 раза выше кларка, и в 200 раз выше по сравнению с фоновой почвой. В обменной фракции, концентрация от 8.73 до 73.9 мг/кг, превышение кларка незначительно, а по сравнению с фоновой почвой превышение в 61 раз. Во фракциях, связанных с карбонатами и гумусом концентрация ниже кларка, по сравнению с фоновой почвой превышение в 12 раз.

Для кадмия (кларк 0.09 мг/кг) проявляется та же тенденция, что и для цинка. Во фракции связанной с железом и марганцем превышение кларка и фона в 7 раз, диапазон концентрации от 0.12 до 0.69 мг/кг. В обменной фракции концентрация от 0.12 до 1.06 мг/кг, превышение кларка в 12 раз, а фона в 2 раза.

По свинцу (кларк 17 мг/кг) превышение выявлено только в разрезах под номером 2 и 8, во фракции связанной с карбонатами почти в 3 раза, фон в 70 раз.

Для меди (кларк 28.0 мг/кг) превышение выявлено во фракции, связанной с карбонатами, диапазон от 17.2 до 56.53 мг/кг, а фон превышен в 75 раз. В обменной фракции превышение по отношению к фону в 18 раз.

В результате техногенного воздействия горно-обогатительного комбината тяжелые металлы, попадающие от газопылевых выбросов, вовлекаются в почвообразовательный процесс. В обычных условиях они выступают в качестве геохимического барьера. В переувлажненных условиях конкреции.

По данным исследования установлено, что адсорбция тяжелых металлов в конкрециях в первую очередь зависит от расстояния до источника эмиссии, а также от физических свойств самих конкреций.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Шабановым.

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ И ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТОВ В ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Емельяненко

ФНЦ Агроэкологии РАН, г. Волгоград, emelyanenko-v@vfanc.ru

The reaction of the medium and the content of carbonates in dark chestnut soils of forest and steppe ecosystems have been studied. It has been established that the reaction of the medium and the reserves of inorganic carbon increase sharply with depth. The content of carbonates in the steppe zone is 34 times higher in median value.

Показатель кислотности, содержание карбонатов, которое определяет запас неорганического углерода, являются важными показателями в вопросе ведения сельского хозяйства, так как напрямую влияют на продуктивность и состояние культур.

Изучена реакция среды и содержание карбонатов в темно-каштановых почвах лесной и степной экосистем. Установлено, что реакция среды и запасы неорганического углерода резко увеличиваются с глубиной. Содержание карбонатов в степной зоне в 34 раза выше по медианному значению.

В работе проведена сравнительная оценка показателя рН и содержания карбонатов зональных дефляционно-нарушенных почв на территории Волгоградской области Камышинского района, относящихся к разным экосистемам – лесной и степной. По классификации WRB-2006 почвы относятся к *Naplіc Kashtanozems* [1].

Определения проводили традиционными методами, принятыми в почвоведении [2, 3, 4, 5].

В ходе работы было выявлено, что между почвами лесной и степной зон существуют статистически значимые различия ($p < 0.05$) по содержанию карбонатов (рис.). Для степной зоны средние выборочные значения содержания карбонатов составляют 49.83 г/кг, и 33.29 г/кг в лесной зоне. Показатель рН равен в среднем 6.28 для лесной и 6.71 для степной зоны. Медианное значение содержания карбонатов в степных почвах выше, чем в лесной в 34 раза.

Отмечено резкое изменение содержания карбонатов по профилю почвы. Карбонаты практически отсутствуют в поверхностном 0–10 см слое почв двух исследованных экосистем. Видимое увеличение карбонатов начинается с глубины 40 см.

Наибольшее количество карбонатов в лесной зоне приурочено к глубине 60–90 см, в то время как в степной зоне карбонаты залегают несколько глубже – в слое 120–150 см. По содержанию карбонатов рассчитывали запасы неорганического углерода. Наибольшее содержание неорганического углерода отмечается в степной зоне на глубине 60–70 см – 157.23 т/га, в лесной зоне на глубине 50–60 см – 91.2 т/га. Средний запас неорганического углерода в лесной зоне – 14.75 т/га, а в степной зоне в 3.5 раза выше – 54.24 т/га.

Литература

1. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2014. – P. 181.

2. ГОСТ 28268-89 Межгосударственный стандарт. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. 27.09.1989. 8 с.

3. ГОСТ 26213-91 Методы определения органического вещества. Госстандарт СССР, 01.07.1993. 8 с.

4. ГОСТ 26424-85 Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. 01.01.1986. 4 с.

5. ISO 10693 Soil quality. Determination of carbonate content. Volumetric method. International standard, 1995, 9 с.

Рукопись рекомендована д.б.н., профессор, г.н.с., зав. лаб. А.В. Федотовой.

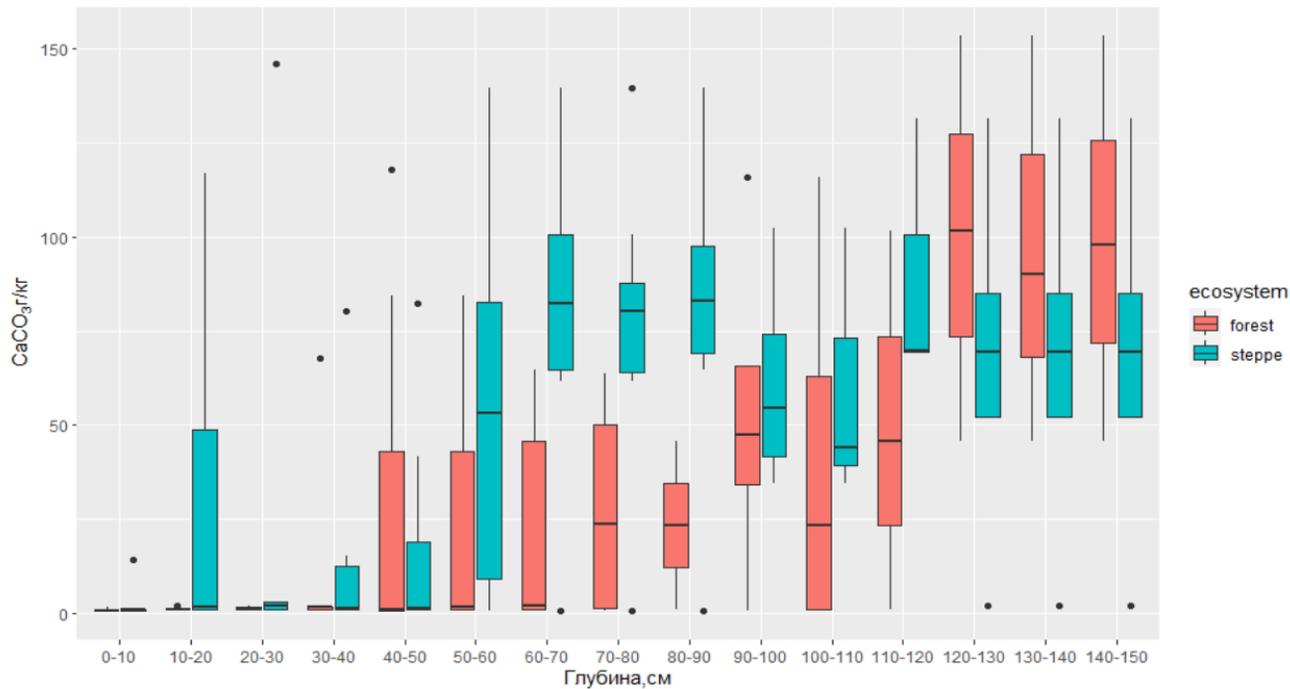


Рисунок. Диаграмма размаха содержания карбонатов в почве лесной и степной зон.

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В г. УЛАН-УДЭ
И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА АККУМУЛЯЦИЮ ПАУ

Н.Б. Жаксылыков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
niyaz.zh@mail.ru

The physicochemical properties, concentrations of PAHs in topsoils of land use zones in Ulan-Ude and factors that affect their accumulation were determined. The most contaminated soils are located in the transport and industrial zones.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются приоритетными загрязнителями городской среды, они поступают из разнообразных техногенных источников при сжигании топлива в промышленных установках, транспортных и отопительных системах. Территория исследования – город Улан-Удэ – крупный административный и промышленный центр Республики Бурятия. В региональных и федеральных отчетах Улан-Удэ регулярно отмечается как город, где сложилась напряженная экологическая ситуация. Основными источниками техногенного воздействия в городе выступают объекты теплоэнергетики ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, крупные промышленные предприятия: авиационный и локомотивогоноремонтный заводы, «Улан-Удэ-стальмост», предприятия по производству строительных материалов, очистные сооружения города.

Цель данной работы – оценить изменения свойств городских почв по сравнению с фоновыми в Улан-Удэ и их роль в аккумуляции ПАУ. Были определены основные физико-химические свойства фоновых каштановых почв и городских почв в функциональных зонах Улан-Удэ (табл.). Содержание физической глины в большинстве зон позволяет отнести почвы к легкосуглинистым. Наибольшие значения удельной электропроводности E_C и $C_{орг}$ установлены в железнодорожной транспортной подзоне. Реакция среды в верхних горизонтах близка к нейтральной, превышение pH над фоном 0.3–0.5 ед.

По сумме ПАУ наиболее загрязненными зонами города являются железнодорожная транспортная (2100 нг/г), автотранспортная (806 нг/г) и промышленная (797 нг/г). В структуре загрязнения железнодорожной и промышленной зон доминируют 3-4-«кольчатые» ПАУ. Многомерный регрессионный анализ показал, что ведущими факторами накопления ПАУ в почвах являются $C_{орг}$ и гранулометрический состав, локально проявляет влияние pH и удельной электропроводности.

Таблица. Физико-химические свойства верхнего слоя фоновых и городских почв г. Улан-Удэ

Функциональные зоны (количество точек опробования)	pH	ЕС, мкСм/см	C _{орг} , %	Содержание физической глины, %
Фон (12)	<u>7.1</u> 5.8–8.6	<u>424</u> 96–1528	<u>4.33</u> 1.39–12.4	<u>31.6</u> 18.7–45.8
Промышленная (41)	<u>7.57</u> 6.5–8.2	<u>249</u> 46–1629	<u>4.03</u> 0.57–24.8	<u>25.5</u> 12.4–46.6
Автотранспортная (22)	<u>7.44</u> 6.2–8.1	<u>194</u> 55–463	<u>2.87</u> 0.12–5.93	<u>23.8</u> 12.5–43.4
Транспортная железно-дорожная (7)	<u>7.36</u> 6.6–8.4	<u>690</u> 72–3440	<u>5.53</u> 1.03–18.8	<u>19.8</u> 13.2–32.5
Селитебная много-этажная (56)	<u>7.41</u> 6.7–8.1	<u>239</u> 81–529	<u>2.08</u> 0.38–6.04	<u>25.1</u> 10.6–46.9
Селитебная одноэтажная (76)	<u>7.41</u> 6.5–9.1	<u>356</u> 59–2360	<u>3.33</u> 0.35–19.7	<u>26.7</u> 14.4–46.9
Рекреационная (18)	<u>6.86</u> 6.1–8.0	<u>129</u> 38–371	<u>3.29</u> 0.33–7.86	<u>25.4</u> 15.1–39
Город в целом (220)	<u>7.4</u> 6.1–9.1	<u>288</u> 38–3440	<u>3.19</u> 0.12–24.8	<u>25.5</u> 10.6–46.9

* Над чертой среднее, под чертой – min–max

Работа рекомендована д.г.н., проф. Н.Е. Кошелевой.

УДК 574.42

ПИРОГЕННЫЙ ПОДГОРИЗОНТ – ВКЛАД В ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОДЗОЛОВ И ПОДБУРОВ

В.И. Журавлева

Санкт-Петербургский государственный университет,

zhuravlyova.vladislava@yandex.ru

The pyrogenic organic-mineral sub-horizon Eopyr contributes 6–25 % to the organic matter pools of the forest floor and the upper mineral 30 cm in studied soils.

В бореальных лесах России содержится до 30 % органического вещества (ОВ) наземных экосистем. Лесные пожары, возникающие все чаще по вине человека, могут перевести эти леса из стока в источник углерода. Под влиянием высоких температур не все ОВ сгорает, часть

формирует пирогенные почвенные образования, содержащие сажу и древесные угли. Следы пирогенеза в профиле лесных почв отмечены в морфологических описаниях, но к их изучению только приступили. В подзолах сосновых лишайниковых лесов выделены пирогенный органический подгоризонт Еоруг и подзолистый Еоруг [1], а в подзолах и подбурах сосновых зеленомошных лесов поверхностный слой минеральной части профиля определен как органоминеральный подгоризонт Еоруг [2]. Запасы ОВ лесных почв в пирогенных подгоризонтах не изучены. Объекты работы – подзолы и подбуры иллювиально-железистые сосновых зеленомошных лесов Ленинградской области. В работе представлены данные по четырем ключевым участкам (КУ). Для каждого КУ было заложено 2–3 разреза.

Пробы отбирали в 5-кратной повторности. Подстилку и Еоруг – с площади 25×25 см. Минеральные горизонты – металлическим кольцом диаметром 100 см³ из базового разреза. Определяли: полевую влажность, гигроскопическую воду, потери при прокаливании [3] и углерод методом Тюрина в модификации Никитина [4].

Запасы ОВ в изученных подзолах составляют в лесных подстилках 4.25±2.43 и 2.86±0.23 кг/м², в Еоруг 0.66±0.44 и 1.17±0.60 кг/м², в верхних 30 см минерального профиля 2.95±0.20 и 1.78±0.19 кг/м² для ключевых участков Толмачево и Молодежного, соответственно. Запасы ОВ в изученных подбурах составляют в лесных подстилках 4.43±1.60 и 6.01±0.66 кг/м², в Еоруг 2.14±1.05 и 0.56±0.12 кг/м², в верхних 30 см минерального профиля 3.00±0.28 и 5.67±0.40 кг/м² для ключевых участков Нижнесвирский и Петяярви, соответственно. Вклад Еоруг в запасы ОВ в лесной подстилке и верхних 30 см минерального профиля почв от 6 до 25 %. Подгоризонт Еоруг надо учитывать при расчете запасов ОВ лесных почв, зная потенциальную стабильность его компонентов (сажи, древесных углей и детрита). Необходимо исследовать качественный состав и сроки депонирования ОВ в Еоруг.

Литература

1. Dymov A.A., Grodnitskaya I.D., et al. Albic Podzols of Boreal Pine Forests of Russia. Forests. 2022; 13(11):1831. <https://doi.org/10.3390/f13111831>
2. Nadporozhskaya M., Mirin D., Zhuravleva V., Stadnik E., Yakkonen K. Introducing a New Pyrogenic Podzolic Sub-Horizon to Clarify Organic Matter Pools in Pine Forest Soils. Forests. 2024; 15(1):40. <https://doi.org/10.3390/f15010040>
3. ГОСТ 23740-2016 «Грунты. Методы определения содержания органических веществ», 2017 г.

4. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса: Учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.

Работа финансирована по гранту РФФ 22-24-00690.

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

УДК 631.438.2

НАКОПЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 ПЛОДОВЫМИ ТЕЛАМИ ГРИБОВ ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЕ ПОЙМЫ РЕКИ КРЕМЕНКА

В.Д. Иванова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, verochka_2006@mail.ru

The coefficients of cesium-137 accumulation by the fungi fruit bodies from alluvial soil of the River Kremenka floodplain are 9.9 ± 1.5 for the *L. scabrum*, and 9.2 ± 1.4 for *L. versipelle*, while the activity in the fruit bodies of fungi is below the maximum permissible value.

Пойма реки Кременка широко используется в рекреационных целях и для сбора дикорастущих съедобных грибов, поскольку рядом расположен массив садоводческих некоммерческих товариществ «Чаща» (Гатчинский р-н, Ленинградская обл.) Оценка накопления цезия-137 из почвы плодовыми телами грибов, собираемых для кулинарного использования, является актуальной. Это обусловлено тем, что указанные территории находятся в зоне прохождения чернобыльского следа, а дикорастущие съедобные грибы, относящиеся к эколого-трофической группе эктомикоризных, селективно концентрируют цезий-137 из почвы.

Цель работы – оценить накопление цезия-137 плодовыми телами грибов из корнеобитаемого слоя аллювиальной почвы в пойме р. Кременка.

Отбор образцов почвы и плодовых тел грибов был проведен в пойме на левом берегу р. Кременка в окрестностях точки с координатами: N 59°04.438', E 30°27.680', Н 47 м. Почва аллювиально-дерновая на среднем суглинке. В древостое береза с примесью ели.

Для анализа накопления цезия-137 плодовыми телами использовали грибы следующих видов: *Leccinum versipelle* (Fr. et Hök) Snell – Подосиновик желто-бурый и *Leccinum scabrum* (Bull.: Fr.) S.F. Gray – Подберезовик обыкновенный. Активность цезия-137 в воздушно-сухой почве и сухих плодовых телах грибов определяли на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКГБ-01 «РАДЕК».

Было установлено следующее распределение активности цезия-137 в почвенных горизонтах: 0–3 см – 134±12 Бк/кг; 3–8 см – 146±9 Бк/кг; 8–17 см – 146±13 Бк/кг; 17–25 см – 141±7 Бк/кг.

Для расчета коэффициента накопления (КН) цезия-137 плодовыми телами грибов выбран почвенный горизонт глубиной 8–17 см (146±13 Бк/кг), поскольку он содержит максимальное количество корневых окончаний березы, образующей микоризу с данными видами. В табл. представлены результаты измерений.

Таблица. Коэффициенты накопления цезия-137 плодовыми телами грибов из аллювиальной почвы.

Вид гриба	Активность пло- довых тел, Бк/кг*	Активность почвы, Бк/кг	КН
<i>L. scabrum</i>	1448±97	146±13	9.9±1.5
<i>L. versipelle</i>	1347±88	146±13	9.2±1.4

Примечание: * – расчёт доверительного интервала средней активности (Бк/кг) проведён при уровне значимости $p < 0.05$.

Установлено, что коэффициенты накопления плодовыми телами грибов из аллювиальной почвы по отношению к корнеобитаемому слою почвы поймы реки Кременка составляют для *L. scabrum* 9.9±1.5, а для *L. versipelle* 9.2±1.4, при этом активность в плодовых телах грибов находится ниже предельно допустимого значения.

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

УДК 631.438.2

РАДИОНУКЛИДЫ ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra И ^{232}Th В ПРОФИЛЕ ДЕРНОВО-КАРБОНАТНОЙ ПОЧВЫ ВОРОНЬЕЙ ГОРЫ

Е.Д. Иванов

Санкт-Петербургский государственный университет,
evgeniy_ivanov2000@mail.ru

According to gamma-ray spectrometry, the activity in the profile of the sod-carbonate soil of Voronya Gora (Krasnoselsky district of St. Petersburg) is due to ^{40}K , the contribution of ^{137}Cs is insignificant, and it is practically not observed in the soil profile. The presence of ^{226}Ra and ^{232}Th in the profile was also established, the distribution of ^{232}Th is uniform.

При изучении распределения ^{40}K и ^{137}Cs в профиле дерново-карбонатной почвы Вороньей горы (Красносельский район г. Санкт-

Петербурга) методом бета-радиометрии установлено (табл.), что коэффициент вариации составляет 8.4 %. Это характеризует изменчивость распределения суммарной активности радионуклидов как незначительную (до 10 %). Распределение радионуклидов в профиле дерново-карбонатной почвы на Вороньей горе отличается от регрессивного типа, для которого характерен максимум активности в верхней части почвенного профиля, приуроченный к подстилке, с резким снижением активности в минеральной части профиля.

Цель работы – установить состав изотопов в профиле почвы, обуславливающий выявленное распределение.

Суммарную активность бета излучающих радионуклидов измеряли на радиометре «Бета» с газоразрядным счетчиком торцевого типа СБТ-10. Время измерения 2000 с. Измерение фона проводили каждые 2 часа. Идентификацию радионуклидного состава пробы проводили на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКГБ-01 «РАДЕК» производства НТЦ «Радиационная экология», позволяющем выявить в пробе содержание следующих изотопов ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra и ^{232}Th . Результаты проведенных измерений представлены в таблице.

Таблица. Активность радионуклидов в профиле дерново-карбонатной почвы по данным бета-радиометрии и гамма-спектрометрии, Бк/кг.

Н, см	^{40}K и ^{137}Cs *	^{137}Cs **	^{40}K **	^{226}Ra **	^{232}Th **
0–5	434±24	н п/о	н п/о	75±36	82±15
5–10	443±21	27±10	347±100	н п/о	86±15
10–15	401±20	19±9	423±88	н п/о	89±14
15–20	407±14	н п/о	353±79	47±22	70±12
20–25	397±15	н п/о	н п/о	н п/о	75±34
25–30	467±16	н п/о	496±140	79±39	68±17
30–35	499±19	н п/о	560±150	83±41	75±18
35–40	467±15	н п/о	604±200	н п/о	89±23

Примечания: * – суммарная бета-активность по результатам бета-радиометрии, доверительный интервал определен при уровне значимости $p < 0.05$; ** – активность радионуклида по данным гамма-спектрометрии, указана абсолютная погрешность; н п/о – активность ниже предела обнаружения прибора.

Установлено, что вклад ^{137}Cs незначительный, в профиле почвы его практически не наблюдается, при этом, вклад ^{40}K существенный. Установлено присутствие в профиле ^{226}Ra и ^{232}Th , причем распределение ^{232}Th носит равномерный характер.

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

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА
В ПОЧВАХ ЕЛЬНИКОВ КУСТАРНИЧКОВО-ЗЕЛЕНОМОШНЫХ
НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

В.Н. Иванова

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва,
Lv.val.lentina@gmail.com

To study the climate-regulating functions of forests, it is especially important to correctly assess carbon stocks in ecosystems. Recently, scientists have taken into account the influence of vegetation on carbon reserves in soils, but the influence of relief is often ignored, taking the entire territory for automorphic landscapes.

Изучение климаторегулирующих функций лесов – актуальная тема. Для максимально точных оценок и дальнейших прогнозов необходимо учитывать все ведущие факторы, влияющие на запасы углерода в почвах. Одним из таких факторов является рельеф.

Объект нашего исследования – почвы еловых лесов подзоны северной тайги. Работы проводились в центральной части Кольского п-ва в сопряженном ландшафте южного берега оз. Умбозеро. Выделено 3 элементарных геохимически сопряженных ландшафта – автономный, транзитный и аккумулятивный, в каждом из них по 3 доминирующих ЭБГА (элементарных биогеоареала в подкروновых и межкروновых положениях).

В почвах еловых лесов выявлены статистически достоверные (v -test) различия в запасах углерода в зависимости от ландшафта. Максимальные запасы углерода обнаруживаются в аккумулятивной позиции 62.1 т га^{-1} , а минимальные – в транзитной 40 т га^{-1} . Аналогичная закономерность наблюдается в верхнем слое минерального горизонта (0–10 см) – 18.2 и 8.9 т га^{-1} , соответственно, и в органогенном слое (с учетом горизонта торфа) – 43.9 и 21.1 т га^{-1} , соответственно. В подстилке (LFH) достоверных различий не выявлено. Однако, в верхней части минерального профиля (0–30 см) почв наибольшие запасы углерода обнаружены в автономном ландшафте – 35.1 т га^{-1} , в то время как минимальный уровень сохраняется в транзитном ландшафте (18.9 т га^{-1}).

Запасы углерода варьируют в разных элементах пространственной мозаики биогеоценозов. В подкروновых ЭБГА варьирование объясняется влиянием ландшафта. Так, наибольшие запасы углерода закономерно обнаруживаются в автономном ландшафте. В транзитных ландшафтах подкроновых ЭБГА создаются самые сложные условия для

накопления углерода в почвах. Межкроновые ЭБГА различных ландшафтов достоверно не различаются по запасам углерода. Закономерности наблюдаются лишь в отдельных горизонтах. Существенные различия наблюдаются только в органогенном слое аккумулятивных почв за счёт наличия горизонта торфа, богатого органическим углеродом.

Таким образом, рельеф оказывает влияние на запасы углерода в почвах еловых лесов: самый высокий уровень общего запаса углерода и запаса в органогенных горизонтах выявлены в аккумулятивных ландшафтах. Однако в верхнем минеральном слое почв больше органического углерода аккумулируется в автономных ландшафтах.

Работа выполнена в рамках молодежной лаборатории ЦЭПЛ РАН «Климаторегулирующие функции и биоразнообразие лесов» (регистрационный номер 122111500023-6).

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

УДК 574.723

АДСОРБЦИЯ СВИНЦА ХЕМОЗЁМАМИ ПО ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫМ ПОЧВАМ

Т.Н. Калинкина

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
clearnaturalwater@gmail.com

The article presents the results of the study of lead sorption peculiarities at polyelement pollution of chemozems on sod-podzolic soil.

В настоящее время стремительно растет техногенная деятельность человека. С ростом данной отрасли развивается и загрязнение окружающей среды, в том числе и почвы.

В результате деятельности металлургического комбината «Святогор» в атмосферу поступает огромное количество газопылевых выбросов, которые оседают на близлежащие ландшафты.

Изучение сорбционной способности почвы позволит в дальнейшем спрогнозировать пути её восстановления. На основании полученных данных можно оценивать экологическое состояние почв, разрабатывать мероприятия по снижению последствий загрязнений.

Целью работы является изучение сорбционной способности к ионам свинца хемозёмами по дерново-подзолистым почвам.

Объектом исследования являются серо-гумусовые горизонты дерново-подзолистых почв, подверженные загрязнению свинца в разной

степени и расположенные на различном расстоянии от металлургического комбината: 22 разрез на 1.4 км, 27 на 2.3 км, 26 на 6 км, 15 на 10 км и 6 на 12 км. Все исследуемые почвы характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с кислой реакцией среды.

Сорбцию ионов свинца почвой из водного раствора изучали в статических условиях методом ограниченного объёма.

На основании полученных экспериментальных данных сорбции свинца была построена изотерма сорбции, которая свидетельствует об активном поглощении свинца с концентрацией до 100 мг/л.

Для характеристики процессов адсорбции была рассчитана модель изотермы адсорбции Ленгмюра, которая показывает, что все исследуемые почвы сохраняют тенденцию к поглощению ионов свинца даже с очень высокой концентрацией. Кроме этого, рассчитывался коэффициент уравнения Ленгмюра, характеризующий прочность связи между элементом и сорбционными участками и энергию их взаимодействия, максимум адсорбции, или ёмкость монослоя Ленгмюра, характеризующее объём поглощения в зависимости от свободных сорбционных центров адсорбента, а также свободная энергия Гиббса, указывающая на затраты энергии внутри системы адсорбат-адсорбент.

Проведённые в статических условиях исследования показывают, что процесс сорбции ионов свинца хемозёмами протекает быстро и эффективно, о чём свидетельствует то, что показатели изотермы адсорбции образцов из разрезов 15, 26, 27 выше, чем в 6 и 22 на 200 %, 400 % и 600 %, соответственно. Таким образом, полученные данные подтверждают способность почвы поглощать практически полностью ионы свинца за небольшой временной интервал в исследуемом диапазоне концентраций от 0.063 до 500 мг/л.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Шабановым.

УДК 631.453

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ НА РАСТЕНИЯ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИКЕЛЯ

Е.А. Карабач

Санкт-Петербургский государственный университет
st087853@student.spbu.ru

Nowadays, it's important to search for new ways of soil melioration, because of a danger that is being developed with increasing anthropogenic load on soils. In this research, we are assessing the effects of carbon nanoparticles

on cucumber plants which were grown in nickel-amended nutrient solution to decide whether they can be effective against excessive heavy metal pollution.

В настоящее время существует проблема загрязнения почв различными веществами антропогенного происхождения, среди которых существенную опасность представляют тяжелые металлы (ТМ). Главным, вызывающим тревогу аспектом является крайне слабая способность почвы к самоочищению по отношению к ТМ [2], что в перспективе может привести к деградации множества экосистем и нанесению непоправимого вреда человечеству [1, 3]. Одним из способов борьбы с негативными эффектами на рост и развитие растений, вызванными повышенными содержаниями никеля в среде является применение нанотехнологий. В недавнем исследовании [4] коллеги показали, что наночастицы фуллеренола и аргининового аддукта фуллерена способны снижать токсическое воздействие меди на растения огурца.

Цель данной работы – изучение влияния углеродных наночастиц на рост и развитие растений в условиях повышенного содержания Ni в среде. Объект исследований – растения огурца (*Cucumis sativus* L.) сорта Феникс. Растения выращивали в условиях гидропоники с использованием полного питательного раствора (ППР) [4]. Ni вносили в питательный раствор в форме NiCl₂. Конечная концентрации Ni в ППР 20 мкМ/л. Концентрации фуллеренола и аргининового аддукта фуллерена в ППР – 0.02, 0.2 и 2 мг/л для каждого вида наночастиц, соответственно.

Площадь листьев измеряли при помощи мобильного приложения «Petiole». Концентрацию хлорофилла в листьях оценивали с помощью портативного измерителя уровня хлорофилла «SPAD-502Plus» (Konica-Minolta, Япония). Биомассу растений учитывали весовым методом. Концентрацию макро- и микроэлементов в листьях растений определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на приборе «ICPE-9000» (Shimadzu, Япония), после кислотной минерализации. Повторность экспериментов четырехкратная. Статистическую обработку данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа в программе IBM SPSS Statistic 28.

В ходе исследования были отмечены токсические эффекты действия Ni на растения огурца. При добавлении никеля в питательный раствор наблюдали уменьшение площади листьев, концентрации хлорофилла и снижение биомассы листьев, стеблей и корней растений огурца. Добавление фуллеренола (2 мг/л) способствовало снижению токсического действия никеля на площадь листьев, а аргининового аддукта фуллерена (2 мг/л) – на биомассу корней.

Добавление Ni в питательный раствор вызывало значительное накопление этого элемента в листьях растений огурца. Углеродные наночастицы не оказали достоверного влияния на концентрации элементов питания и никеля в листьях.

Литература

1. Битюцкий Н.П. Минеральное питание растений: учебник. 2-е изд. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2020. 540 с.

2. Иванищев В.В. Никель в окружающей среде и его влияние на растения // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2021. – № 2. – С. 38–53.

3. Черных Н.А., Баева Ю.И. Тяжелые металлы и здоровье человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2004. – № 1. – С. 125–134.

4. Bityutskii N.P. et al. Protective role of fullerene and arginine C60 fullerene against copper toxicity in cucumber // Plant Physiology and Biochemistry. – 2023. – Т. 204. – С. 108095.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» научного парка СПбГУ, проект № 2309-071.

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

УДК 631.4:577.4:502.7

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОЧВЕННЫХ МЕЛИОРАНТОВ

И.Г. Кирилова, Ю.Д. Сергеева, А.Д. Батаков,
С.К. Самбрано Гари, В.К. Калеро

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения,
РУДН имени Патриса Лумумбы, экологический институт, Москва,
kirilova.Irina@yandex.ru

In a series of laboratory biotests, the environmental safety of aqueous solutions of polymer ameliorants based on compositions of hypane and humic preparations was assessed. Binary composites do not have a critical phytoeffect at a hypane dose of less than 0.2 %.

Одно из приоритетных направлений современных агротехнологий связано с созданием почвенных мелиорантов на основе полимерных композитных материалов. Почвенные структурообразователи, пред-

ставленные синтетическими и природными полимерами, связывают дисперсные частицы почвы, обеспечивая тем самым эффективную защиту агроценозов от ветровой и водной эрозии, улучшают агрофизические и агрохимические свойства почв, способствуют восстановлению загрязненных и нарушенных почв и поддерживают почвенное биоразнообразие. Оценка экологической биобезопасности мелиорантов – необходимый и важнейший этап разработки современных агротехнологий.

В рамках проекта Программы развития МГУ № 23-Ш07-13 «Мелиорация и охрана почв. Новые подходы с использованием полимерных композиционных материалов» предложены и исследуются синтетический полимер гипан и гуминовые препараты разного генезиса (в частности, СГ – из угля и ЛГ – из отходов древесины).

В серии лабораторных биотестов оценивали экологическую безопасность ряда рецептур при тестировании растворов полимеров на батарее тест-культур различного трофического уровня: продуценты (растения), консументы (простейшие) и редуценты (бактерии). Изучено влияние пяти полимерных препаратов, представленных в разных концентрациях и в разном соотношении в композиционных вариантах (гипан 2.0–0.1, гуматы 0.2–0.01 %).

В большинстве тест-систем водные растворы исследуемых рецептур проявляют токсичность только в высоких дозах. Гуматы из разных сырьевых источников оказывают сходное воздействие на растения, однако в композиции с гипаном их эффекты различались. При оценке в биотестах с биолюминесцентными бактериями у гуматов выявлены резкие различия как в композиции с гипаном, так и в чистом виде. Доза препарата гипана критически влияющая на выживаемость инфузорий оказалась на уровне 0.5 % (выживаемость 10 %). Добавки гуматов в большинстве случаев смягчали токсичность гипана, при этом в биотесте с простейшими наибольший положительный эффект по детоксикации гипана продемонстрировал СГ.

На данном этапе важным представляется вывод о том, что при воздействии непосредственно на семена растений критически токсичные фитоэффекты водных растворов мелиорантов не будут проявляться, если концентрация гипана в рецептурах <0.2 %. Нетоксичные концентрации мелиорантов при внесении уже в почву, скорее всего, будут существенно выше. Исследования в этом направлении продолжаются.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.А. Тереховой и к.б.н., в.н.с. О.С. Якименко.

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Е.Р. Кирякина, А.П. Кирюшина

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Институт
проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва
kiriakina.er@gmail.com

Based on experimental testing of the resistance of higher plants to salinity, white mustard *Sinapis alba* and oat *Avena sativa* are recommended as test cultures for assessing the toxicity of saline soils and anthropogenic objects.

Биотестирование – эффективный метод исследования качества почв, а также оценки потенциальной опасности отходов. Сложность использования данного метода заключается в том, что при анализе многокомпонентного загрязнения пробы следует контролировать и поддерживать оптимальные значения целой комбинации факторов жизнеобеспечения тест-организмов, в том числе содержание солей для исключения влияния минерализации на тест-объекты. Согласно СП 2.1.7.1386-03, для оценки класса опасности отходов в качестве тест-культур подходят высшие растения. Их используют для анализа токсичности водных вытяжек (элюатов) из отходов. При выборе тест-культуры для анализа засоленных почв и соледержащих отходов лучше всего использовать солеустойчивые растения для исключения реакции тест-организма на присутствие солей в исследуемой вытяжке.

Для выбора солеустойчивой культуры высших растений проведено фитотестирование с использованием современной системы Фитоскан – планшетный фитотест с пятью видами тест-культур из классов двудольных (горчица белая, люцерна изменчивая) и однодольных (житняк гребневидный, ячмень яровой и овес посевной). Эксперимент проведен с модельными растворами солей, имеющими уровни минерализации – 1; 2.5; 4; 6 г/дм³. Установлено, что из всех испытанных тест-культур лишь вид *Sinapis alba* (горчица белая) оказалась устойчива ко всем четырем градациям минерализации среды. Энергия прорастания семян этого вида практически не менялась. Отрицательный фитозэффект, рассчитанный по длине корней, не превышал 20 %, а по длине ростков он показал стимуляцию при дозах минерализации 2.5 и 4 г/дм³. На это указывают положительные значения фитозэффекта, превышающие контрольные значения более чем на 20 %. *Avena sativa* (овёс посевной) по показателям фитозэффекта на длину корней также оказался устойчив к засоле-

нию среды, но наблюдалась тенденция к снижению энергии прорастания пропорционально росту концентрации солей.

На основании результатов, полученных на данном этапе исследования, можно сделать вывод о наибольшей пригодности культуры *Sinapis alba* для оценки экотоксичности почв и отходов элюатным способом фитотестирования на фоне среднего уровня минерализации водных вытяжек. Судя по устойчивости проростков растений к пробам средней минерализации, культура *Avena sativa*, рекомендованная органами санитарно-эпидемиологического надзора для оценки опасности отходов, – возможный, но технологически менее удобный вид тест-растения, так как регламентированный СП 2.1.7.1386-03 срок экспозиции проб с семенами овса более продолжительный, чем с семенами горчицы белой.

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

УДК 504.05

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МЫШЬЯКА В ПОЧВЕ ПРИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ТЕХНОГЕНЕЗЕ

С.Н. Кулиева

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Sabina.kulieva.02@bk.ru

The paper presents the results of a study of the content and distribution of mobile forms of arsenic along the soil profile under the conditions of industrial technogenesis.

В процессе добычи и переработки руд образуется не только твердые, но и газопылевые отходы, включающие в себя тяжёлые металлы и интерметаллоиды.

Исследования загрязнения почв мышьяком остаются актуальными до сих пор, поскольку выявление образования аномалий концентраций мышьяка является одной из ключевых задач при эколого-геохимическом мониторинге в районах горнодобывающей промышленности.

Основной целью данной работы являлась оценка влияния аэро-промвыбросов медеплавильного комбината на распределение и содержание специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка. В задачи исследования входило определение закономерностей фиксации арсенатов в почве, а также особенности их распределения в почвенном профиле.

Исследования проводили на Южном Урале, г. Карабаш, Челябинская область, где на протяжении 100 лет функционирует горно-обогатительный комбинат.

В рамках исследования были заложены почвенные разрезы на различном расстоянии и направлении от действующего Карабашского медеплавильного комбината. Объектами исследования являются почвы Соймоновской долины, это Phaeozems относящиеся к предгорной зоне; Leptosols dystric, grey-humus, dark-humus и Umbrisols в горно-лесной зоне. Локально присутствуют Leptosols lithic, Luvisols albic и Fluvisols gleiyc.

Исследование содержания специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка проводилось на атомно адсорбционном спектрофотометре.

В результате исследования было установлено, что наибольшее значение в закреплении специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка имеет показатель рН и содержание органического вещества почвы. Гранулометрический состав влияет на фиксацию арсенатов в меньшей степени. В условиях сильной кислотности почвенного раствора и высокого содержания органического вещества отмечается наибольшее накопление исследуемых форм мышьяка. При повышении рН почвенного раствора фиксация специфически и неспецифически сорбированных арсенатов снижается.

В результате исследования пространственного распределения и содержания специфически и неспецифически сорбированной форм мышьяка было установлено, что наибольшее накопление данных фракций отмечается в почвах находящиеся в радиусе 5 км от источника аэро-промвыбросов.

Литература

Шабанов М.В., Маричев М.С., Минкина Т.М., Абдимуталип Н.А. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногеохимических аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) // Устойчивое развитие горных территорий. 2022. Т. 14, № 4. С. 632–643. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-632-643.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Шабановым.

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ
ЕСТЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

К.А. Куулар

Тувинский государственный университет, г. Кызыл

kuular.aylana@list.ru

The paper presents indicators of soil fertility in pastures and hayfields in three regions of Tuva. The soils of the forage lands of the Kaa-Khem region are more provided with nutrients than the soils of the Ulug-Khem and Kyzyl regions.

Ведущей отраслью сельского хозяйства Республики Тыва является животноводство. По статданным поголовье сельскохозяйственных животных в республике ежегодно увеличивается, и перед республикой стоит задача обеспечения растущего поголовья кормами в достаточном количестве. Одним из факторов получения высоких урожаев хорошего качества – это плодородие почвы. Сельскохозяйственные угодья в республике занимают 3363.9 тыс. га или около 20 % от всей площади и они находятся в пределах сухостепной, степной и лесостепной природно-климатических зон. Малоснежная зима, жаркое и сухое лето, большая амплитуда абсолютных и суточных температур – характерные особенности климата Тувы, что не способствуют накоплению гумуса в почве.

Целью исследований являлось изучение гумусного состояния почв естественных кормовых угодий. Были изучены каштановые почвы пастбищ и сенокосов трех центральных районов Республики Тыва: Каа-Хемского, Улуг-Хемского и Кызыльского (табл.).

Показано, что почвы кормовых угодий Каа-Хемского района наиболее обеспечены питательными элементами: содержание гумуса достигает 5.54 %, что в 2 раза больше, чем у почв Улуг-Хемского района, и в 3 раза больше по сравнению с Кызыльским районом. Такая же тенденция наблюдается по показателям P_2O_5 и K_2O . Необходимо отметить, что содержание гумуса почв пастбищ на 0.3–1.25 % выше содержания гумуса почв сенокосов во всех трех районах.

Таким образом, почвы кормовых угодий Каа-Хемского района более обеспечены питательными элементами, чем почвы Улуг-Хемского и Кызыльского районов.

Таблица. Агрохимическая характеристика почв кормовых угодий центральных районов Тувы

Наименование с/х угодий	Площадь, га	Содержание гумуса, %	рН	P ₂ O ₅	K ₂ O	N по Корн-фильду
				по Мачигину		
				мг/кг почвы		
Улуг-Хемский район (п. Торгалыг)						
Сенокосы	406	2.72	7.8	28.3	55.7	99
Пастбища	241	3.97	7.5	11	147	115
Каа-Хемский район (с. Усть-Бурен)						
Сенокосы	835	5.23	7.6	30	163	132
Пастбища	2181	5.54	7.9	16.7	237	144
Каа-Хемский район (с. Ильинка)						
Сенокосы	603	3.0	7.7	45.7	221	91
Пастбища	4496	3.60	7.6	15	207	98
Кызылский район (с. Целинное)						
Сенокосы	800	1.23	8.1	14	110	59
Пастбища	2617	3.31	8.2	19	109	65
Кызылский район (с. Сукпак)						
Сенокосы	628	2.04	7.4	10	155	54
Пастбища	531	2.23	7.5	12	263	55

Работа рекомендована к.б.н., доц. С.О. Канзываа.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ ОБМЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ ПОЛИГОНА «БЕЛЫЕ ПРУДЫ» ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ М.А. Лазарева

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

Under the influence of shelterbelts, southern chernozems are developing towards typical and leached chernozems. In this case, there is both an increase in the content of exchangeable cations, due to litter formation and an increase in the humus content, and a decrease in the content of exchangeable cations, due to leaching of the soil profile.

Важной составляющей ППК являются обменные основания. Состав обменных оснований оказывает большое влияние на реакцию среды, структуру, деятельность микроорганизмов, физические и химические свойства почвы, ППК, дисперсность, на условия роста растений и

действие удобрений. От состава обменных катионов в значительной мере зависит состав почвенного раствора, водно-воздушный и питательный режимы. В большинстве почв в составе обменных катионов преобладает Ca^{2+} (на него приходится 85–90 %), второе место занимает Mg^{2+} и значительно меньшее количество приходится на Na^+ и K^+ [4].

В качестве объектов исследования были взяты образцы черноземов южных по КиДП, 1977 г. [3] или агрочерноземов текстурно-карбонатных и агрочернозема текстурно-карбонатного постагрогенного по КиДПР, 2004 г. [2]. Образцы были отобраны из почв западной, восточной пашен и лесополосы полигона «Белые пруды». Исследованы данные, полученные из 3 разрезов почв (24 образца).

Цель исследования состояла в том, чтобы выявить как повлияла посадка полезационных лесонасаждений на обменные основания.

Определение обменных оснований проводилось по методу Шмука [1].

Под влиянием полезационных лесонасаждений южные черноземы развиваются в сторону типичных и выщелоченных черноземов. При этом происходит как возрастание, так и снижение содержания обменных катионов. Сумма обменных оснований на глубине 0–5 см возрастает на 31 % с 40.0 смоль/кг в пахотных почвах до 58.4 смоль/кг в лесной почве, содержание обменного магния на глубине 0–10 см лесной почвы возрастает на 61 % с 5.2 до 13.2 смоль/кг. Возрастание содержания обменных катионов происходит вследствие подстилкообразования и увеличения содержания гумуса. Также происходит снижение содержания обменных катионов. Сумма обменных оснований на глубине 0–15 см лесной почвы понижается на 33 % с 58.4 до 39.2 смоль/кг, содержание обменного магния на глубине 10–15 см лесной почвы понижается на 54 % с 13.2 до 6.0 смоль/кг. Понижение содержания обменных катионов происходит вследствие выщелачивания. Почва под лесом промывается сильнее и глубже, чем почвы в открытой степи.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв / З.Г. Ильковская, Н.П. Бельчикова, Н.А. Панкова; отв. ред. чл.-кор. АН СССР А.В. Соколов, д-р с.-х. наук Д.Л. Аскинази. М.: Наука, 1965. – 436 с.

2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.

3. Классификация и диагностика почв СССР / сост. чл.-кор. ВАСХНИЛ В.В. Егоров, профессора В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. – М.: Колос, 1977. – 223 с.

4. Оценка изменчивости основных показателей плодородия черноземов / В.И. Воронин, В.В. Верзилин, П.С. Русинов и др. – М.: Агроконсалт, 2003. – Т. 2. – 310 с.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Митрофанова, Е.В. Тимофеев
ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград
mitrofanova-a@vfanc.ru, timofeev-e@vfanc.ru

Annotation. The article studies the physical properties of soils under artificial plantings. The relevance of the study of the assessment of the basic physical properties of soils of artificial forest plantations in the Volgograd region is due to the need to preserve and sustainably develop forest ecosystems in the region.

Волгоградская область расположена в засушливой зоне, для которой характерна интенсивная дефляция. Большая часть территории области занята сельскохозяйственными угодьями и защитными лесопосадками, для которые необходимы для обеспечения защиты почв от дефляции. Цель исследования – изучение физических свойств почв под искусственными лесопосадками для оценки выполнения ими почвозащитных функций.

Исследования проводились в Камышинском районе на северо-востоке Волгоградской области. Территория исследования представляет собой эолово-аккумулятивный ландшафт с лесной экосистемой (искусственные почвозащитные насаждения – сосняк злаково-разнотравный). Высота древостоя до 20 м, максимальный возраст древостоя – 119 лет.

Тип климата умеренно-континентальный, характеризуется активным ветровым режимом.

Почвы имеют двучленный профиль с погребенной каштановой агрогенной почвой. Верхний профиль представлен псаммоземом гумусовым. Наличие погребенного профиля обуславливает распределение физических свойств с глубиной. Более тяжелый по гранулометрическому составу погребенный профиль темно-каштановой почвы (с глубины 40 см) является причиной видимого увеличения влажности и незначительного увеличения плотности почвы. В целом исследованные почвы характеризуются уплотненностью, местами сильной уплотненностью

(более 1.6 г см^{-3}), низкой влажностью, (около 7–8 % на глубине 60 см) и хорошей водопроницаемостью поверхностного слоя почвы (более 8 см/час). Показано, что почвы межкронового пространства более подвержены процессам дефляции, чем почвы подкروновых пространств, о чем свидетельствует крайне малая доля илистой фракции (в среднем менее 8 %) и высокая доля физического песка (до 80 %), а также то, что наименьшая доля илистой фракции (1.7 %) приурочена непосредственно к поверхностному слою почв. В целом эти почвы характеризуются большей уплотненностью и не имеют выраженного гумусового горизонта. Иллювиальный горизонт также отсутствует по причине несформированности в силу значительного дефляционного песчаного слоя, выполняющего роль механического «сита» для тонкодисперсных частиц. Высокая доля физического песка, в том числе в поверхностных горизонтах свидетельствует о высокой дефляционной активности на данной территории и выполнении искусственных лесопосадок своих почвозащитных противодефляционных функций.

Работа рекомендована д.б.н., г.н.с., зав. лаб. А.В. Федотовой.

УДК 504.61

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ РЕКУЛЬТИВАНТА

А.Д. Морозов, Л.И. Лунегова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
aldmmo@mail.ru

The rapid accumulation of ash and slag waste continues in the world. It is necessary to study their properties more carefully for their prompt disposal.

Несмотря на стремительное развитие альтернативной энергетики, выработка основной доли потребляемой электроэнергии (до 80 %) осуществляется за счет использования ископаемых видов топлива. За счет роста потребности в электроэнергии, увеличивается и доля применяемых видов топлива, следовательно возрастает и нагрузка на состояние окружающей среды.

К одним из наиболее объемных источников загрязнения окружающей среды в сфере электроэнергетики относятся продукты сжигания угля – золошлаковые отходы. Данный вид отходов практически не утилизируется, основным способом обращения с ними является размеще-

ние на специально оборудованных площадках – золошлакоотвалах, которые по размеру зачастую исчисляются в десятках га.

Наиболее перспективным способом обращения с золошлаками представляется их применение в качестве рекультиванта с целью восстановления нарушенных земельных участков.

Для оценки применения золошлаков в качестве рекультиванта, авторы работы проводят исследования в части воздействия рекультивантов на основе золошлаковых отходов (искусственных почвогрунтов) на компоненты природной среды, с которыми эти рекультиванты в дальнейшем могли бы взаимодействовать. Проводится оценка влияния искусственных почвогрунтов с различной долей золошлаковых отходов (массовая доля ЗШО в формируемом почвогрунте 0, 1, 4, 8, 16, 32, 48, 64, 74, 84, 90, 100 %) на показатели жизнедеятельности организмов из разных трофических уровней – продуцентов (высшие растения), консументов (гидробионты, дождевые черви) и редуцентов (микробное сообщество), а также оценивается степени миграции загрязняющих веществ из сформированных субстратов атмосферными осадками.

С учетом изложенного, применяются следующие методы исследований искусственных почвогрунтов на основе ЗШО:

1) Биотестирование – оценка жизнедеятельности гидробионтов в водных вытяжках из субстратов;

2) Вегетационный опыт – оценка благоприятности субстратов на произрастание высших растений;

3) Субстрат-индуцированное дыхание – оценка интенсивности дыхания микробного сообщества;

4) Лизиметрический эксперимент – оценка степени миграции загрязняющих веществ из субстратов с водным стоком.

Результатом работ станет определение оптимальной дозы золошлаковых отходов в искусственном почвогрунте, при которой не будет наблюдаться негативного воздействия на живые и неживые компоненты природной среды.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. А.С. Горленко.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА МИГРАЦИИ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕННЫХ КАТЕНАХ ЧАРСКОЙ
КОТЛОВИНЫ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, КАЛАРСКИЙ РАЙОН)

С.В. Незнаева

Сибирский федеральный университет, Красноярск

sveta-neznaeva@mail.ru

The article presents the main results of the analysis of the migration of chemical elements in the soil catenas of the Charskaya basin.

Важность рассмотрения основных тенденций эколого-геохимической специфики миграции макро- и микроэлементов в ландшафтно-геохимических сопряжениях Чарской котловины выражается в слабой и недостаточной изученности химии почв Северного Забайкалья и в целом геохимической специфики территории, а также в увеличении антропогенной нагрузки вследствие возобновления эксплуатации горно-металлургического комбината «Удоканская медь». В связи с этим, цель исследования заключалась в определении ведущих особенностей эколого-геохимической специфики миграции химических элементов в почвенных катенах Чарской котловины.

Выделение характерных особенностей почвенно-геохимической структуры и специфики ландшафтов Верхнечарской котловины, проводилось с помощью почвенно-катенарного метода и метода расчета миграционных коэффициентов (радиальной (R) и латеральной (L) дифференциации). Общая специфика формирования радиальной почвенно-геохимической структуры горно-котловинных ландшафтов Чарского грабена, выражается в преобладании процессов рассеяния химических элементов в почвах катены района пгт. Новая Чара и в росте интенсивности среднего ($R=2-5$) и слабого ($R=1-2$) накопления в почвах катены Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»).

Ведущей особенностью эколого-геохимической специфики радиальной геохимической структуры почв пгт. Новая Чара, относящихся к альфегумусовому отделу (подбуры грубогумусированные, подзолы иллювиально-железистые, подбуры оподзоленные), является аккумуляция Со в рамках всей выделенной катены со значением коэффициента R-миграции $1.00 < R < 54.40$. Для почв текстурно-дифференцируемого (подзолистые типичные и дерново-подзолистые типичные) и органо-аккумулятивного (перегнойно-темногумусовые потечно-гумусовые) отделов в пределах катены Урочища «Чарские пески» характерна аккумуляция As, коэффициент R-миграции которого варьирует $1.00 < R < 3.00$.

По характеру латеральной дифференциации большинства рассматриваемых химических элементов в почвенных катенах Чарской котловины можно говорить об относительной однородности латеральной почвенно-геохимической структуры данной территории, выражающейся в увеличении доли концентрации макро- и микроэлементов в направлении от автономного ландшафта к подчиненному, и формировании её восходящего (асцендиального) вида.

В целом, наиболее распространенными типами радиальной почвенно-геохимической структуры фоновых ландшафтов Чарской котловины являются сочетание лессивированного и иллювиального типа в пределах катены пгт. Новая Чара, гумусово-элювиального и гумусово-иллювиального в рамках катены Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»).

Работа рекомендована к.г.н., доц. И.В. Борисовой.

УДК 631.4

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

А.Н. Ноян

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет, г. Уральск
aiyaaaa_n@mail.ru

The article deals with the granulometric composition of dark chestnut soils, different amounts of mechanical elements are revealed in the studied soils.

Исследованные почвы формируются в сухостепной зоне Западного Казахстана под низкорослой растительностью, на лёссовидных суглинках. Исследованы тёмно-каштановые почвы. Определение гранулометрического состава проводили по методу Н.А. Качинского. Определили следующие фракции: крупного и среднего песка, мелкого песка, крупной, средней и мелкой пыли, а также илистую фракцию. Результаты исследования представлены в таблице. Видно, что по гранулометрическому составу они супесчаные, тяжелосуглинистые и глинистые. В супесчаной почве содержится большое количество мелкого песка, его содержание в горизонте А₁ составляет 60.1 %, количество песчаной фракции составляет 72.4 %, вниз по профилю количество песчаной фракции увеличивается. В тяжелосуглинистых почвах содержание физической глины составляет 50.0 %, вниз по профилю его количество увеличивается. Максимальное количество физической глины характерно для глинистой почвы, где

содержание физической глины составляет 57.7%. Таким образом, необходимо отметить, что тёмно-каштановые почвы могут формироваться с различным гранулометрическим составом.

Таблица. Гранулометрический состав темно-каштановых почв.

Генетические горизонты, см	Размер механических элементов (мм) и их содержание (%)							Название почвы по гранулометрическому составу
	1.00–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	< 0.001	< 0.01	
Темно-каштановые супесчаные								
A ₁ (0–12)	12.3	60.1	11.9	4.8	5.0	5.9	15.7	Крупно-пылевато-песчаная
B ₁ (12–38)	7.6	69.3	10.5	3.5	4.4	4.7	12.6	
Темно-каштановые обычные тяжелосуглинистые								
A ₁ (0–14)	1.5	20.4	28.1	9.6	13.4	26.9	50.0	илловато-крупно-пылеватая
B ₁ (14–36)	1.6	19.8	23.0	2.4	18.6	34.6	55.6	
Темно-каштановые обычные глинистые								
A ₁ (0–12)	1.1	19.9	19.3	5.2	18.1	36.4	59.7	песчано-илловатая
B ₁ (12–38)	2.0	29.8	15.0	10.6	13.8	28.8	53.2	

Работа рекомендована к.с.-х.н., ассоц. проф. С.Ж. Рахимгалиевой.

УДК 631.4

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТОСТРАТОВ ЗОНЫ ВТОРИЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Т.М. Олюшин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, olushinti@gmail.com

In soils formed on the site of demolished residential buildings and containing a large amounts of fragments of building materials, the indicators of soil «respiration», catalase and urease activity are reduced compared to soils created from natural and agricultural soils.

Начиная с 2000-х годов в Перми активизировалось строительство. Новые жилые и торговые комплексы возводятся как на окраинах города, на месте бывших деревень и полей, так и в центральных райо-

нах, на месте снесенных домов. При сносе домов образуется много строительного мусора. Большая часть вывозится, но некоторая часть попадает в почву. В результате появляются техногенные горизонты, загрязненные строительным мусором. Возникает вопрос о способности таких почвоподобных конструкций оказывать экосистемные услуги.

Целью наших исследований было изучение некоторых химических свойств почв, сформированных на месте снесенных старых домов, а также их биологической активности.

Объектами исследования были почвы площадок на месте снесенных домов, а также почвогрунты, сформированные на окраинах города из естественных и агропочв. В образцах почв определили некоторые физико-химические свойства общепринятыми методами, а также почвенное «дыхание» по Галстяну, активность каталазы перманганатометрически по Джонсону-Темпле и активность уреазы колориметрически с реактивом Неслера.

Все описанные почвенные профили можно отнести к ТПО, литостратам, согласно Классификации почв России 2004 г. Перемешанные почвогрунты с обломками строительных материалов и бытового мусора мы определили как техногенные горизонты ТСН.

Горизонты ТСН имеют до 50–60 % включений, в основном обломков строительных материалов: шлакоблока, битого кирпича, щебня, бетона. Включений гораздо меньше (5–7 %) в почвогрунтах, сформированных из естественных и агропочв на окраине города.

Большинство исследованных площадок после сноса домов оставлены для самозаращения. В поверхностных слоях (0–3 см) начались процессы гумусообразования. Среднее содержание органического углерода в них составило 1.71 ± 0.21 %, резко убывало с глубиной. В горизонтах ТСН реакция среды слабощелочная и щелочная. Кислая реакция среды встретилась только в погребенных срединных горизонтах естественной почвы. Содержание карбонатов зависит от наличия и количества обломков строительных материалов, варьирует от долей процента до 4 %.

Показатели почвенного «дыхания» и каталазная активность максимальны в поверхностных (0–3 см) слоях почвы. Отмечено снижение «дыхания», каталазной и уреазной активности в почвогрунтах на месте снесенных домов по сравнению с почвогрунтами, сформированными из естественных почв. Отмечена отрицательная корреляционная связь между реакцией среды и почвенным «дыханием».

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

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ
ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

В.А. Павлова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, PAVVTA@yandex.ru

The paper reveals the problems of soil degradation in agricultural use. The deterioration of the physical properties of the soil in the field was revealed – the destruction of the structure, an increase in the density and density of the solid phase, a decrease in total porosity compared with the virgin area.

В настоящее время проводимые исследования сплошного агрохимического обследования и мониторинга плодородия почв Саратовской области показали ухудшение агрофизических свойств. В связи с чем возникла необходимость оценки физического состояния почв (структура, плотность, плотность твердой фазы, пористость) при сельскохозяйственном использовании.

Исследования проводились в 2023 г. в КФХ «Рыбкин Н.А.» Екатериновского района Саратовской области. Объектом исследований была почва – чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирались по общепринятым методикам на поле, где выращивали кукурузу, и с прилегающей территории на целинном участке.

Результаты исследований показали, что почва, отобранная с поля, имела пылевато-комковатую структуру, а с целинного участка – комковато-зернистую.

Максимальное количество мезоструктуры было в целинной почве. Оно составило 83 %, что выше на 18 %, чем на поле. Содержание макроструктуры практически не отличалось на поле и целине. Сельскохозяйственное использование почв привело к значительному увеличению микроструктуры (28 %), которая способствовала распыленности и иссушению верхнего слоя, что повлияло на коркообразование, ухудшение водного режима и снижение урожайности культур. Наибольший коэффициент структурности, показывающий отличное агрегатное состояние, имеет почва на целинном участке (4.88).

Сельскохозяйственное использование почв привело к изменению их плотности. На поле с посевом кукурузы плотность и плотность твердой фазы почвы была выше, чем на целинном участке – 1.23 г/см^3 и

2.62 г/см³, соответственно, против 1.06 г/см³ и 2.45 г/см³, что связано с агрегатным составом почвы. Общая пористость почвы на поле составила 53 % и характеризуется как удовлетворительная для пахотного слоя, а на целинном участке – 57 % и является отличной.

Таким образом, при сельскохозяйственном использовании почв отмечалось ухудшение физических свойств, что необходимо учитывать при выращивании сельскохозяйственных культур. Для сохранения и восстановления структуры пахотных черноземов обыкновенных необходимо проводить комплекс мероприятий: обязательное соблюдение севооборота, внесение органических удобрений, посев сидератов и многолетних трав. Внесение только минеральных удобрений под культуры к повышению потенциального плодородия не приводит.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия» В.И. Губовым.

УДК 631.422

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ПАРКОВ Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ РАСТЕНИЙ

Е.А. Парамонова, А.К. Шерстнев

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
keito.paramonova@mail.ru

In this paper, soil pollution of Rostov-on-Don parks has been assessed by using chemical and biological testing method. Ecological and chemical pollution assessment of soils and detected correlations between genotoxicity degree and content of heavy metals were conducted.

В связи с ускоряющимся ростом индустриализации и урбанизации почва загрязняется различными веществами, в том числе и тяжелыми металлами. Большие концентрации тяжелых металлов могут вызывать как токсическое, так и мутагенное влияние, которое может выражаться в виде различных генетических заболеваний растений и животных, включая человека. Поэтому особо важно сохранять качество почв, ведь от их экологического состояния будет зависеть здоровье населения.

Объектами исследования являлись поверхностные горизонты почв парков г. Ростов-на-Дону. Отбор образцов производили на глубине 0–10 см. Определение валового количества тяжелых металлов было выполнено рентгенофлуоресцентным методом. Оценка степени химиче-

ского загрязнения проводилась с использованием предельно допустимых концентраций (ПДК), суммарного показателя загрязнения (Zс) и суммарного показателя токсического загрязнения (СПТЗ) [2]. Цитогенетический анализ проводили по стандартной методике Allium test [3]. За контроль принимались растения, пророщенные на дистиллированной воде. Экологическую оценку почв давали на основании документа [1].

В большинстве почв парков г. Ростов-на-Дону наблюдалось превышение ПДК свинца и цинка, лишь в одном образце было превышение ПДК меди. Все исследованные образцы как по показателю Zс, так и СПТЗ соответствуют категории загрязнения, характеризующейся как «допустимая», но несмотря на это, при оценке экологического статуса большая их часть имела неудовлетворительное состояние, а остальные образцы имели относительно удовлетворительное состояние. Вероятно, это связано с тем, что данные парки расположены близ улиц с высоким автомобильным трафиком.

При проведении корреляционного анализа была выявлена сильная положительная связь между частотой мутаций и содержанием цинка, свинца и кобальта.

Таким образом, несмотря на то, что химический анализ показал, что почвы парков г. Ростов-на-Дону имели допустимую категорию загрязнения тяжелыми металлами, при цитогенетическом тестировании были выявлены многочисленные мутации, которые указывали на неудовлетворительное состояние большинства почв.

Литература

1. Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы. – М., 2006.
2. СанПиН 2.1.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: 2021.
3. Fiskesjö G. The Allium test as a standard in environmental monitoring // Hereditas., 1985. Vol. 102. P. 99–112.

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

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОГРЕБЕННЫХ
ПОЧВ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ г. ПЕРМИ

П.А. Пьянкова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, pyyankova@gmail.com

The structure and properties of buried organic horizons in the central part of Perm reflect the characteristics of land use, building materials, and organic fertilizers. In buried organic horizons, biological activity is reduced and the content of organic matter stabilizes.

Органическое вещество, сформированное в процессе хозяйственной деятельности человека, является неотъемлемым компонентом городских почв. Изучение органического вещества погребенных городских почв позволит выявить тренды почвообразования в условиях урбо-экосистем.

Целью нашей работы было изучение органического вещества погребенных почв жилых районов г. Перми.

Погребенные органогенные горизонты исследовали в почвах центральной части города, вскрытых при археологических раскопках. Полевой этап исследований проводился совместно с сотрудниками Камской археологической экспедиции, а также ООО «Экспедиция» под руководством И.А. Казмирчука.

Было исследовано 9 погребенных органогенных горизонтов. В образцах почв определили: рН_{водн.} – потенциметрически; содержание карбонатов – ацидиметрическим титрованием; содержание органического углерода – по Тюрину; содержание подвижных фосфатов – фотометрически в вытяжке по Мачигину; почвенное «дыхание» – по Галстяну; активность уреазы – фотометрически после разложения мочевины с реактивом Несслера; активность инвертазы – колориметрическим определением сахаров по Бертрану после внесения сахарозы.

Органогенные горизонты погребенных почв представлены погребенными серогумусовыми горизонтами зональных почв либо агрогумусовыми/постагрогенными горизонтами, что обусловлено типом застройки (преимущественно малоэтажная, часто деревянные дома с приусадебными участками) и функциональным использованием почвенного покрова в ранние периоды истории города. Мы не обнаружили погребенных торфяных горизонтов RT, которые часто встречаются в зоне современной жилой застройки на поверхности квазиземов.

Погребенные органогенные горизонты имеют преимущественно нейтральную реакцию среды, среднее содержание $C_{орг.}$ (3–5 %). Содержание карбонатов в среднем составило 1.07 ± 0.2 %. Карбонаты могут попадать в почву с золой, которую применяли как удобрение, частично – из верхних современных слоев в условиях промывного водного режима; горизонты С исследованных почв либо бескарбонатны (древнеаллювиальные пески и супеси), либо содержат доли процента CO_2 (элювиально-делювиальные суглинки). Содержание подвижных фосфатов очень высокое, в среднем 32 мг/100 г почвы, что в целом характерно для почв поселений и объясняется применением органических удобрений (навоза), золы, а также привносом органического мусора.

В погребенных органогенных горизонтах интенсивность почвенного «дыхания» крайне невысока, как и активность инвертазы, однако присутствует некий максимум в профиле на уровне погребенных органогенных горизонтов. Уреазная активность в погребенных органогенных горизонтах сильно варьировала, в среднем составила 14.44 ± 1.91 мг $N-NH_4$ на 10 г почвы за 24 ч.

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

УДК 631.412

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ДЫХАНИЕ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

М.Б. Рюмин

Иркутский государственный университет, maksim.ryumin@mail.ru

The determination of the mass fraction of petroleum products in soils contaminated with oil and diesel fuel at different concentrations has been performed. Washing with twin-80 decrease in the mass fraction of petroleum products compared to oil-contaminated soil samples. An assessment of the respiration rate of oil-contaminated soils allowed us to establish that after bioremediation, the respiration rate increased.

В настоящее время урбанизация территорий приобрела глобальные масштабы. Одним из основных ее процессов считают загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами (Рапа, 2010, Rumin, 2023).

Поэтому целью работы являлась оценка изменения интенсивности дыхания нефтезагрязненных субстратов с разной степенью концентрации нефтепродуктов.

В ходе исследования массовая доля нефтепродуктов в контрольном образце светло-серой лесной среднетощей почвы, составила 0.1 мг/г. При добавлении дизельного топлива гост Евро-5 летнее АНХК в концентрациях 50 мл/кг, 150 мл/кг и 300 мл/кг массовая доля нефтепродуктов увеличилась до 10.8 мг/г, 12.6 мг/г и 15.3 мг/г, соответственно. После промывки твином 80 в дозе 5 г/л массовая доля нефтепродуктов загрязненных образцов почвы (50 мл/кг, 150 мл/кг и 300 мл/кг) снизилась до 6.3 мг/г, 8.8 мг/г и 10.7 мг/г, соответственно. Показатели массовой доли нефтепродуктов в образцах почвы загрязненной сырой нефтью Марковского месторождения Иркутской области 50 мл/кг, 150 мл/кг и 300 мл/кг были равны 11.2, 22.2 и 44.5 мг/г. Промывка твином-80 в дозе 5 г/л снизила значения до 8.0 мг/г при 50 мл/кг, до 19.1 мг/г при 150 мл/кг и до 41.4 мг/г при 300 мл/кг.

Под дыханием почвы понимают интенсивность эмиссии углекислого газа из почвы, которая определяется скоростью процессов биодеструкции органического вещества в почве (Наумов, 2008). Дыхательная активность в контрольных образцах почвы, без нефтяного загрязнения была наибольшей и составила 0.76 мг/ч. При добавлении дизельного топлива (50 мл/кг, 150 мл/кг и 300 мл/кг) она уменьшилась до 0.62 мг/ч, 0.42 мг/ч и 0.33 мг/ч, соответственно. Промывка твином-80 сократило разницу с контрольным образцом почвы до 0.09 мг/ч при 50 мл/кг, до 0.28 мг/ч при 150 мл/кг, и до 0.41 мг/ч при 300 мл/кг. Обработка сырой нефтью в концентрациях 50 мл/кг, 150 мл/кг и 300 мл/кг привела к уменьшению дыхания на 0.5 мг/ч, 0.6 мг/ч и 0.6 мг/ч по сравнению с контролем. После промывки показатели повысились и стали выше на 0.06 мг/ч (50 мл/кг), на 0.09 (150 мл/кг) и на 0.08 (300 мл/кг), однако остались ниже контроля.

Таким образом, при равных концентрациях сырой нефти и дизельного топлива, наиболее отрицательное воздействие на свойства и биологическую активность светло-серой лесной среднетощей почвы оказывает сырая нефть. Промывка твином-80 в концентрации 5 г/л в нефтезагрязненных образцах почвы была менее эффективна, чем промывка образцов содержащих дизельное топливо. Результаты экспериментов показали, что при загрязнении почв нефтью и дизелем интенсивность выделения CO_2 снижается.

Литература

1. Наумов А.В. Дыхание почвы: составляющие, экологические функции, географические закономерности. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 207–208 с.

2. Papa S. et al. Microbial activities and trace element contents in an urban soil // Environ. Monit. Assess. – 2010. – Vol. 165. – P. 193–203. DOI: 10.1007/s10661-009-0938-1.

3. Rumin M.B. et al. Effect of oil and surfactants on changes in some physical properties of soils // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, Vol. 1229. № 1. P. 012039. DOI: 10.1088/1755-1315/1229/1/012039.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.Г. Лопатовской.

УДК 631.435

ОЦЕНКА СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ И
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ
ПОЧВ ТЕМИРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПОСЛЕ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

М.А. Сатыбалдин

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,
satybaldin.maksat@mail.ru

The article examines the influence of elm plantings of different ages on the structure of light chestnut soils and changes in granulometric composition. The soil structure was assessed by «dry» sifting according to the method of N.I. Savinova. Granulometric analysis of the soil was carried out according to the method of N.A. Kachinsky.

Для изучения влияния лесомелиоративных насаждений на строение и состав светло-каштановых почв было заложено 4 почвенных разреза на территории Темирского лесного хозяйства в чистых насаждениях вяза и на целине: P1 – возраст насаждения 33 года, P2 – возраст насаждения 50 лет, P3 – возраст насаждения 61 год, P4 – целина.

Согласно полученным данным сухого просеивания показатель структурности в почвах варьирует от 0.13 % (в горизонте В, P4) до 11.53 % (в горизонте А, P3) (рис. 1). Наиболее хорошее структурное состояние имеет почва под насаждениями вяза возрастом 61 год. В целом, структурное состояние под насаждениями значительно лучше, чем на целине и чем дольше оказывалось лесомелиоративное воздействие, тем заметнее это сказалось на структуре почвы. Коэффициент структурности на всех пробных площадях резко ухудшается к нижележащим горизонтам.

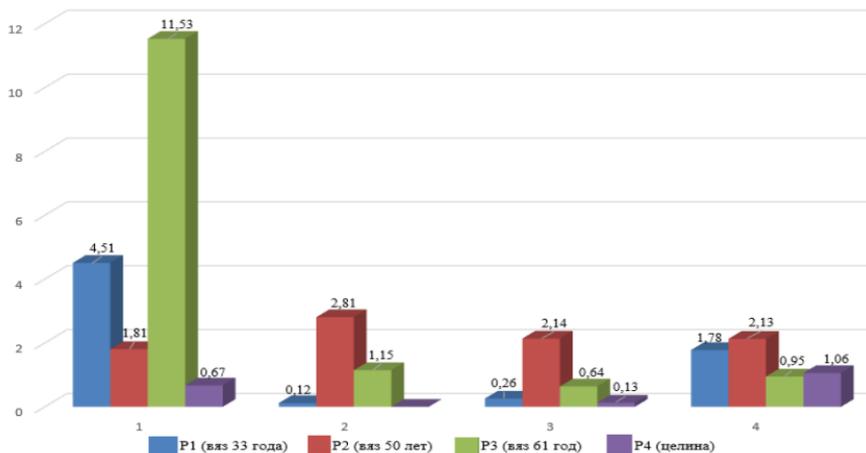


Рисунок 1. Оценка структурного состояния почв по «сухому» методу.

Анализируя данные по водоустойчивости структуры (рис. 2), можно отметить, что содержание суммы агрегатов >0.25 мм получилось относительно равномерным, кроме насаждения возрастом 61 год.

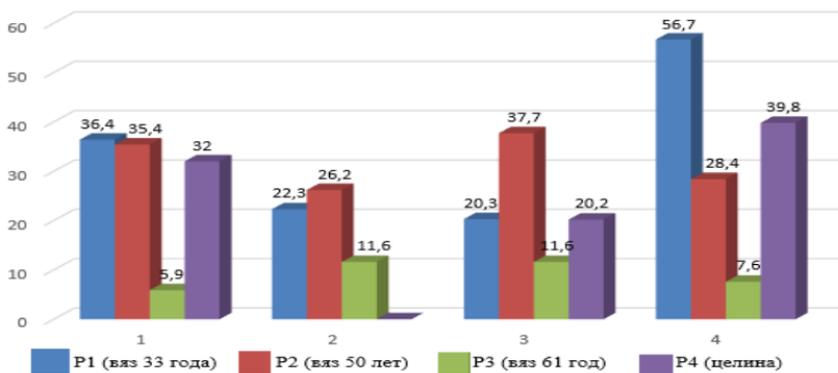


Рисунок 2. Оценка структурного состояния почв по «макрому» методу.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, улучшение гранулометрического состава происходит в верхних горизонтах, а к нижележащим горизонтам почва приобретает тяжелосуглинистый и глинистый характер. При оценке структурного состояния почв можно отметить большее влияние растительного покрова нежели гранулометрического состава.

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

Humic substances are products of natural biosynthesis. Humic acids contain various functional groups in their structure. The aim of the work is to study the products of hydrolyzate of humic acids of peloids by gas chromatography-mass spectrometry. The hydrolyzed solution of humic acids has a diverse components.

Гуминовые вещества образуются вне живых организмов из растительных и животных остатков. Гуминовые кислоты (ГК) содержат разнообразные функционалы: карбоксильные, альдегидные, алкоксильные, аминные и амидные, а также спиртовые и фенольные гидроксилы. Состав пелоидов мало изучен, в то время как точные данные могут помочь в их стандартизации и определении фармакоактивности. Поэтому целью работы стало определение состава продуктов гидролизата гуминовых кислот пелоидов методом газовой хромато-масс-спектрометрии.

Объектом исследования служили гуминовые кислоты низкоминерализованных иловых сульфидных грязей (ГК пелоида) санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России, пос. Серноводск, Самарская область. Исследования образцов проводили методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на хроматографе Agilent 7890 А с масс-селективным детектором 5975С. На рисунке представлена хроматограмма гуминовых кислот пелоида.

В результате анализа установлено, что в гидролизате ГК преобладают компоненты кислотной фракции – как жирные низшие, так и высокомолекулярные насыщенные и ненасыщенные одно- и двухосновные кислоты: пропановая, додекановая, неадекановая, тридекановая, миристиновая, бегеновая, тетракозановая, пентакозановая, церотиновая, хенейкозановая, лауриновая, цис- и транс-олеиновая, эйкозановая, янтарная, бутандиовая, пентандиовая, гександиовая, субериновая, себациновая, яблочная, метоксигептандиовая, пальмитолеиновая, хинная. Ароматические карбоновые кислоты представлены производными коричной, кофейной, бензойной, 1,4-бензолдикарбоновой кислот.

В образце обнаружены следы эфиров кислот: моно(2-этилгексил)-1,2-бензолдикарбоновой, бис(2-метилпропил)-1,2-бензолдикарбоновой, 1,2-бензолдикарбоновой, метилэтилпальмитовой.

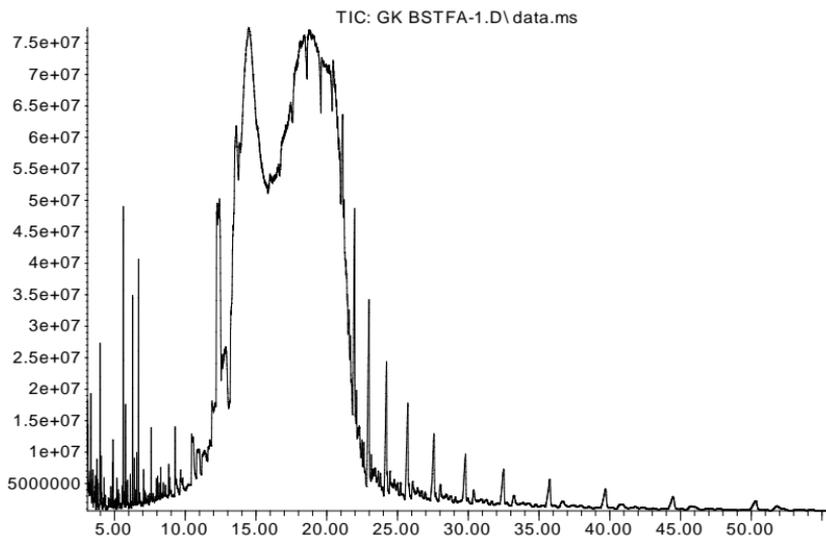


Рисунок. Хроматограмма газовой хромато-масс-спектрометрии гуминовых кислот пелоида.

Состав спиртовой группы представлен высокомолекулярными соединениями: борнеол, лауриловый, миристиновый, цетиловый.

Таким образом, ГК, выделенные из низкоминерализованных иловых сульфидных грязей, имеют разнообразный компонентный состав, что свидетельствует об их высокой биологической активности.

Работа рекомендована д.с.-х.н., в.н.с. Е.В. Александровым.

УДК 631.41

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТПО
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛОВ КИЗЕЛОВСКОГО
УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

Н.С. Султанова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, natasulta777@gmail.com

The technogenic surface formation (TSF) of recultivated dumps of KCB has been investigated. Lithostrats are weakly acidic, the embryonic soil has an alkaline reaction, with the depth of acidity TSF increasing. The content of organic matter in lithostrats is low 1–3 %, increases with depth 2–3 times. The embryonic soil has a Corg is about 12 %. The mobility of heavy metals is low. TSF have a clay granulometric composition.

Кизеловский угольный бассейн (КУБ) расположен в восточной части Пермского края в пределах 4 муниципальных районов. Площадь бассейна около 1500 км². КУБ ликвидирован в начале 2000-х годов, на его территории насчитывается более 100 отвалов.

Объекты исследования – техногенные поверхностные образования (ТПО) отвалов КУБа. Отвалы были рекультивированы 4–25 лет назад. При выколаживании отвалов и отсыпке глинистого материала на их поверхность образовались литостраты; при измельчении верхнего слоя отвала и добавления гашенной извести образован эмбриозём. ТПО отобраны по слоям с шагом 10 см, глубина прикопок около 30 см. В ТПО определены рН водный и солевой, активность Cd, Zn и Cu потенциометрически, гранулометрический состав – по методу пипетки Н.А. Качинского, содержание органического углерода – по И.В. Тюрину с фотометрическим окончанием. Фитотестирование поверхностных слоев с использованием кресс-салата и контроля на вермикулите.

Кислотность почвенной среды литостратов варьировала от сильнокислой до слабокислой (рН_{вод}=4.1–6.8; рН_{сол}=3.2–5.3), при этом кислотность ТПО с глубиной увеличивалась в связи с наличием кислых вскрышных пород отвала. Верхние слои эмбриозема – слабощелочные (рН_{вод}=7.8), с глубиной кислотность также возрастала.

Наибольшее содержание органического углерода (измерение проведено согласно ГОСТ 26213-2021) обнаружено в эмбриозёме около 12 %, что связано с наличием углистых частиц. В литостратах содержание органического углерода варьирует от 1 % до 3 % в верхних слоях. При этом варьирование между слоями весьма значительное от 1 до 8 %, максимально содержание органического углерода обнаружено в слоях ТПО над породным отвалом.

Плотность твердой фазы и гигроскопическую влажность определяли для изучения гранулометрического состава. Плотность твёрдой фазы исследованных ТПО соответствует гумусовым суглинистым и глинистым горизонтам. Гигроскопическая влажность варьирует от 1.62 до 5.41 %.

Изученные литостраты характеризовались глинистым и суглинистым гранулометрическим составом, эмбриозём – глинистым, соотношение физического песка и физической глины 40:60. Следует отметить наличие большого количества включений в нижних слоях литостратов в виде угля, гальки и других минералов. В эмбриозёме преобладала песчаная фракция, представленная мелко размельчённым материалом породного отвала и углями.

Подвижность тяжелых металлов (Cd, Zn, Cu) в ТПО низкая, но с глубиной увеличивается в 1.5–3 раза. Увеличение подвижности связано

с увеличением кислотности в нижних слоях ТПО. Между активностью меди и рНвод выявлена сильная регрессионная связь $R^2 = 0.9385$.

Показатели высоты и массы тест-культуры показали, что поверхностные слои ТПО находятся в удовлетворительном состоянии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00324, <https://rscf.ru/project/24-27-00324/>.

Работа рекомендована научным руководителем к.б.н., доц. кафедры физиологии растений и экологии почв ПГНИУ Н.В. Митраковой.

УДК 631.417.1

ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО БУРОЗЕМОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

В.В. Сердюк

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
lerases01@gmail.com

Labile organic matter (LOM) and soluble organic matter (SOM) content of the borozems under different plant associations were determined. It is shown that plant associations affect the organic matter composition.

Для бурых лесных почв юга Дальнего Востока характерно значительное разнообразие морфогенетического строения. Это связано с особенностями их формирования – расположением в прибрежной зоне с непосредственным влиянием Тихого океана, климата и горного рельефа Сихотэ-Алиня. Несмотря на многочисленные исследования, в классификации бурых лесных почв существуют некоторые трудности, поэтому необходимо дальнейшее изучение свойств буроземов, в том числе и лабильного органического вещества (ЛОВ).

Цель: оценить содержание ЛОВ в буроземах, расположенных на юге Приморского края (Уссурийском округе и Надеждинском р-не) под разной растительностью.

Объектами исследования выбраны буроземы на элювиально-делювиальных отложениях, расположенные на юге Приморского края (в Уссурийском городском округе и Надеждинском р-не): Разрез № 1 Бурозем темный типичный маломощный легко-среднесуглинистый, под хвойно-широколиственным лесом. Разрез № 2 Бурозем глееватый мелкий легко-средне-тяжелосуглинистый и Разрез № 4 Бурозем типичный крайне мелкий легко-средне-тяжелосуглинистый под широколиственным лесом. Разрез № 5 Бурозем типичный мелкий легко-среднесуглинистый под разнотравьем.

Методы исследования. Лабильные гумусовые вещества (ЛГВ) определены в 0.1 н вытяжке NaOH по методике Почвенного института с предварительным компостированием, содержание углерода водорастворимого органического вещества (ВОВ) – в последовательных вытяжках по Ghani A.C. et al. (2003).

Проведенные исследования показывают, что во всех 4 почвах содержание углерода ВОВ уменьшается с глубиной. Наибольшее содержание ВОВ в верхнем горизонте отмечено в почве (0.11 %) под хвойно-широколиственным лесом (разрез № 1), наименьшее (0.05 %) – под разнотравьем (разрез № 5). Это объясняется, возможно, большим поступлением растительной биомассы в хвойно-широколиственном лесу разреза № 1, и более легким гранулометрическим составом разрезов № 5 и № 1 по сравнению с разрезами № 2 и № 4, соответственно более быстрым вымыванием из профиля водорастворимых соединений. В лабильных гумусовых веществах преобладают гуминовые кислоты (ЛГК) в гумусовых горизонтах буроземов (разрезы № 2, 4), с более тяжелым гранулометрическим составом. В остальных почвах для гумусовых горизонтов характерно преобладание лабильных фульвокислот (ЛФК). Значения pH колеблются в пределах 5.08–6.75 ед. во всех горизонтах.

Литература

Ghani A., Dexter M., Perrott K.W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil Biology & Biochemistry* 35, 2003, p. 1231–1243.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. М.С. Розановой.

УДК 631.41:631.85:631.95

ПОДВИЖНОСТЬ РАДИЯ-226, УРАНА-238, ТОРИЯ-232 В АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ

А.Р. Тамразова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

anna.tamrazova2014@gmail.com

A study was carried out of the forms of ^{226}Ra , ^{238}U and ^{232}Th in agrosoddy-podzolic and soddy-podzolic forest soils of the Moscow region, and in agro-gray and gray soils in Tula Zasek. The results showed higher activities of these natural radionuclides in cropland compared to forest soils due to the use of phosphorus fertilizers.

Исследование форм нахождения тяжелых естественных радионуклидов в почвах имеет большое значение для понимания процессов

миграции и аккумуляции радиоактивных элементов в природной среде и позволяет оценить их влияние на здоровье человека.

Целью данного исследования было изучение форм нахождения ^{226}Ra , ^{238}U и ^{232}Th в агродерново-подзолистой и агросерой почвах и сравнение их с почвами под лесом.

Объектом исследования послужили пахотные горизонты дерново-подзолистой почвы на пашне и верхние горизонты почвы под лесом в Московской области, а также и серой почвы на пашне и под лесом в Тульской области. Изучение форм нахождения тяжелых естественных радионуклидов (ТЕРН) проводилось методом последовательной экстракции Ф.И. Павлоцкой.

Полученные результаты показали, что в пахотном горизонте наибольшее содержание ТЕРН сосредоточено в минеральном остатке в обеих типах почв. По сумме подвижных фракций (водорастворимой, обменной и собственно подвижной) ТЕРН выстраиваются в ряд $^{226}\text{Ra} > ^{232}\text{Th} > ^{238}\text{U}$ в дерново-подзолистых почвах и $^{226}\text{Ra} > ^{238}\text{U} > ^{232}\text{Th}$ в серых почвах.

В пахотном горизонте агродерново-подзолистой почвы запас суммы подвижных фракций ^{226}Ra в 2.2 раза выше, чем в соответствующем корнеобитаемом слое почвы под лесом. Запас суммы подвижных фракций ^{238}U в 3.6 раза выше, чем в гумусовом горизонте почвы под лесом, а содержание ^{232}Th в 3.3 раза больше в почве под лесом.

В агросерой почве запас подвижных фракций ^{226}Ra в пахотном горизонте в 1.9 раз больше, чем в гумусовом горизонте почвы под лесом. Запас ^{238}U в 4.3 раза выше, а ^{232}Th в 3.8 раза больше, чем в серой почве под лесом.

Увеличение активностей ТЕРН в почвах агроценозов указывает на прирост радионуклидов по сравнению с лесной почвой. Это является результатом дополнительного поступления радионуклидов в почву, вызванного продолжительным использованием фосфорных удобрений.

Результаты проведенного исследования показывают, что в отличие от других исследуемых радионуклидов ^{226}Ra наиболее подвижен. ^{238}U труднее выщелачивается, но также образует подвижные соединения. ^{232}Th способен к образованию труднорастворимых соединений.

Длительное и систематическое применение фосфорных удобрений в течение десятков лет вызывает накопление ТЕРН в пахотном слое почв. Эти элементы остаются доступными для растений и могут перемещаться в почве за счет их наличия в обменной и подвижной фракциях. Это может привести к потенциальному накоплению ТЕРН из почвы растениями, что может иметь отрицательное влияние на здоровье человека.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Д.В. Манаховым.

ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO₂ В КОНСТРУКТОЗЕМАХ ПОД
ГАЗОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ В УСЛОВИЯХ г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

И.В. Терехов, Г.Н. Носов

Южный федеральный университет

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,

Ростов-на-Дону, igor.terekhov@yandex.ru

Artificially created soil structures in the primary stages of urban pedogenesis: carbon emission dynamics and its correlation with temperature and humidity was studied.

Одной из наиболее приоритетных проблем в мире в последние несколько десятилетий стала проблема глобального потепления. В связи с этим, задача улучшения экологического состояния городов стоит довольно остро [1]. В отличие от древесных и кустарниковых зеленых насаждений, орошаемые газонные покрытия не являются хорошими депонентами углерода, так как в процессе ухода за ними в атмосферу выделяется относительно большое количество CO₂ [2].

Основной целью данной работы является изучение динамики эмиссии CO₂ в искусственных конструктоземах под газонными покрытиями. Объектом исследования выступал созданный на территории ботанического сада ЮФУ почвенный стационар, где представлены различные варианты почвенных конструкций. Газонные покрытия на всех конструкциях были идентичны и представлены следующими злаковыми травами – мятлик луговой, овсяница красная и плевел многолетний.

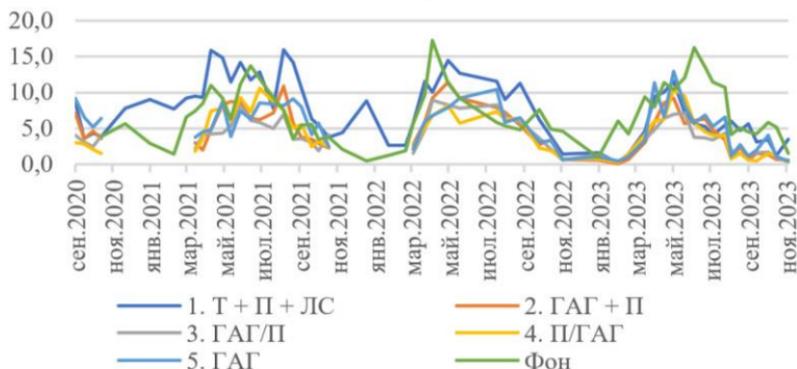


Рисунок. Сезонная динамика эмиссии CO₂ (г C м⁻² · сут⁻¹) для всех исследуемых площадок (Т – торф, П – песок, ЛС – лессовидный суглинок, ГАГ – гумусово-аккумулятивный горизонт чернозема).

Из всех получаемых данных наибольший интерес представляют те, что получены во время замеров в период активной вегетации (весна, лето, осень). В результате исследования были получены коэффициенты зависимости эмиссии CO₂ от влажности в корнеобитаемом слое ($\rho = -0.25$) и температуры на 1 см ($\rho = 0.58$) и на 10 см ($\rho = 0.57$). Также было обнаружено, что на конструкциях 1 (рис.) интенсивность эмиссии с течением времени снижается, что связано с разложением торфа, содержащегося в них. На остальных площадках такой тенденции замечено не было.

Литература

1. Васенев В.И. и др. Анализ потоков и запасов углерода почвенных конструкций на основе торфо-песчаных смесей для оценки устойчивости газонных экосистем // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 82–84.

2. Zhang Y. et al. Is urban green space a carbon sink or source? – A case study of China based on LCA method // Environmental Impact Assessment Review. – 2022. – Т. 94. – С. 106766.

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

УДК 631.421.2

ОСОБЕННОСТИ ПОСТАНОВКИ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВЛИЯНИЮ ПЛОТНОСТИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

М.В. Тимофеева

ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Москва
mtimofeeva02@gmail.com

In the laboratory experiment, we examined the optimal for the functional diversity and activity of soil microbiota bulk density for the arable horizons. We also noted the advantages and disadvantages of such experiments. The optimum density for soil microbiological activity is 1.1–1.2 g·cm⁻³ for Chernozem and 1.2–1.3 g·cm⁻³ for Retisol.

Одним из физических факторов, определяющих активность микроорганизмов в почве, является плотность сложения горизонтов. Переуплотнение почвы приводит к уменьшению объема крупных пор, нарушению миграции влаги и веществ и снижению их доступности для микроорганизмов. Целью нашей работы явилось установление оптимальной для роста и развития микроорганизмов плотность в рамках модельного

эксперимента на образцах пахотных горизонтов агрочернозема и агродерново-подзолистой почвы.

Для построения микрокосмов с разной плотностью (от 1.0 до 1.4 г·см⁻³) использовали полипропиленовые плотно закрывающиеся крышками цилиндры диаметром 7.9 см и высотой 10.2 см. Необходимую плотность задавали путем последовательного одноосного ограниченного сжатия трех предварительно смоченных слоев почвы. Почвенный образец (217 г абсолютно сухого вещества) и растительный материал (1.0 г сухих листьев кукурузы) тщательно перемешивали, помещали в сосуд, увлажняли, утрамбовывали до необходимой плотности и повторно увлажняли. Содержание влаги во время эксперимента поддерживали в пределах 0.4–0.6 от общего объема пор и контролировали взвешиванием. Все микрокосмы инкубировали при температуре 20 °С в течение 70 (агрочернозем) или 245 (агродерново-подзолистая почва) дней. В ходе эксперимента определяли ряд микробиологических параметров – базальное дыхание, ферментативную активность, углерод микробной биомассы, содержание водноэкстрагируемого углерода, численность разных групп микроорганизмов. Отбор проб для проведения анализов осуществляли с помощью трубчатого пробоотборника (диаметром 15 мм) по всему профилю микрокосма. Полученное отверстие закрывали материалом, устойчивым к биологическому разложению, чтобы не менялись условия аэрации и испарения.

Достоинством подобного рода экспериментов является возможность оценить влияние конкретного фактора, нивелировав другие. Из недостатков можно отметить избыточную «идеализацию» условий, не характерную для реальности. Согласно рассмотренным показателям границы оптимума плотности с позиции микробиологической активности для агрочернозема составляют 1.1–1.2 г·см⁻³, а для агродерново-подзолистых почв – 1.2–1.3 г·см⁻³.

Работа выполнена в рамках государственного задания № FGUR-2022-0013 «Изучить устойчивость структуры, порового пространства, гидрологических свойств и комплекса закономерностей изменений минералогических и микроморфологических показателей почв к изменению природных и антропогенных факторов».

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с., зав. лаб. физики и гидрологии почв А.В. Юдиной.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ
ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ МЕТОДОМ АЭС-ИСП

Р.Д. Глеужанова

Санкт-Петербургский государственный университет

st091194@student.spbu.ru

The regulatory documents describe the determination of mobile forms of elements by direct analysis of extract using the ISP-OES. Experimentally, an underestimation of the results in direct analysis was revealed due to the matrix effect of the sample, which can be eliminated by digestion or dilution.

Почва, обладая хорошей сорбционной способностью, удерживает в себе различные токсичные элементы и контролирует их перенос в природные воды, а также в питательную среду растений. Одними из загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ), которые даже в незначительных количествах оказывают негативное воздействие на живые организмы. Наибольшую опасность представляет их подвижная форма. Классические методы определения подвижных форм ТМ в почве заключаются в извлечении их ацетатно-аммонийным буферным раствором с последующим определением различными методами, в том числе и атомно-эмиссионной спектроскопией с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). В настоящее время АЭС-ИСП широко используется в лабораториях по причине своей высокочувствительности, многоэлементности и экспрессности. Но при анализе могут возникать спектральные и неспектральные помехи, среди которых наибольший вклад вносит матричное влияние почвенного экстракта. Экстракт из почвы содержит большое количество солей и органических соединений, которые присутствовали в почве, ацетатно-аммонийный буфер. В работе изучено влияние компонентов почвенной вытяжки на результаты анализа, установлены способы их нивелирования, а также оптимизирована схема определения подвижных форм элементов в почвах методом АЭС-ИСП.

Эксперимент на модельных растворах, имитирующих ацетатно-аммонийную вытяжку без разбавления и с разбавлением, показал, что концентрация буферного раствора на аналитический сигнал не влияет. При анализе реальных образцов почвы выявлено, что матричное влияние зависит от типа почвы и может быть обусловлено как большим содержанием органических соединений, так и солевым фоном. В первом случае его можно устранить минерализацией или разбавлением вытяжки. Во втором случае минерализация оказывается недостаточно эффективной, нивелировать влияние можно разбавлением исходного экстракта. Метод внутреннего стандарта с использованием Sc 361.384 не позволяет полностью устранить матричное влияние.

Из трех рассмотренных схем разбавление почвенной вытяжки является более предпочтительным в силу своей экспрессности и использования меньшего количества вспомогательных реагентов. Оптимальным признано разбавление 1 % азотной кислотой в 5 раз. Оценка правильности методом «введено-найдено» показала отсутствие матричного влияния на результаты анализа по схеме с разбавлением, она позволяет одновременно определять содержание подвижных форм широкого круга элементов в почвах, начиная с концентраций на уровне ПДК и ниже.

При выполнении исследования было использовано оборудование ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Методы анализа состава вещества», проект № 2402-002.

Работа рекомендована к.х.н., ст. преп. С.С. Савиновым.

УДК 631.4

СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА Ш.М. Тынымбай

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени
Жангир хана, shugyla.tynymbay@gmail.com

Тёмно-каштановые почвы формируются при недостатке влаги, годовая сумма осадков составляет 200–250 мм. Тип водного режима непромывной, грунтовые воды залегают на глубине 6–10 метров, профиль почв не промывается, поэтому как в материнской породе, так и по всему профилю встречаются легкорастворимые соли. Поэтому целью исследования было изучение солевого режима зональных почв. Легкорастворимые соли определяли в водной вытяжке. Определили все показатели по ГОСТам [1]. Результаты представлены в таблице. Видно, что в супесчаной почве сумма солей минимальная, их количество в профиле почв не превышает 0.046 %, тип засоления гидрокарбонатная, при таком типе засоления почва считается не засоленной по шкале Н.И. Базилевич. В легкосуглинистой разновидности сумма солей в профиле почв составляет 0.046–0.055 %. В тяжелосуглинистой почве сумма солей выше, чем в супесчаных и легкосуглинистых разновидностях. В лёгких почвах профиль почвы хорошо промывается, соответственно легкорастворимые соли вымываются в нижележащие горизонты, тяжёлые почвы не промываются. Таким образом, чем тяжелее почва, тем выше количество легкорастворимых солей.

Литература

ГОСТ 26423-85–ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки.

Работа рекомендована к.с.-х.н., ассоц. проф. С.Ж. Рахимгалиевой.

Таблица. Результаты водной вытяжки (мг-экв/100 г почвы).

Генетический горизонт, см	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей, %	Тип	Степень
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻							засоления	
Каштановые обычные маломощные супесчаные										
A ₁ (0–16)	нет	0.34	0.12	нет	0.20	0.15	0.15	0.034	гидрокарб.	отсутствует
B ₁ (16–28)	нет	0.38	0.12	нет	0.20	0.15	0.17	0.037	гидрокарб.	отсутствует
B ₂ (28–35)	нет	0.34	0.16	нет	0.25	0.15	0.17	0.038	гидрокарб.	отсутствует
B _c (35–81)	нет	0.5	0.12	нет	0.25	0.20	0.17	0.046	гидрокарб.	отсутствует
Каштановые обычные маломощные легкосуглинистые										
A ₁ (0–16)	нет	0.50	0.12	нет	0.25	0.20	0.17	0.046	гидрокарб.	отсутствует
B ₁ (16–30)	нет	0.54	0.12	нет	0.25	0.25	0.20	0.049	гидрокарб.	отсутствует
B ₂ (30–50)	нет	0.50	0.12	нет	0.25	0.20	0.20	0.046	гидрокарб.	отсутствует
B _c (50–100)	нет	0.62	0.12	нет	0.30	0.20	0.24	0.055	гидрокарб.	отсутствует
Каштановые карбонатно-среднесолончаковые среднемощные тяжелосуглинистые										
A ₁ (0–16)	нет	0.54	0.16	0.75	0.65	0.25	0.62	0.105	гидрокарб.	отсутствует
B ₁ (16–34)	нет	0.38	0.40	2.93	0.20	0.10	3.49	0.263	гидрокарб.	отсутствует
B ₂ (34–60)	нет	0.50	0.56	8.09	1.15	0.45	7.61	0.642	сульфатн.	средне зас.
B _c (60–86)	нет	0.50	0.44	9.55	1.55	0.55	8.45	0.738	сульфатн.	средне зас.

ЗАПАСЫ ВЛАГИ В ПОЧВАХ СОСНОВЫХ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ
ЛЕСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Толстоусова

Санкт-Петербургский государственный университет,
st090435@student.spbu.ru

The pools of productive moisture in the forest floor and pyrogenic organic-mineral sub-horizon of the studied pine forest podzols of the Leningrad region were 11–17 mm or 55–85 % of the minimum optimum for the 20 cm soil layer.

Изучены почвы сосновых зеленомошных лесов Ленинградской области, подзолы иллювиально-железистые. Поскольку поверхностные слои почв определяют продуктивность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), к ним приурочена большая часть тонких корней, то особое внимание было уделено исследованию подгоризонтов лесной подстилки О и пирогенного органоминерального (Еоруг). Установлено, что доля Еоруг в запасах органического вещества подстилки и верхних 30 см минерального профиля составляет 6–25 % [1]. Одной из ключевых почвенных функций, обеспечивающих рост и развитие сосняков на дренированных песках, является аккумуляция влаги. Цель работы – расчет запасов влаги в О и Еоруг по данным проведенных полевых работ. Пробы были отобраны в пятикратной повторности по подгоризонтам О (LFH) и Еоруг с площади 25×25 см в полиэтиленовые пакеты, в лаборатории высушены и взвешены. Была рассчитана их полевая влажность в %. Задачей нового этапа работы стало определение запасов влаги в О и Еоруг в мм. Расчет проводили по формуле $W=D \cdot 16$, где D потеря массы почвенной пробы при высушивании, 16 коэффициент пересчета с 25·25 см на 1 м². Полученный результат в кг/м² переводили в принятую при оценке запасов продуктивной влаги размерность, мм (1 кг/м² соответствует 1 мм). В изученных подзолах запасы влаги составляли в О 10, 9 и 10 мм, в Еоруг 7, 3 и 1 мм для ключевых участков 1–16 и 2–16 (южное побережье Финского залива) и 3–16 (Сяберо, Лужский район). В О было 60–90 %, а в Еоруг 10–49 % от их общих влагозапасов. При содержании запасов продуктивной влаги в слое 0–20 см от 20 до 40 мм обеспеченность растений удовлетворительная [2]. Учитывая, что мощность О с Еоруг в этих подзолах составляла 7–9 см, то в этом слое было 55–85 % влаги от минимального оптимума для 20 см слоя почвы. Интересно отметить, что в моховом очесе, который обычно не изучается в почвенных

исследованиях, запас влаги составлял около 1 мм по всем изученным участкам. Запасы продуктивной влаги в поверхностных горизонтах лесных почв зависят в значительной степени от погодных условий: количества выпавших осадков, длительности сухого периода. Полученные данные следует проверить в режимных исследованиях.

Литература

1. Nadporozhskaya M., Mirin D., Zhuravleva V., Stadnik E., Yakkonen K. Introducing a New Pyrogenic Podzolic Sub-Horizon to Clarify Organic Matter Pools in Pine Forest Soils // *Forests*. 2024; 15(1):40. – P. 5.

2. Высоцкая А.С., Маркина З.Н. Влияние водных свойств почв на рост сосны обыкновенной в КГУ «Брасовое лесничество» Брянской области // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2018. № 51. – С. 122.

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

УДК 631.41

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Ф.В. Тюшкевич, Т.Р. Мельник

Сургутский государственный университет, tyushkevich_fv@surgu.ru

The aim of the work is to consider some chemical parameters of soils depending on altitude above sea level. The change in the thickness of the soil cover with altitude above sea level and the distribution of chemicals in the soil thickness have been established.

Полевые почвенно-геоботанические исследования выполнены на территории Березовского района Югры, в окрестностях горы Неройка в 2020 г. (восточный макросклон Приполярного Урала) – на северо-восточном склоне невысокой безымянной горы в междуречье р. Щекурья и р. Кобыла-Ю.

Климат территории холодный и влажный, характеризуется продолжительной и многоснежной зимой, холодным, коротким и дождливым летом.

Разрезы закладывались соответственно изменениям растительности от подножья к вершине с интервалом в примерно в 130 м.

Все профили почв залегают на толще плотных пород. В верхней части склона мощность почвенного профиля существенно меньше из-за вымывания почвенного материала вниз по склону.

Среди химических показателей почв были определены: сумма подвижных форм двух- и трехвалентного железа (ГОСТ 27395-87), актуальная и обменная кислотность (ГОСТ 26423-85 и ГОСТ Р 58594-2019), содержание кальция и магния (ПНДФ 16.1:2:2.2.3.74-2012) (табл.).

Таблица. Физико-химические показатели почв.

Горизонт/ мощность, см	Fe ₂ O ₃ , мг/дм ³	рН		Ca	Mg
		водный	солевой	мг/кг	
Разрез № 10 Литозем грубогумусированный (высота 522 м) Ольховник морошково-зеленомошный					
О (1–7)	0.39	4.0	3.1	12.9	8.3
АО (7–9.5)	0.59	3.9	3.5	9.2	4.1
С (9.5–26)	0.51	3.6	3.4	6.6	2.8
Разрез № 3 Литозем грубогумусированный (высота 473 м) Кедрач кустарничково-зеленомошный					
О (0–16)	1.89	4.4	3.2	8.4	3.1
АО (16–28)	2.40	4.2	3.0	6.3	1.8
С (28–41)	0.12	4.5	3.9	4.6	1.3
Разрез № 2 Подбур глееватый (высота 416 м) Березняк (с пихтой и елью) папоротниковый					
О (0–9)	5.31	4.5	3.9	15.1	4.6
ВНФ (9–21)	0.62	4.4	3.9	6.7	2.0
ВFg (21–50)	0.40	4.7	3.5	5.0	1.5
Сg (50–78)	0.07	4.9	3.8	4.1	1.3
Разрез № 11 Дерново-подбур оподзоленный (высота 401 м) Березняк разнотравный					
Аye (0–33)	3.02	4.3	3.5	5.2	1.3
ВF (33–47)	0.67	4.5	4.1	3.1	1.0
С (47–78)	0.53	4.8	4.0	1.8	0.8

Установлено, что все образцы имеют кислую реакцию. Аккумуляция изученных элементов (Fe_{вал}, Ca, Mg) наблюдается в верхних горизонтах (табл.).

Работа рекомендована к.б.н., доц. Г.М. Кукуричкиным.

ВЛИЯНИЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ
ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА
В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Х. Хасанова, К.И. Сизоненко

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет
им. В.Н. Татищева», khasanova.amie@gmail.com

Desertification has a negative impact on the content of organic carbon and nitrogen in the soil cover. As a result of desertification, soil carbon sequestration decreases, which can lead to an increase in greenhouse gas emissions. In addition, desertification disrupts the nitrogen cycle – this can reduce soil fertility and limit plant growth.

Одной из самой серьезных экологических и социально-экономических проблем в Астраханской области является опустынивание. Данная проблема приводит не только к деградации почвы, снижению ее потенциальной производительности, но и может способствовать выбросу почвой в атмосферу углерода и азота в качестве парниковых газов.

Цель исследования: изучение влияния опустынивания на изменения содержания органического углерода и азота в почвенном покрове.

Объектом исследования выбраны территории Астраханской области, подверженные опустыниванию. Почвенный покров представлен бурыми аридными супесчаными и песчаными почвами в комплексе с песками полупустынными не закрепленными и закрепленными, также слабозакрепленными [1].

Для изучения органического углерода и азота в почвенном покрове, были заложены 4 стационарные площадки и составлена карта рельефа с привязкой по GPS. На каждой площадке заложены почвенные разрезы.

Методы исследования: определение гумуса почвы по методу И.В. Тюрина, определение общего содержания азота методом Кьельдаля, гранулометрический состав – по методу Н.А. Качинского.

Изучаемые почвы характеризуются легким гранулометрическим составом. Преобладающими фракциями являются мелкий песок, песок и крупная пыль, составляющими в сумме более 58 %.

Анализ гумусного состояния показал, что содержание гумуса низкое (до 1 %). Процентное содержание гумуса понижается с глуби-

ной. Процесс гумусообразования протекает в исследуемых почвах на фоне слабощелочной реакции (рН 7.35–7.81) почвенного раствора.

Исследования содержания общего азота показали, что содержание азота не превышает 0.68 %. Исключением являются отдельные объекты почвенного покрова, где содержание общего азота составило от 1.58 % до 1.81 %.

Таким образом, опустынивание земель, вызванное ветровой эрозией, приводит к значительной потере мелких частиц почвы. Органический С и общий N в почвенном покрове в основном связаны с мелкими частицами, так что содержание органического С и N значительно снизилось с уменьшением количества мелких частиц в почве, в результате процесса опустынивания.

Литература

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004, 342 с.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Астраханского государственного университета (Приоритет-2030).

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

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРОСТНИКЕ ЮЖНОМ УГЛЕОТВАЛОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Чаплыгин, А.В. Барахов, А.Л. Мелкумян,
А.Е. Смехунов, Т.А. Карасева

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

The problem of chemical pollution of a widespread type of macrophyte plant in areas of development of the coal industry is considered. An assessment was made of the level of plant contamination in the territories of two coal dumps in the Rostov region in comparison with the regional background and established standards for permissible concentrations of metals.

Проведен экологический мониторинг северо-западной части Ростовской области, связанной с угледобывающей отраслью и испытывающей сильную антропогенную нагрузку. В ходе исследований с 17 площадок мониторинга, заложенных на территориях углеотвалов шахт «Аютинская» и «Юбилейная», а также фоновой территории Бота-

нического сада ЮФУ были отобраны образцы растений тростника южного (*Phragmites australis* Cav.) – растения-макрофита, аккумулятора ТМ.

Отбор проб растений производился во второй половине августа 2022 года, в соответствии с ГОСТ 27262-87. Растения минерализовались методом сухого озоления по ГОСТ 26929-94. В образцах растений определялось содержание Zn, Cu, Pb и Ni, присутствующих в составе отвалов пород. Экстракция ТМ из золы осуществлялась 20 %-ным раствором HCl с последующим определением на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2». Оценка уровня загрязнения растений ТМ проводилась на основе максимально допустимого уровня (МДУ) содержания ТМ в кормах животных (Временные максимально допустимые..., 1991).

Образцы растений накапливали наибольшее количество Pb, Zn и Ni в корнях. Содержание Zn в надземной части тростника на территории «Аютинской» шахты составляет 2.2 МДУ, Pb – 3.2 МДУ, Ni – 2.4 МДУ. На всех площадках отмечается преимущественное накопление ТМ в корнях растения. Для шахты «Юбилейная» возрастает содержание Cu, Zn и Pb по сравнению с «Аютинской». В растениях на данной территории установлено превышение МДУ для Zn в 4.2 раза, Cu – в 3.9 раза, Pb – в 6.6 раза и Ni – в 2.1 раза.

Для тростника на фоновой территории тенденция большего накопления ТМ в корнях сохраняется для всех элементов кроме Pb. Содержание Zn в надземной части тростника на фоновой территории ниже, чем в районах шахт «Аютинская» и «Юбилейная» в 3.0 и 5.9 раза соответственно, Cu – в 5.2 и 41.9 раза, Pb – в 6.2 и 12.3 раза, Ni – в 13.0 и 10.7 раза соответственно. Для корней эта разница составила 2.7 и 5.6 раза для Zn, 11.3 и 44.4 для Cu, 15.7 и 20.7 для Pb и 12.1 и 7.0 раз для Ni соответственно.

Литература

Временные максимально допустимые уровни (МДУ) некоторых химических элементов госсипола в кормах сельскохозяйственных животных. Утвержден Главным Управлением Ветеринарии министерства сельского хозяйства РФ, 1991.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, соглашение No 075-15-2023-587.

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

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ЩЕТИНИСТОГО (*ACHILLEA SETACEA*)
И ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО (*PLANTAGO MAJOR*)
ТЕРРИТОРИИ ВЛИЯНИЯ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС

В.А. Чаплыгин, Н.П. Черникова, Е.С. Лацыник, П.Ю. Кабашнюк
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного
федерального университета, г. Ростов-на-Дону
chaplygin@sfedu.ru

Abstract. Expeditionary studies of the background and impact territories of the steppe zone of the Rostov region were carried out. The patterns of bioaccumulation of heavy metals by various types of wild medicinal plants under conditions of anthropogenic load have been studied. An excess of MPC and MRL for Pb, Cd and Ni in the studied plants in the NchGRES impact area was established.

В настоящее время сохраняется интерес научной медицины к растительным лекарственным средствам, несмотря на значительные достижения в области химического синтеза. На основе растительного сырья изготовлен каждый третий лекарственный препарат (ЛП) на мировом рынке (Оленина и др., 2018). Важной проблемой, ограничивающей возможности использования в медицине ЛР, является постоянное сокращение территорий, не испытывающих антропогенной нагрузки. В связи с этим не всегда возможно заготавливать лекарственное растительное сырье (ЛРС) только в экологически чистых зонах. Поэтому одной из наиболее актуальных проблем в лекарственном растениеводстве является анализ возможности использования в лечебных целях растений, произрастающих в условиях техногенного прессинга. Актуальной эта проблема является и для России, так как основную часть заготовок ЛРС проводят в европейской части, в населенных и промышленно освоенных регионах (Дьякова и др., 2018). Заготовленное в таких условиях ЛРС может являться источником поступления в организм человека различных токсикантов, прежде всего тяжелых металлов (ТМ), а также пестицидов, нитратов и нанести прямой ущерб его здоровью (Chenet al., 2021). Поэтому целью исследования являлся сравнительный анализ химического состава лекарственных растений импактной и фоновой территории.

Проведен экологический мониторинг степной зоны Ростовской области, испытывающей сильную антропогенную нагрузку. Заложено 25 площадок мониторинга в импактной зоне ОАО «ОГК-6» «Новочеркас-

ская» ГРЭС (НчГРЭС) – крупнейшего поставщика электроэнергии на юге России (Экологический вестник Дона, 2019). Площадки расположены на расстоянии 1–20 км в различных направлениях от предприятия. Также заложено 3 площадки в районе ООПТ «Персиановская заповедная степь» в Ростовской области. Ввиду отсутствия антропогенной нагрузки на данную территорию, она была выбрана в качестве фоновой (Памятники природы..., 2017). Это подтверждается тем, что содержание всех изучаемых ТМ, за исключением Cr, в растениях ООПТ в 3–5 раз ниже МДУ, а повышенный фон для Cr обусловлен особенностями химического состава почв Ростовской области. Отобраны образцы таких распространенных в данных зонах лекарственных растений как тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea*) и подорожник большой (*Plantago major*).

Отбор проб растений для анализа производился во второй половине июля – первой половине августа, в фазу 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 Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd и Ni, присутствующих в выбросах НчГРЭС. Экстракция ТМ из золы осуществлялась 20 %-ным раствором HCl с последующим определением методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2».

Оценка уровня загрязнения растений проводилась путем сравнения содержания Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd и Ni с максимально допустимым уровнем (МДУ) содержания металлов в кормах сельскохозяйственных животных (Временные максимально допустимые..., 1991), а также с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для биологически активных добавок (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Изучены закономерности накопления и распределения ТМ в корнях и надземной части растений различных видов техногенно загрязненных территорий степной зоны методом сравнительного анализа химического состава. В надземной части растений тысячелистника щетинистого отмечается превышение МДУ по Ni до 2,9, Cd до 2,6 и по Pb до 1,8 раза на площадках мониторинга, расположенных в северо-западном направлении от НчГРЭС. Установлена наибольшая концентрация данных поллютантов в репродуктивных органах растения, указывающая на слабую устойчивость этого вида к техногенному загрязнению. Превышение ПДК в тысячелистнике имеет только содержание Pb составляющее 1,5 раза в стеблях и до 4,8 раза в соцветиях. Для всех ТМ наблюдается превышение фоновых значений, составившее для стеблей тысячелистника 1,5–4,0 раза по Mn, Zn, Pb, Cu, и от 2 до 10–17 раз по Ni, Cd и Cr. Для корней

растения превышения фона составили 2.3–21.5 раза по Pb и от 2 до 6 раз по остальным элементам. В восточном, южном и юго-западном направлениях от НчГРЭС содержание ТМ в растениях не превышает фоновых значений на большей части площадок.

В надземной части растений подорожника большого отмечается превышение МДУ Ni и Pb в 1.2 и 1.5 раза, соответственно. Для всех металлов наблюдается превышение фоновых значений, составившее 2.9–9.3 раза по Pb и 1.5–3.0 раз по остальным ТМ для стеблей и 7.7–13.1 по Pb, 2–3 раза для других элементов в корнях. Аккумуляция всех элементов наблюдается в корнях подорожника. Стебли отличаются большим содержанием элементов, кроме Pb, Cu и Ni, по сравнению с соцветиями.

Таким образом, в импактной зоне НчГРЭС установлено превышение МДУ в растениях тысячелистника щетинистого по Ni, Pb и Cd, и подорожника большого – по Ni и Pb. Концентрация Pb в тысячелистнике превысила ПДК для биологически активных добавок в 1.5–4.8 раза, что свидетельствует о потенциальной опасности лекарственного сырья из данного вида растений в условиях техногенной нагрузки на степную зону. Содержание всех ТМ в изучаемых видах значительно превышает фоновые значения. Аккумуляция элементов в тысячелистнике идет преимущественно в надземной части, в подорожнике – в корнях.

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. Дьякова Н.А., Мындра А.А., Сливкин А.И. Безопасность и эффективность лекарственного растительного сырья одуванчика лекарственного, собранного в районах, испытывающих антропогенную нагрузку // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018. № 2 (23). С. 120–123.

3. Оленина Н.Г., Михеева Н.С., Крутикова Н.М. Особенности экспертизы «польза/риск» лекарственных растительных препаратов: анализ регистрационных досье // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2018. Т. 8, № 2. С. 84–91. doi: 10.30895/1991-2919-2018-8-2-84-91.

4. Памятники природы Ростовской области. Дата обращения: 14 февраля 2017. Архивировано 14 февраля 2017 года.

5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01», утвержденные Главным государ-

ственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001, с 1 июля 2002 года.

6. Chen Y.G., He X.L.S., Huang J.H. et al. Impacts of heavy metals and medicinal crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China // *Ecotoxicology and Environmental Safet.* 2021. 219. 17 p. doi:10.1016/j.ecoenv.2021.112336.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 22-77-10097 в ЮФУ.

УДК 631.42

ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДА БАЗАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ ДЛЯ ОРГАНОГЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВЫ

С.В. Чуванов^{1,2}, М.А. Чепурнова²

¹Почвенный институт им В.В. Докучаева,

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
stas.chuvanov@gmail.com

This study assesses the use of the basal respiration (BR) method for studying microbiological activity in peat soils. Basal respiration stabilizes on the 5th–6th day during pre-incubation and declines within the first 7–10 hours of incubation. Peat samples have a wide optimum moisture range.

Метод базального дыхания (БД) чаще всего применяется для оценки микробиологической активности в минеральных образцах почв. Но насколько стандартная методика определения БД применима для торфяных образцов почвы?

Были отобраны два образца торфяной олиготрофной и торфяной олиготрофной деструктивной почвы Надымского полигона (ЯНАО, координаты: 65.535924N, 72.531341E) и один образец торфяной олиготрофной почвы полигона «карьер Сима» (Московская область, координаты: 55.667675N, 36.713571E). Все эксперименты проводились с образцами естественной (полевой) влажности.

Оценка влияния периода прединкубации. Какой период времени необходим для стабилизации микробиологической активности органо-генных образцов при переходе от 5 °С (условие хранения) к 25 °С (условие эксперимента)? Измерения БД проводились ежедневно в течение 6 дней, затем на 13 и 20 день. Инкубация образцов продолжалась 3–4 часа. В результате БД демонстрирует выраженный тренд снижения, а затем стабилизации на 5–6-й день.

Оценка влияния продолжительности инкубации. Стандартная 24-часовая продолжительность инкубации может быть неоптимальной для исследований органогенных образцов почв из-за достижения высоких концентраций CO₂ во флаконе. Эксперимент проведен с использованием динамичной системы замкнутого типа на основе газового анализатора Li-COR 830, где концентрация CO₂ измерялась каждую секунду на протяжении 24 ч. БД уменьшается со временем инкубации, особенно выражено в первые 7–10 часов, что, вероятно, связано со скоростью установления равновесия между газовой фазой флакона и образцом.

Поиск оптимума влажности торфяных образцов. Для торфяных образцов почв стандартные 60 % предельной полевой влагоемкости (ППВ) могут быть неоптимальными. Образцы были доведены до необходимой влажности с шагом в 10–20 % ППВ. Осушение проводилось в холодильнике при 5 °С, а оставшиеся образцы увлажнялись дистиллированной водой. Измерение БД проводилось стандартным методом.

Высокие значения БД при влажности, близкой к 100 % ППВ, вероятно, обусловлена широким интервалом оптимума влажности, при которой микробная активность не лимитируется. В краткосрочных условиях наличие кислорода в газовой фазе и растворе, препятствует созданию анаэробных условий, добиться которых удастся лишь залив образец водой полностью (>100 % ППВ).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23–24–00020 «Влияние влажности на биологическую активность торфяных почв криолитозоны».

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.В. Матышаком.

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

М.О. Шатровская

ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград, marr1910@mail.ru

The profile distribution of organic matter in the soil of the forest belt and the adjacent inter-band space was studied. In the forest belt, the highest percentage of organic matter was observed in the 0–20 cm layer.

Тестовый полигон «Качалино» расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Ландшафтный район Иловлинско-Волжский пологоволнистый овражно-балочный. Почвы каштановые маломощные тяжелосуглинистые на средних и легких незасоленных суглинках.

Посадка полезащитных лесных полос проведена в 1985–1992 гг. Исследуемая полезащитная лесная полоса имеет возраст 30 лет. Состоит из вяза приземистого (2 внутренних ряда) и смородины золотистой (2 опушечных ряда), ажурной конструкции. Ширина лесной полосы составляет 12 м, длина – 1320 м. Сохранность лесной полосы – 90 %. Средняя высота деревьев составляет 10.2 м, средний диаметр ствола деревьев – 17.4 см. Данному возрастному периоду соответствует II класс бонитета. При густоте 458 шт./га общий запас стволовой древесины равен 17.96 м³/га.

На момент проведения исследований поле находилось под паром.

За период полевых исследований на полигоне «Качалино» для изучения влияния лесной полосы на пространственное распределение органического углерода были заложены почвенные разрезы на глубину 1 м: в лесной полосе, на межполосных участках в зонах – 5Н, 10Н, 20Н.

Содержание органического углерода (С) в почве определяли по методу Тюрина в модификации Никитина сжиганием при температуре 150 °С в хромовой смеси с последующим колориметрическим окончанием. По полученным данным в программе Surfer была составлена изолинейная карта (рис.) пространственного распределения органического углерода от лесной полосы до зоны 20Н (200 м).

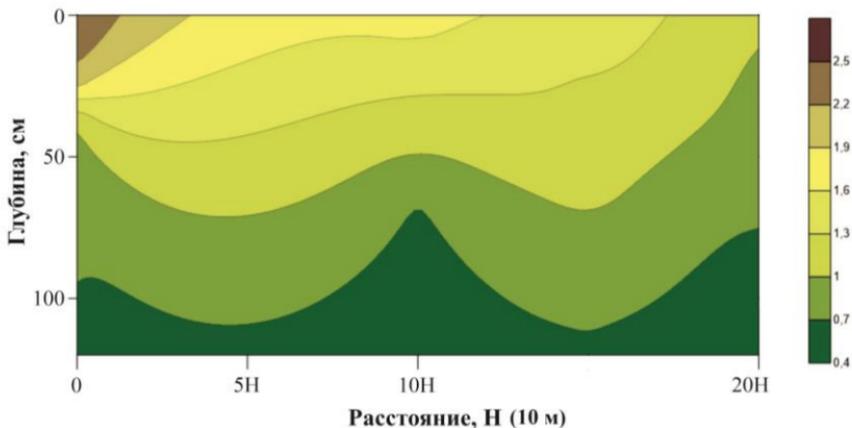


Рисунок. Пространственное распределение органического углерода в почвенных разрезах полигона «Качалино».

Установлено, что содержание органического углерода в верхнем горизонте от лесной полосы до центра межполосных участков (зона 20Н) постепенно снижается от 2.5 % под лесной полосой до 1 % в зоне 20Н.

Под пологом лесной полосы наибольшее содержание углерода (2.47 %) сосредоточено в верхних слоях (0–30) см и снижается постепенно, в то время как на открытом поле уже в зоне 10Н отмечается более резкое снижение органического углерода с глубиной. Наименьшее значение отмечается в зоне 20Н на глубине 90 см – 0.5 %. Распределение органического углерода в слое 0–100 см идет с убыванием вниз по профилю почвы во всех зонах, в 1.5–2 раза до слоя 60–80 см, ниже этого слоя и до 100 см изменения незначительные.

Низкое содержание органического углерода на межполосных участках в зонах 5Н, 10Н и 20Н свидетельствует об их сельскохозяйственной освоенности, а невысокое его содержание под пологом лесной полосы может быть обусловлено малым сроком лесомелиоративного влияния.

Работа рекомендована к.с.-х.н. А.В. Кошелевым.

УДК 631.416.9+631.437; 470.53

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СОСТАВЕ ТЕХНОГЕННЫХ МАГНИТНЫХ
ЧАСТИЦ УРБО-ПСАММОЗЕМОВ ГОРОДА ПЕРМЬ
(НА ПРИМЕРЕ ООПТ «ЧЕРНЯЕВСКИЙ ЛЕС»)

Н.М. Щуренко, С.М. Горохова

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, oinatasha@mail.ru

We conducted a study of the top horizons of humus urbo-psammozems on the territory of the Protected Area «Chernyaevsky Forest» and Park of Culture and Recreation «Balatovo» in city Perm. The top horizons of humus urbo-psammozems had a moderate value of volume magnetic susceptibility ($0.7 \cdot 10^{-3}$ SI). A technogenic magnetic phase (TMP) accumulates in the surface horizons. TMP is enriched in Zn, Pb, and Cu. Soil contamination with heavy metals has been associated with anthropogenic sources.

В крупных промышленных городах поверхностные почвенные горизонты подвержены высокой техногенной нагрузке в результате деятельности транспорта и промпредприятий. Лесная подстилка и гумусовые горизонты почв городских лесов и лесопарков выступают в роли геохимических барьеров. В связи с этим важной задачей является экологический мониторинг этих почв.

Объектом исследования явились урбопсаммозёмы гумусовые супесчаные на древнеаллювиальных отложениях. Полнопрофильный почвенный разрез и пять почвенных прикопок были заложены на наблюда-

тельной площадке в пределах ООПТ «Черняевский лес» и ПКЮ «Балатово» (Индустриальный район, г. Пермь). Территория исследования испытывает многолетнее воздействие выбросов промышленных предприятий города.

Физико-химические свойства почв определены общепринятыми методами. Магнитная сепарация почв выполнена при помощи постоянного ферритового магнита. Объемная магнитная восприимчивость (α) измерялась на каппаметре КТ-6 (SatisGeo, Чехия). Валовой химический состав определен на атомно-абсорбционном спектрометре iCE 3500 с пламенной атомизацией (Thermo Scientific, США).

Содержание гумуса в образцах гумусовых горизонтов почвы низкое – 3.87 %. Реакция почвенного раствора в лесной подстилке среднекислая – 4.95, а в минеральных горизонтах сильнокислая – 3.6–4.0. Сумма обменных оснований средняя – 15.2 мг-экв/100 г, емкость катионного обмена умеренно высокая – 39.1 мг-экв/100 г, степень насыщенности почв основаниями низкая – 39 %. Средняя величина α поверхностных горизонтов почв составляет $0.7 \cdot 10^{-3}$ СИ, что оценивается как среднее значение для почвенного покрова г. Пермь. Поверхностные горизонты аккумулируют техногенные магнитные частицы. Величина α сильномагнитной фракции более, чем в 100 раз выше, чем у почвы до проведения магнитной сепарации – $73 \cdot 10^{-3}$ СИ. Валовое содержание тяжёлых металлов в почвах составляет (мг/кг): Zn – 158.9, Pb – 77.1, Cu – 28.9, Ni – 27.9. Внутрпрофильное распределение тяжелых металлов поверхностно-аккумулятивное, что свидетельствует об аэральном загрязнении почв. Полученные результаты исследования предлагается использовать в работе природоохранных служб города.

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

УДК 631.459

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЭРОДИРОВАННЫХ ГОРНЫХ ПОЧВ

З.О. Эгамбердиева, О.Х. Эргашева, Н.С. Пахрадинова

Национальный университет Узбекистана

им. Мирзо Улугбека, o.ergasheva@nuu.uz

The activity of the soils of the foothills and low mountains of Uzbekistan is subject to seasonal dynamics with spring and autumn maxima, but even in winter its biological activity remains significant compared to the soils of more northern regions. Catalase activity of eroded foothill and mountain

soils of Uzbekistan a comparative characteristic of the activity of soil catalysis, the dependence of their degree of washout, slope exposure and vertical zonality is given.

Активность каталазы. Одним из показателей степени развития окислительных процессов является фермент – каталаза. По мнению многих авторов, каталаза является одним из наиболее устойчивых и распространенных ферментов в природе и поэтому в некоторой степени может характеризовать состояние почвы. Она играет вспомогательную роль в реакциях окислительного обмена, разлагая ядовитую для живой клетки перекись водорода, образующуюся при окислении углеводов, белков и жиров флавопротеиновыми ферментами.

Объектом исследования являются почвы в предгорных и горных условиях-типичные и темные сероземы, горно-коричневые карбонатные, горно-коричневые типичные, горно-коричневые выщелоченные. Почвы северной и южной экспозиции, эродированные в различной степени.

В типичных сероземах каталазная активность в основном проявляется в верхних горизонтах почвы, то есть в наиболее биологически активных слоях почвы. В нижележащих слоях почвы активность каталазы сильно падает. В намытых почвах в нижней части еще проявляется каталазная активность, в то время как в несмытых, и особенно в смытых почвах эти горизонты проявляют очень низкую активность. В целом, активность каталазы в типичных почвах в зависимости от их эродированности, экспозиции склона и по глубинам колеблется от 1.2 до 5.8 мл O_2 за 5 мин в/г почвы.

В темных сероземах можно наблюдать такую же закономерность. В этих почвах также высокие показатели каталазы проявляются в намытых, далее в несмытых и меньше в смытых почвах, где они составляют в зависимости от глубины слоя почвы от 2.3 до 7.0 от 2.2 до 5.9 и от 1.3 до 5.0, мл O_2 за 5 мин в/г почвы, соответственно.

В горных коричневых почвах из-за обогащенности их органическими и питательными веществами и хорошей выраженности микробиологических свойств по сравнению с сероземами активность каталазы повышается. Она возрастает от горно-коричневых карбонатных к горно-коричневым типичным и горно-коричневым слабывщелоченым почвам.

В горных коричневых почвах в северной экспозиции активность каталазы несколько выше, чем в южной и составляет в горно-коричневых карбонатных в слое 0–30 см 6.9–5.5 в горно-коричневых типичных – 7.6–6.0 в горно-коричневых слабывщелоченных – 9.9–7.5, а

в слое 50–70 см соответственно – 2.2–1.5, 3.6–2.5 и 4.2–3.5 мл O₂ за 5 мин в/г почвы. Также, каталазная активность меняется от степени эродированности исследуемых почв.

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

УДК 631.43

ДВОЙСТВЕННАЯ ПРИРОДА СТРУКТУРЫ ПОЧВ: АГРЕГАТЫ И ПОРЫ

А.В. Юдина

ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва
yudina_av@esoil.ru

Soil is a hierarchical, self-organizing, and emergent system that supports plant and microbial growth, enables carbon sequestration, facilitates water fluxes, and provide habitat for microorganisms, all of which depend on soil structure. Here we argue that soil structure has a dual nature that essentially boils down to the interlocking of pores and solids in groupings of specific complexity and dynamics called aggregates.

Недавние дебаты на тему структуры почв во многом сводят функционирование почвы к геометрии и топологии твердой фазы и порового пространства и отрицают существование и роль почвенных агрегатов и иерархии твердой фазы. Сравнивая параметры архитектуры, химические и энергетические, почвенных агрегатов и пор, мы пришли к выводу, что агрегаты обладают гораздо большей информационной ёмкостью, чем поры. Следовательно, агрегаты (как единство твердых частиц и пор) выполняют гораздо более широкий спектр функций по сравнению с порами, особенно в долгосрочной перспективе. Набор почвенных функций соответствует каждому уровню иерархии почвенной структуры (макроагрегаты, водоустойчивые агрегаты, микроагрегаты и элементарные почвенные частицы), для которого характерны определенные энергия взаимосвязей между частицами, динамика и время существования. Введенная энергетическая концепция обосновывает иерархию почвенной структуры и является основой для процессов структурирования почвы и стабилизации углерода в самом общем виде. Мы понимаем структуру почвы, опираясь на энергетический подход: каждому уровню иерархии соответствует определенная прочность связи минеральных и органических частиц, образующих агрегаты. Формирование агрегатов происходит снизу вверх, поскольку энергия связей, ха-

ракторная для элементарных частиц почвы и микроагрегатов на порядки выше, чем энергия сцепления частиц в макроагрегаты. Двойственность структуры почвы проявляется не только в соотношении между порами и твердыми частицами в агрегатах, но и во взаимодействии и конкуренции между биологическими и небиологическими процессами, которые агрегируют и дезагрегируют почвенную структуру. Взгляд на поровое пространство как транспортный путь и место обитания живой фазы почвы и корней растений, границу раздела твердой фазы-пор как среду для физико-химических и биологических преобразований, а агрегаты – как результат этих явлений, обеспечивает контекст для механистического понимания и моделирования функций и здоровья почвы на основе процессов.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Г. Набиевой.

Секция II

*География и генезис почв,
особенности их классификации*

SOIL EROSION AND SEDIMENT FINGERPRINTING IN REFORESTATION PROJECTS

Abdulvahed Khaledi Darvishan

Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources,
Tarbiat Modares University, IRAN, a.khaledi@modares.ac.ir

Forest cover is one of the best natural land covers to deal with soil erosion. In erosion and sediment estimation models, a special soil conservation performance is always considered for forest compared to other land covers. For this reason, reforestation is considered among the most common methods of soil conservation to restore areas that were previously forested. However, afforestation measures cannot always restore the soil erosion conditions of degraded forests to ideal conditions. Choosing the right tree species is always one of the most important factors in the success of afforestation projects. Sediment fingerprinting is an accurate method to distinguish the contribution of sources in sediment yield. The use of biomarkers to differentiate the contribution of different land use/land covers has received much attention in recent years. When the soil of different sediment sources has similar physical properties and geochemical composition, biomarkers are the best tracers.

The present study was conducted to trace and identify the relative contribution of degraded forest and 60-years coniferous afforestation compared to natural forest using n-alkanes in a small watershed Northern Iran. After preparing the land use/land cover map of the study watershed, soil and vegetation sampling was done in natural forest, reforested lands and degraded forest. Sediment sampling was also done along the main stream. Then n-alkanes were measured using soxhlet extractor, column chromatography and mass spectrometer and their distribution in sediments was compared with soil and vegetation samples and a pattern of distribution of n-alkanes was identified to track organic matter sources. Finally, principal component analysis (PCA) and FingerPro package in R software were used to identify the contribution of sediment sources. The results showed that the contribution of natural forest, reforested lands and degraded forest in sediments yield are 26.78, 28.12 and 45.10 %, respectively. Taking into account the area of each land cover, the specific contribution of natural forest, reforested lands and degraded forest in sediment yield were 3.78, 7.14 and 10.87 % per hectare, respectively. Therefore, the participation of reforested lands and degraded forest in sediment yield were 1.89 and 2.88 times more than the natural forest, respectively. The accuracy of the results obtained using the GoF index was reported to be about 70 %. It can be concluded that reforestation in the study area has been able to improve the conservative performance compared to the degraded parts of the forest. However, after the establishment and reproduction for 60 years, it still has not been able to bring the soil erosion situation to the

conditions of the nearby natural forest. One of the reasons for this may be the coniferous species selected for reforestation.

УДК 631/635

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРУАРОВ НА ПРИМЕРЕ НОВОРОССИЙСКА

А.А. Аверьянов^{1,2}, С.М. Багрова¹, Е.Д. Андросова², М.В. Шишкин²

¹ООО «Терруар Концепт СПбГУ», averianov@terroirconcept.com

²Санкт-Петербургский государственный университет

The mapping of winemaking terroirs is a priority task in the aspect of intensive development of viticulture and winemaking in Russia, as well as public interest in the concept of «terrain product». The research is aimed at solving this problem considering the natural component of the concept of terroir.

В условиях стремительного развития виноградарства и виноделия России, концепций вин защищенного географического указания и защищенного наименования по месту происхождения, как части классификации винодельческой продукции с восходящей территориально привязанной иерархией, актуализируется необходимость научно-обоснованного зонирования винодельческого терруара – совокупности почвенно-климатических и орографических условий, придающей уникальные качественные и органолептические особенности вину, произведенному из винограда, выращенного на конкретной территории.

Необходимость такого зонирования и внедрения в производство осознана на уровне государства и профессионального сообщества – термины «виноградо-винодельческий район», «зона», «терруар» отражены в Федеральном законе № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации», но текущая интерпретация данных понятий в аспекте отображения на местности сфокусирована на административно-территориальном делении, яркой топонимике или наименованиях традиционных центров российского виноградарства, а не на сущности понятия винодельческого терруара.

Принимая во внимание приоритетность зонирования винодельческих терруаров отталкиваясь от ландшафтных характеристик местности и закономерностей распределения виноградных насаждений, а не вышеупомянутых критериев, коллективом ООО «Терруар Концепт СПбГУ» было принято решение о проведении исследования с последующим картированием терруаров на примере Новороссийского района Краснодарского Края и его окрестных территорий.

В рамках полевого этапа в августе 2023 года было выполнено маршрутное обследование Новороссийского района, а также отдельных виноградных насаждений, представляющих интерес в аспекте условий их произрастания в Анапском и Крымском районах Краснодарского края. Детальные почвенно-ландшафтные исследования, включающие заложение почвенных разрезов, отбор почвенных и растительных проб и экспертные интервью проводились на винодельческих предприятиях Сухая гора, Мысхако, Абрау-Дюрсо, Лефкадия. Всего было заложено и морфологически описано 41 почвенный разрез, отобрано более двухсот почвенных и растительных проб, выполняется обработка и интерполяция данных метеорологических станций, локальных датчиков.

Применяемые методы лабораторных исследований, в том числе определение активной извести, валовых и подвижных форм микроэлементов, степени засоления, охватывают приоритетные для винограда характеристики почвенного покрова, что предусматривает в том числе апробацию зарубежных подходов к оценке степени хлорозоопасности почв.

В настоящий момент исследование находится на этапе аналитического обзора материалов по проблеме зонирования терруаров и лабораторных определений. На основании первичных результатов предложено альтернативное иерархическое отношение в аспекте классификации и зонирования: терруарный кантон, винодельческий терруар, терруарная разность, а также необходимость выделения виноградных провинций.

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

УДК 631.4

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ И ФАКТИЧЕСКИЕ ПЛОЩАДИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЮ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Бертова

Калининградский государственный технический университет
valeriya.bertova@mail.ru

The work is devoted to the analysis of potential and actual areas of waterlogged soils based on studies of cartographic materials and satellite images with subsequent data processing.

Переувлажнение почв является ключевой проблемой сельского хозяйства по всему миру. Для повышения эффективности земледелия необходимо искать методологии, способствующие более эффективному

и точному определению участков с высоким риском подтопления и, соответственно, более эффективному планированию и принятию мер по их регулированию и улучшению состояния почвенного покрова.

Цель работы: оценка потенциальных и фактических площадей экологически неблагоприятных земель Зеленоградского муниципального округа Калининградской области, подверженных переувлажнению на основании анализа картографических материалов, дистанционного и наземного мониторинга.

В работе проведен анализ почвенных карт Калининградской области от мелкомасштабных до крупномасштабных. Обработка картографических материалов проводилась с использованием компьютерных программ Google Earth и Quantum GIS. Натурные полевые исследования осуществлялись на ключевых участках в Зеленоградском муниципальном округе, в том числе полигонах многолетнего почвенно-гидрологического мониторинга. Статистический и графический анализ данных выполнен с использованием программы Excel.

Оглеенные почвы на водораздельных сельскохозяйственных угодьях области составляют 84.2 %, а в пределах Зеленоградского округа 82 %. Выявилась высокая доля глеевых почв (суммарно дерново-подзолистых глеевых, дерново-глеевых, болотных низинных) в составе почвенного покрова: 21.9 % для области и 26.2 % для изученного округа. Именно глеевые почвы потенциально составляют основной фонд переувлажненных почв в агроландшафтах. Часть глееватых почв также находится в зоне риска.

Фактический мониторинг позволил проследить динамику площадей переувлажненных почв за семилетний период (2016–2022 гг.), включавший годы с различной степенью увлажнения. Установлено, что взаимосвязь количества осадков с долей переувлажненных почв на различных полях неустойчивая и варьирует от слабой до сильной (коэффициент корреляции 0.74–0.46). Решающее значение имеет площадь замкнутых понижений на полях с регулярным застоём влаги в зимний и весенний периоды (январь – март) и эффективность работы дренажных систем. В результате сопоставления потенциальных и фактических площадей почв с гидрологической деградацией выяснилось, что благодаря осушительной мелиорации площадь переувлажненных почв меньше, чем глеевых. В 2016–2022 гг. переувлажненные почвы на пахотных угодьях в Зеленоградском муниципальном округе составляли в среднем от 17.5 до 37.8 % от общей площади поля в позднеосенний и ранневесенний периоды.

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

ЭМИССИЯ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ МАРШЕВЫХ ЭКОСИСТЕМ
ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

А.А. Бобрик

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

This work is part of a study of the distribution of soil carbon cycle components in coastal ecosystems in the western sector of the Russian Arctic. As a result of the study, the spatial distribution of CO₂ emission of the soils of marsh ecosystems of the White Sea was determined for the first time.

Маршевые экосистемы являются важным компонентом глобальных циклов углерода и азота на планете. Данная работа является частью исследования особенностей распределения компонентов углеродного цикла почв маршевых экосистем западного сектора Российской Арктики. Целью работы является оценка эмиссии углерода из почв маршевых экосистем Поморского берега Белого моря. Исследование проводилось в июле 2023 года вблизи села Колежма, республика Карелия (N 64°13', E 35°54'). Определение эмиссии CO₂ почв проводилось на шести трансектах в 5-ти кратной повторности на участках ваттов, низких, средних и высоких маршей, а также коренного берега. Определение эмиссии диоксида углерода с поверхности почвы проводилось методом статичных закрытых камер с удалением растительного покрова. Измерение концентрации CO₂ осуществлялось на портативном газоанализаторе RMT DX6210. Исследования проводились в фазу малой воды.

Установлено, что эмиссия диоксида углерода почвами маршевых экосистем варьировала в широких пределах от 0 до 122 мгСО₂·м⁻²·час⁻¹ и составляла в среднем 31±41 мгСО₂·м⁻²·час⁻¹. Этот показатель характеризуется высокой пространственной вариабельностью: коэффициент вариации составил 134 %. Распределение значений эмиссии CO₂ ассиметрично, медиана смещена в сторону низких значений. Высокая вариабельность значений эмиссии диоксида углерода почвами обусловлена как особенностями растительного покрова, так и разной степенью обводненности различных участков маршевых экосистем. В целом почвы ваттов и низких маршей характеризуются низкими значениями эмиссии CO₂.

В результате проведенного исследования впервые определено пространственное распределение эмиссии CO₂ в почвах маршевых экосистем Поморского берега Белого моря. Результаты, полученные на основе статистического анализа большого массива данных, послужат луч-

шему пониманию роли маршевых экосистем в глобальной эмиссии парниковых газов. Результаты вносят не только фундаментальный научный вклад в область исследования экологии специфических и уникальных экосистем маршей, но позволяют выявить и уточнить факторы и механизмы, определяющие потоки парниковых газов из данного региона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-67-10006 «Запасы и динамика «голубого углерода» в береговой зоне морей западного сектора Российской Арктики».

УДК 2511.01

ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ И ЕЕ ВИДЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

В.Г. Вердиева, А.Г. Исаев

Азербайджанский государственный аграрный университет
Азербайджанская республика, г. Гянджа, Vefa_675@mail.ru

As a result of the research, it was found that 43.3 % of the territory of the republic has been exposed to various degrees of erosion. 14.1 % of it consists of weakly, 15.6 % moderately and 13.6 % severely washed soils. 70 % or 630.8 thousand hectares of the lands of ecologically important alpine-subalpine meadow-steppe landscape complexes have been eroded to one degree or another, and 40 % of these lands belong to the Greater Caucasus and the rest to the Lesser Caucasus. Lankaran and Nakhchivan geographical provinces.

В нашей республике признаки нарастающей деградации природных экосистем и ландшафтных комплексов, связанные с хозяйственной деятельностью человека, отражаются и на почвенном покрове. Среди этих признаков на первое место по масштабу и влиянию на естественные биоценозы и агробиоценозы выходят процессы эрозии и засоления.

Эрозия почв является наиболее опасным фактором, влияющим на развитие сельского хозяйства.

Площадь общего земельного фонда республики составляет более 8.641 млн. Из них 4.47 млн га пригодны для сельского хозяйства, в том числе 1.43 млн га – орошаемые земли. Подвержены эрозии 36.4 процента земель. Степень выраженности эрозионных процессов зависит от различия природных условий в регионах Азербайджана и интенсивности антропогенного воздействия на почвы. Так 14.1 % составляют слабо, 10.7 % – умеренно и 11.6 % – сильно эродированные почвы.

Процесс эрозии в Азербайджане вызван в основном дождями и ливнями. В период постепенного таяния снега вымывание почвы не очень заметно.

Растительность считается важнейшим средством борьбы с эрозией. Чем гуще и продуктивнее растительность, тем слабее эрозия. В восстановлении и повышении плодородия эродированных почв огромную роль играют многолетние травы.

В исследованиях, проведенных в юго-восточной части Большого Кавказа, изучена интенсивность и продолжительность дождя на величину стока и смыва на зимних пастбищах на несмытых горно-серо-коричневых почвах и на склонах с крутизной от 13° до 15°. Было установлено, что на участках с хорошим травянистым покровом со стоячими стеблями и вертикальными листьями, интенсивность и продолжительность дождя не увеличивают сток и смыв почвы. Однако, при отсутствии надземных органов растений, но с наличием растительного опада, с увеличением интенсивности и продолжительности дождя – на склонах сток воды увеличивается за счёт ослабления водопоглощения, но смыв почвы варьирует незначительно. При отсутствии растительного покрова смыв почвы увеличивается. При незначительной интенсивности дождя 101.3 мм/мин структурные агрегаты разрушаются, после насыщения почвы водой, струями скопившихся потоков. На крутых склонах пастбищ с горно-серо-коричневыми глинистыми почвами мертвый растительный покров не защищает поверхность почвы от влияния интенсивных дождей. Растительность способствует накоплению снега и тем самым предотвращает промерзание почвы, что благоприятствует впитыванию воды в почву при весенней оттепели (В. Вердиева, М. Туркоглу, 2023).

Дефляция протекает в виде пыльных (черных) бурь и локальной (суточной) ветровой эрозии. Пыльные бури охватывают большие территории и периодически повторяются. Ветер разрушает верхний горизонт почвы и переносит почвенные частицы на разные расстояния от источника эрозии, добавляя их к воздушным потокам.

В Кобустанских предгорьях в районе озера Агчала и Шорчала ветры наблюдаются в любое время года. Господствующими считаются северные «хазри», которые сильно иссушают почву, в результате чего она поддается выдуванию. Было установлено, что при дефляции плодородие почв сильно снижается. При скорости ветра 11.5–12.9 м/сек на высоте 1 м за 4 часа вынос мелкоземистых частиц составил 100.6 г.

Территория нашей республики расположена в зоне недостаточного обеспечения влагой. В северной части равнины юго-восточной Шир-

вани и на Южной Мугани большой ущерб плодородию полей наносит ирригационная эрозия. На южной Мугани площади почв по потенциальной опасности ирригационной эрозии составляют: не опасные 33.48 %, слабоопасные 10.65 %, среднеопасные 16.38 %, сильноопасные 15.48 %, очень сильноопасные 24.01 %.

К комплексным мерам борьбы с эрозией относятся: агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

Вердиева Вафа Гачай кызы – доктор философии по аграрным наукам, доцент (без научного звания).

Работа рекомендована доц., зав. кафедрой почвоведения А.М. Гусейновым.

УДК 631.472

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ КУРОРТА «КЛЮЧИ»

Н.М. Волдырева, Н.А. Сятчихина, А.М. Тякин

Пермский государственный аграрно-технологический университет
им. акад. Д.Н. Прянишникова, nvoldyрева@inbox.ru

Soils of the Klyuchi resort diagnosed as recreasems and replantozems. The morphological features of the profile structure of these soils are considered in the article.

Рекреационные зоны играют ключевую роль в поддержании экологического баланса, так как в них находится основная часть общественных насаждений. В связи с высокой важностью этих территорий остается актуальной и неотъемлемой задачей отслеживание состояния почвенного покрова в этих зонах.

Цель исследования – изучение морфологических особенностей почв курорта «Ключи», расположенного в пойме реки Иргина в Суксунском городском округе Пермского края.

Для снижения влияния грунтовых вод территория курорта рекультивирована, созданы органоминеральные плодородные слои.

Строение профиля (р. 12), заложенного на газоне (корпус «Яшма»): O-A_Yrh,g-TCH-[A_Yg]-[A_Yg,fe]. Под слоем дернины находится реплантированный слой A_Yrh,g мощностью 18 см – буровато-серый, среднесуглинистый, зернистый, с незначительным включением щебня, пронизан корнями, уплотнен. Ниже залегает техногенный слой TCH в виде смеси щебня, гальки и мелкозема: светло-серый, мелкозем супесчаный, очень плотный, вскипает от 10 % HCl. Естественный погребен-

ный горизонт [AYg] буровато-серый, среднесуглинистый, мелко-ореховатый, очень плотный, единичные корни. С глубины 39 см переходит в гор. [AYg,fe] – сизовато-бурый со стальным оттенком, тяжело-суглинистый, ореховатый, очень плотный, вскипающий от HCl. Почва диагностирована как реплантозем гумусово-стратифицированный глееватый на аллювиальной серогумусовой глеевой почве.

Другой разрез заложен в лесопарковой зоне (рядом с летней эстрадой). Строение профиля: O-AYgh-AYrh,g-[AYg]-[G_{fe}]-[Cg]. Гор. AYgh имеет мощность 20 см, серый, зернисто-мелкоореховатый, среднесуглинистый. Нижележащий гор. AYgh,g сизовато-серый, тяжело-суглинистый. Признаки урбопедогенеза в горизонтах проявляются в виде уплотнения, включений гипсового щебня. Естественный погребенный гор. [AYg] сизовато-серый, глинистый, комковато-зернистый, очень плотный. На глубине 54 см переходит в гор. Gfe – буровато-сизый с пятнами охристого цвета, глинистый по составу с незначительным присутствием дресвы, бесструктурный, очень плотный. Ниже 70 см переходит в гор. Cg в виде щебнисто-дресвяной массы с опесчаненным легко-суглинистым заполнением, окраска неоднородная сизовато-серая с охристыми пятнами. Почва: рекреазем по аллювиальной серогумусовой глеевой ожелезненной почве.

Особенности морфологии почв курорта заключаются в том, что в профиле выделяются две части: антропогенного и природного происхождения. Гумусово-стратифицированные слои отличаются от естественных горизонтов легким гранулометрическим составом. Для погребенных горизонтов естественных почв характерна различная степень оглеения, связанная с переувлажнением нижней части профиля.

Работа рекомендована к.г.н., доц. М.А. Кондратьевой, к.б.н., доц. Е.С. Лобановой.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ
ПОЧВЕННО-МЕРЗЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
ОБСКОЙ ГУБЫ

А.П. Гинзбург^{1,2}, Л.П. Кузякин³, Р.В. Собин³

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино

²Научный центр изучения Арктики, Салехард

³Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
alexandrginzburg13154@yandex.ru

Genesis of permafrost influence the morphological structure and properties of soil-cryogenic complexes at Yamal region. Those features on macro and meso-scale have been studied on automorphic sites around southern coasts of the Ob' gulf.

Для южного берега Обской губы, характерен субарктический климат, равнинный рельеф, прерывистое распространение многолетне-мёрзлых пород (ММП) и кустарничково-мохово-лишайниковая тундровая растительность.

Ключевые участки исследования находились вблизи п. Новый Порт и Ныда. Здесь типичны слабовыпуклые водораздельные поверхности, сложенные аллювиально- и озёрно-морскими осадками, осложненные криогенным кочкарным и пятнистым микрорельефом. На автоморфных участках охарактеризованы 4 разреза почв – криозёмов глееватых, торфяно-глеезёмов мерзлотных, а также подбуров иллювиально-железистых глеевых мерзлотных.

Органогенные горизонты состоят из слабо разложенных остатков. Нижние их части перемешаны с нижележащим органоминеральным материалом. Горизонты BF подбуров мерзлотных имеют песчаный состав и рыжевато-охристый оттенок. Глеевые горизонты G (сплошные и линзовидные) тускло-сизые и тёмно-серые с сизым, в них вдоль корней проявляются ярко-рыжие зоны окисления. Профили почв в пределах максимальных глубин сезонноталого слоя (СТС) имеют мощности от 90 до 180 см, ниже залегают горизонты ММП. В мёрзлых супесчано-суглинистых отложениях под СТС выделяется высокольдистый переходный слой шпировой криотекстуры мощностью 20–50 см.

Структура песчаной почвенной массы в основном выражена слабо, песчано-супесчаные агрегаты легко разрушаются, их диаметры не превышают 1–3 мм, форма ореховато-комковатая. Супесчаные и сугли-

нистые части профиля оструктурены лучше, зачастую содержат признаки криотурбации. В них и в переходном слое ММП часто обнаруживаются листовато-чешуйчатые структурные агрегаты. В них иногда присутствуют признаки иллювирирования глинистых частиц. В горизонтах ММП ниже переходной зоны структура чаще всего глыбистая.

Горизонты Т почв у п. Ныда мощнее 10 см, растительные остатки мохово-кустарничковые, у п. Новый Порт мощность горизонтов О менее 10 см, остатки кустарничково-лишайниковые. В почвах вблизи п. Новый Порт характерна большая перемешанность с нижележащим песчаным материалом. В профилях почв проявляются надмерзлотные геохимические барьеры, выделяемые по оглеению, наличию органических остатков, железистых морфонов. Кроме того, радиальные геохимические барьеры визуально выделяются при резкой смене гранулометрического состава и структуры почв. Для этих зон характерно накопление окисленных форм железа в виде плёнок на минеральных зёрнах и мостиков между ними.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. А.В. Лупачёвым.

УДК 631.4

ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ ПОЧВ

О.А. Гордиенко

ФНЦ агроэкологии РАН, oleg.gordienko.95@bk.ru

The article gives a review of traditional and modern approaches to defining the definition of soil washout.

Определение степени смытости почв имеет свои специфические особенности и параметры. Все известные способы определения смытости можно разделить на полевые, лабораторные и дистанционные.

Полевые способы определения степени смытости почв, основаны на количественном учете процессов денудации по уменьшению мощности почвенных горизонтов. Наиболее распространенными являются классификации степени смытости почв Соболева, Свитоньяка (5 степеней), Козменко, Сурмача, Наумова, Нортонна (4 степени). В приведенных классификациях, по-нашему мнению, отсутствует обоснование принятых величин смытости гумусового горизонта. Во всех проанализированных классификациях и инструктивно-методических документах выделение смытых почв основано на сравнении конкретной

смытой почвы с ее несмытым аналогом. Этот принцип имеет ряд недостатков, т.к. не всегда удается найти несмытый аналог, поскольку фактически большая часть почв пашни в какой-то мере смыта.

К лабораторным способам определения степени смытости почв относят изучение каких-либо количественных характеристик почв. Часто используются методы, основанные на отражательной способности и магнитной восприимчивости почв, микроморфологических и экологических (радиоцезиевый метод) характеристиках. В основу определения степени смытости почв часто используются физические свойства почв, такие как агрегатный состав и плотность. В классификациях Заславского, Наумова, Котута, Орлова, Чихачека и Свана степень смытости почв определяется по уменьшению запасов гумуса. По-нашему мнению, лабораторные методы можно использовать для определения степени смытости почв, однако, в большинстве случаев их использование ограничено без предварительного морфолого-генетического метода и поиска эталонной почвы.

В настоящее время существуют различные дистанционные методы и подходы к выявлению, оценке и мониторингу деградации почв агроландшафтов. Известны методы изучения смыва почвы фотограмметрическим методом и сравнением полученных аэрофоснимков или космоснимков сделанных за разные временные периоды для одной территории между собой. Часто авторы прибегают к комбинированным методам, основанным на измерении лабораторных показателей и картографическом анализе территории.

Проанализировав имеющиеся в практике способы определения степени и факта смытости почв можно сделать вывод о том, что большая часть из них субъективны и методически не проработаны. Главным недостатком и ограничивающим фактором их использования является выбор эталонной почвы для сравнения, как морфологических, так физических, химических и экологических свойств. Очевидным является то, что только при правильном воспроизведении понятия эталонной почвы возможно правильное истолкование классификаций почв по смытости.

Работа рекомендована д.с.-х.н. А.Т. Барбановым.

We summarized the scientific literature on the genesis of magnetite and identified nine formation paths: magmatic, metamorphic, sedimentary, hydrothermal, biogenic, pedogenic, technogenic, pyrogenic, and cosmogenic.

Минерал магнетит достаточно широко распространен в природе и имеет сложный генезис. По происхождению геологи, минералоги и почвоведы различают первичный и вторичный магнетит. Первичный магнетит встречается в магматических горных породах. Вторичный или постмагматический магнетит формируется при выветривании первичных магматических пород, образуя магнетитовые россыпи или пески [10, 12, 9].

Почвоведрами постоянно совершенствуется классификация магнетита по его происхождению. Так, в классификации В.Ф. Бабанина [1] предложено идентифицировать биогенный, литогенный, космогенный и техногенный магнетит. Позднее А.М. Загурский [5] также указал на четыре основных пути происхождения магнетита в почвах: литогенный, педогенный, техногенный и космогенный, что в основном соответствует классификации В.Ф. Бабанина [1].

Ю.Н. Водяницким [3] предложено учитывать дисперсность частиц почвенного магнетита. По происхождению и размеру частиц минерала в почвах было выделено три группы: 1) крупнозернистый литогенный, 2) дисперсный педогенный, 3) супердисперсный гидрогенный.

Анализ источников научной литературы [2–4, 6–8, 11, 13–15] показал многообразие возможных форм происхождения магнетита в почвах: 1 – магматический; 2 – метаморфический; 3 – осадочный; 4 – гидротермальный; 5 – биогенный; 6 – педогенный; 7 – техногенный; 8 – пирогенный; 9 – космогенный. Диагностика и учет генезиса магнетита в почвах с использованием различных методов анализа позволяет повысить объективность интерпретации результатов определения магнитной восприимчивости почв.

Литература

1. Бабанин В.Ф. Магнетизм почв. Москва; Ярославль: ЯГТУ, 1995. 222 с.

2. Бабанин В.Ф. О биогенном происхождении магнетита и грейгита в осадках водоемов и почвах // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 1998. Т. 3. С. 36–40.

3. Водяницкий Ю.Н. Соединения железа и их роль в охране почв. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2010. – 156 с.

4. Гладковский А.К., Шарова А.К. Магнетит и маггемит в меловых осадочных бокситах западносибирских месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 239–244.

5. Загурский А.М. Специфика микростроения и генезиса магнитных соединений железа в почвах: специальность 03.00.27 Почвоведение: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. 125 с.

6. Касимов А.М., Гуренко И.В., Мацевитая И.Н. Влияние отвалов твердотопливных ТЭС и угледобывающих предприятий восточной Украины на состояние окружающей природной среды // Экология и промышленность. 2013. № 4. С. 69–74.

7. Лазур О.Г. Магнетит «рудных лав» древних метаморфических комплексов // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 1986. № 9. С. 95–104.

8. Павлов А.Л. Низкотемпературный гидротермальный синтез гематита и магнетита // Геол. и геофиз. 1964. Т. 11. С. 25–39.

9. Павлов А.Л., Шарапов В.Н. Генезис магматических магнетитовых месторождений. Новосибирск: Наука, 1983. 173 с.

10. Преображенский И.А. Акцессорные минералы в изверженных породах // Тр. ИГН АН СССР. 1941. № 17 (56). С. 1–45.

11. Сунгатуллин Р.Х. Геоморфологические и геолого-минералогические признаки импактного происхождения озерной котловины Рабига Куль, Республика Татарстан // Геоморфология. 2016. № 1. С. 64–72.

12. Чухров Ф.В., Бонштедт-Куплетская Э.М. Минералы. Сложные окислы, титанаты, ниобаты, танталаты, антимонаты, гидроокислы. 3е изд. М.: Наука, 1967. 676 с.

13. Le Borgne E. The influence of iron on the magnetic properties of the soil and on those of scists and granite 1960. V. 1.16. № f.2. P. 159–195.

14. Wilkin R.T. Chromium-removal processes during groundwater remediation by a zerovalent iron permeable reactive barrier // Environmental science & technology. 2005. № 12 (39). P. 4599–4605.

15. Žáček V., Skála R.T., Dvořák Z. Rocks and minerals formed by fossil combustion pyrometamorphism in the Neogene brown coal Most Basin, Czech Republic // Bulletin Mineralogicko-Petrologického Oddelení Národního Muzea v Praze. 2010. V. 1. № 18. P. 85–100.

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

УДК 631.4

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВ ВЫСОКОГОРНОЙ ЧАСТИ ДАГЕСТАНА

Р.З. Дибирова, И.Р. Гаджиев

Лаборатория комплексных исследований природных ресурсов
Западно-Каспийского региона, roksanadibirova@gmail.com

The quality of the structure is determined by its size, porosity, mechanical strength and water resistance. The most agronomically valuable are macroaggregates with a size of 0.25–10 mm, which have high porosity (>45 %), mechanical strength and water resistance. When studying structure, it is necessary to determine the degree of expression and homogeneity, the shape and size of aggregates. A soil containing more than 55 % water-resistant soil is considered structural. aggregates measuring 0.25–10 mm.

Определение структурности отдельных горизонтов почвенного профиля имеет большое значение для установления, как типа почвы, так и степени ее плодородия. Агрономически ценной структурой для пахотных горизонтов являются все виды зернистой, средне- и мелкоореховатая и среднекомковатая структуры.

Целью работы было определить подверженность склонов к деградации (оползни, эрозии).

Объектом исследования явился почвенный покров Кулинского района. Основным типом почв этого района являются горно-луговые субальпийские и бурые лесные.

Разрез 101-Ю заложен 10.08.2023 г. в 2 км севернее от с. Цовкра-2 в сторону МТФ. Начало высокогорий, нижняя половина высокогорий, 25–27°, крутой склон массивностью и высотой 200 м, южная экспозиция, горно-луговая субальпийская среднесуглинистая, низкотравная альпийская с участием следующих компонентов: лютик ползучий, шпорник, тысячелистник, подорожник, душица, донник желтый, клевер, молочай.

Разрез 201-С расположен на противоположно склоне от 101-Ю и 102-Ю, нижняя часть высокогорий, крутизна склона 25–26°, северная экспозиция, почва бурая лесная переходящая к олуговелым разностям, растительность представлена зарослями березы, бересклета, жимолости татарской, шиповником, тысячелистник, ромашка, дикий укроп, герань.

Для определения структурного состава применяют метод сухого рассева почвы на ситах с отверстиями различных диаметров. Для определения водопрочных агрегатов использовали метод разработанный И.М. Бишкеевым (https://vuzdoc.org/193247/agro/struktura_pochvy).

С агропроизводственной точки зрения наиболее ценны структурные отдельности почвы размером от 1 до 5 мм. Чем больше в почве структурных отдельностей указанного размера, тем лучше. Какие-либо градации достоинства почв в зависимости от различного содержания в ней структурных отдельностей установить трудно. Можно ориентироваться, однако, на то, что хорошо структурные почвы содержат агрегатов размером от 1 до 5 мм более 80 %, средне структурные – от 30 до 80 % и плохо структурные от – менее 30 %. Но встречаются почвы, где содержание указанной структурной фракции достигает лишь 5–10 %. Такие почвы почти бесструктурные.

Подсчет средней водопрочности агрономически ценных агрегатов (1–5 мм) показал, что в гумусовых горизонтах почв южной экспозиции значение суммы агрегатов составило – 42.34 %, а для северной экспозиции – 53.77 %.

Из этого следует, что почвы северной экспозиции имеют больше водопрочных агрегатов чем южная и, следовательно, меньше склонны к деградации. Данные почвы можно отнести к средне-структурным.

Работа рекомендована д.б.н., проф. З.Г. Залибековым.

УДК 574.38

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В СУКЦЕССИОННЫХ РЯДАХ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ
НА ТЕРРИТОРИИ ЦЛГПБЗ**

Е.М. Илюшкова, Я.С. Жигалева

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
e.ilyushkova@rgau-msha.ru

This paper describes the land cover at various key sites. The dominant types of ground and woody vegetation are reflected, and the factors influencing the formation of soil cover are determined.

Почвенный покров на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ), расположенного в юго-западной части Валдайской возвышенности, в Нелидовском районе Тверской области характеризуется большой неоднородностью в связи с разнообразием условий рельефа, почвообразующих пород, частичными ветровалами и историей развития ландшафта.

Согласно Классификации 1977 г. основные почвы относятся к типам: подзолистые (в том числе дерново-подзолистые), болотно-

подзолистые, буроземы, торфяные, дерново-глеевые. Данные типы различаются мощностью дернового, подзолистого, торфяного горизонтов, гранулометрическим составом, а также химическими и физическими свойствами.

Исследования проводились в 2023 г. в летний период на юго-восточном склоне урочища Красное, на его южной экспозиции. Объектом исследования выступают три почвенных разреза, заложенные на ключевых участках с разным возрастом залежи (рис. 1):

- 1 – Залежь с луговым разнотравьем;
- 2 – Залежь, заросшая березняком возрастом 10–15 лет;
- 3 – Залежь, заросшая березняком возрастом 50–60 лет.

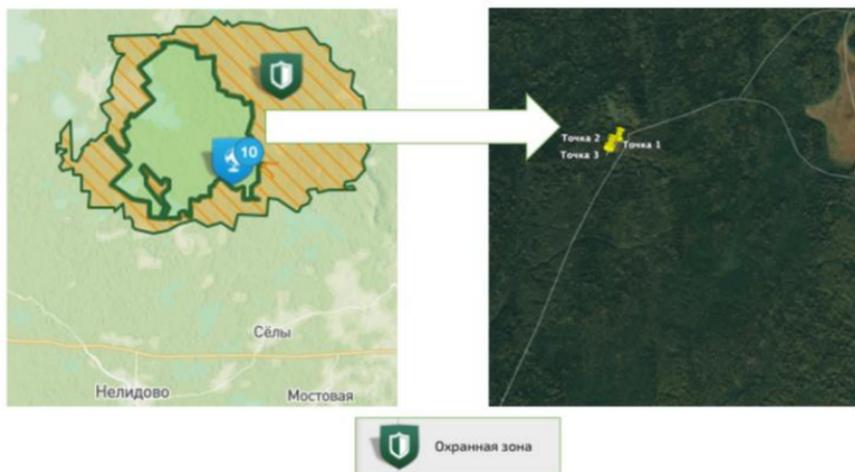


Рисунок 1. Карта объекта исследования

Размер пробных площадок, на которых производились исследования, составляли 25×25 м. Ключевой участок 1, использовавшийся ранее под пашню, в настоящее время представлен залежью с луговым разнотравьем. Основными представителями фитоценоза для данного участка являются: манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), василёк луговой (*Centaurea jacea*), марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum*), дудник лесной (*Angelica sylvestris*) и другие виды. Представительной почвой выступает дерново-подзолистая супесчаная на аллювиальных отложениях с погребённым гумусовым горизонтом [1].

Ключевой участок 2 – залежь, заросшая березняком возрастом 10–15 лет. Доминирующие древесные виды: берёза повислая (*Betula pendula*), осина обыкновенная (*Populus tremula*) и ель обыкновенная

(*Picea abies*). Основными представителями напочвенной растительности для данного участка являются: щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*), щитовник игольчатый (*Dryopteris carthusiana*), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*). Почва определена как дерново-подзолистая старопашотная на супесчаных отложениях (рис. 2).

Для ключевого участка 3, также являющегося залежью, доминирующими видами древесной растительности являются ель обыкновенная (*Picea abies*) и берёза повислая (*Betula pendula*), возраст последней определяется как 50–60 лет. В напочвенной растительности отмечены такие виды, как кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*). Почва определена как дерново-подзолистая супесчаная на глинистых отложениях [2, 3].



Рисунок 2. Почвенные разрезы ключевых участков 2 (слева) и 3 (справа).

В результате проведенных исследований удалось отследить пространственное варьирование почвенного покрова на территории ЦЛГПБЗ в зависимости от представительных видов древесной и напочвенной растительности.

Литература

1. Тихонова М.В., Бузылев А.В. Экологическая оценка влияния свойств почвы на развитие древесной и напочвенной растительности

склонового мезорельефа лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А.В. Леонтовича: Сборник статей, Москва, 03–06 июня 2019 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 130–133. – EDN WJLQXK.

2. Тихонова М.В., Аднане И.А., Алилов Д.Р., Васенев И.И. Экологическая оценка почвенных потоков CO₂ в условиях склонового мезорельефа представительного московского лесопарка // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3(33). – С. 29. – EDN YMJGXJ.

3. Тихонова М.В., Васенев И.И. Экологическая оценка потоков углекислого газа в условиях лесных экосистем // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва, 05–07 декабря 2017 года. Выпуск 290, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 407–409. – EDN XRCAOL.

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

УДК 631.41, 631.48

СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ И
МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ
ТИПИЧНЫХ НЕСМЫТОГО И СИЛЬНОСМЫТОГО
(НА ПРИМЕРЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.С. Комкова

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» лаборатория
минералогии и микроморфологии почв, Москва,
daria.komkova.lu@mail.ru

Both noneroded and severely eroded typical Chernozems are characterized by excellent aggregate state and good water resistance. Crumb and channel microstructure prevails in arable horizons, angular-blocky appears in the severely eroded Chernozem. At a depth of 40–50 cm vermicular and channel microstructure prevails in both soils, which is a sign of the distress of biota in the arable horizon and its movement into the underlying horizon.

Объект исследования: гумусовые горизонты пахотных черноземов типичных несмытого и сильносмытого, расположенных на склоне северной экспозиции в плакорной и нижней части склона на территории Опытного поля Курского ФАНЦ. Использовались следующие методы:

1) физико-химические (определение содержания Сорг и запасов гумуса, суммы агрономически ценных агрегатов, агрегатного состава и коэффициента структурности сухим просеиванием по Саввинову (Вадюнина, Корчагина, 1986), определение водоустойчивости структуры мокрым просеиванием по Павлову и Тюлину (Вадюнина, Корчагина, 1986); 2) микроморфологический (Stoops, 2021; Герасимова с соавт., 2011).

Полученные результаты показали, что изученные черноземы характеризуются невысоким содержанием углерода, в сильносмытом варианте его содержание заметно уменьшается с увеличением глубины. Потери запасов гумуса сильносмытого чернозема в слое 50 см составили 62.5 %, что подтверждает его классификационное положение при полевом описании (Чернозем сильносмытый). По сумме агрономически ценных агрегатов и по коэффициенту структурности на момент пробоотбора обе изученные почвы характеризовались отличным агрегатным состоянием. Содержание водоустойчивых агрегатов >0.25 мм в пахотном слое несмытого чернозема составило от 28 до 52 %, в пахотном слое сильносмытого чернозема – от 45 до 65 %, что соответствует хорошей водоустойчивости по И.В. Кузнецовой (1979). В среднем водоустойчивость структуры сильносмытого чернозема была выше, чем несмытого, несмотря на сниженное содержание Сорг в сильносмытом, что свидетельствует о повышенной роли материала припахиваемого горизонта В в создании водоустойчивой структуры пахотного горизонта (Bronick, 2005; Холодов, 2020). В микростроении просматриваются следующие тенденции. Несмотря на регулярную распашку слоя 0–20 см, в пахотном горизонте сильносмытого чернозема типично проявляется тенденция к формированию угловато-блоковой микроструктуры, чего нет в несмытом черноземе типичном. В отличие от пахотного горизонта, в обеих почвах в слоях 40–50 см одинаковая микроструктура (сочетание каналовидной и копрогенной). Это является признаком угнетения микробной активности в пахотном и подпахотном горизонтах, в результате чего большая ее активность проявляется в нижележащих почвенных слоях независимо от того, гумусовый это горизонт, или переходный к породе.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. О.О. Плотниковой.

ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ
ЮЖНОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.В. Ларина, А.Е. Белов, Л.А. Кривенко

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва,
larin.arina2003@gmail.com

The assessment of greenhouse gas emission is an important issue for the Siberian region due to its high swamp percentage. This work considers measurements of CH₄ emission from wetlands in Western Siberian tundra zone.

Парниковые газы (ПГ), накапливаясь в атмосфере способны влиять на климатические условия Земли. Заболоченные земли – природный источник одного из важнейших ПГ – метана, а Западная Сибирь (ЗС) – один из наиболее заболоченных регионов мира. Цель работы – проведение оценки удельных потоков метана (УПМ) с поверхности олиготрофного болота в южной тундре.

В задачи исследования вошло: 1. Измерение УПМ методом статических камер (СК) с различных элементов болотного микроландшафта. 2. Изучение однородности УПМ со схожих элементов микроландшафта на ключевых участках.

Исследуемые болотные экосистемы классифицируются, как плоскобугристо-мочажинный комплекс, состоящий из двух основных элементов микроландшафта: гряд (Г) – торфяных возвышенностей и мочажин (сухих (СМ) и увлажненных (УМ)) – пониженных, увлажненных элементов рельефа.

На двух точках методом СК было произведено измерение газообмена между атмосферой и поверхностью болота. Отобранные пробы воздуха анализировались на хроматографе «Кристалл 5000.2».

Результатом анализа стали величины УПМ, на грядах характеризующиеся слабой эмиссией или поглощением, и ростом до 4–8 мгСН₄/м²/ч⁻¹с повышением УБВ (рис. 1).

В соответствии с проведенным кластерным анализом (рис. 2), очевидна возможность объединения схожих микроландшафтов на разных точках по классам. Этот факт поможет при дальнейшем анализе корреляции между факторами внешней среды и УПМ.

Так, на основе результатов, полученных в ходе исследования на олиготрофном болоте в подзоне южной тундры ЗС, была выявлена вариабельность УПМ, ассоциированная с неоднородностью микроландшафта. При помощи кластерного анализа участки апробирования были объединены в классы по величинам УПМ.

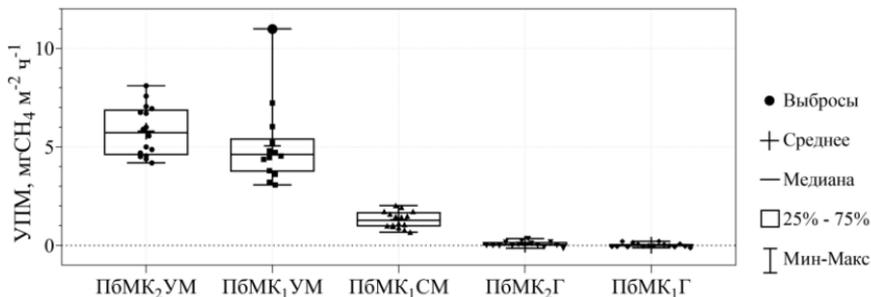


Рисунок 1. Диаграмма размаха для величин УПМ.

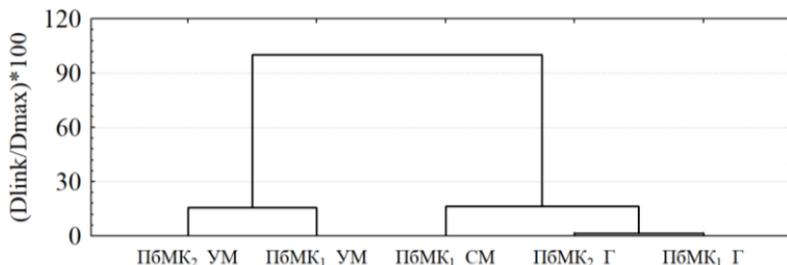


Рисунок 2. Результат кластерного анализа методом Варда для разных элементов микроландшафтов ПбМК.

Авторы выражают благодарность к.б.н., с.н.с. В.С. Казанцеву за предоставление возможности в сборе и обработки полевых данных.

Работа рекомендована к.б.н., с.п. В.В. Столбовой.

УДК 504.05

ПЕРВИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ШЛАКОВЫХ ОТВАЛАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

А.Ю. Лащина

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
allllashch@gmail.com

The article presents studies of primary soil formation and soil profile formation on slag dumps.

Одним из побочных продуктов горно-металлургической отрасли является шлак, часть его вовлекается во вторичное производство, а другая складывается вблизи комбината. Шлак цветной металлургии пред-

ставляет собой силикатную матрицу, которая устойчива к внешнему воздействию, но, если шлак не подвержен дислокации на протяжении нескольких десятилетий на его поверхности происходит образование нового биогеоценоза. Целью исследования является изучение состава и свойств новообразованных почв, сформировавшихся на отходах металлургического производства.

Выветривание шлаков на протяжении 100 лет способствовало формированию слаборазвитой почвы, на которой развивается травянистая растительность. Она представлена многолетниками (полынь малозцветковая, понтийская и липучка обыкновенная) и однолетниками (лебеда прибрежная, марь сизая, песчанка тимьянолистная). Таким образом, на поверхности шлаков сформировался органогенный слой W мощностью менее 10 см, ниже залегает уплотненный шлаковый материал (R). Почвенный профиль не дифференцирован на генетические горизонты, и представляет собой тёмноокрашенный слой, обогащённый мелкими окатанными зёрнами шлака. Почва отвалов «Верхоторского» и «Воскресенского» металлургических комбинатов относятся к отряду слабо развитые почвы и классифицируются как петроземы гумусовые (Folic leptosols) [1, 2].

В процессе формирования почв дифференциация по гранулометрическому составу не происходила. Общей закономерностью для всех почв является преобладание фракции мелкого песка и крупной пыли. По содержанию физической глины почвы различаются, но не существенно.

Под влиянием растительности в верхней части почвенного профиля происходит незначительное изменение реакции среды. В результате исследования было выявлено высокое содержание подвижного фосфора в профиле изученных почв – 194,7 мг/100 г.

В результате длительного процесса разрушения верхней части шлакоотвала, на первом этапе сформировался слой мелкозернистого шлака, на котором развивалась моховая, а затем уже травянистая растительность. Под влиянием факторов почвообразования образовался маломощный, грубогумусовый слой почвы мощностью не более 10 см с содержанием органического вещества от 11,09 до 21,6 %, с близко к нейтральной реакцией среды и высоким содержанием подвижного фосфора.

Литература

1. Классификация и диагностика почв России / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Рос. акад. с.-х. наук и др.; [Л.Л. Шишов и др. Отв. ред. акад. РАН, проф. Г.В. Добровольский. – 2-е изд., доп. и испр.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.

2. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2014. – P. 181.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Шабановым.

УДК 631.4(075.8)

ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

К.В. Маадыр

Тувинский государственный университет, город Кызыл
katchyghashmaadyr00@mail.ru

The manifestation and negative effect of deflation on the soil cover are considered, leading to a change in the granulometric composition, which subsequently changes the chemical properties of soils. A sand fraction accumulates in the surface layer of deflated soils of light mechanical composition. Under the influence, the sand fraction is sorted and redistributed, the content of coarse and medium sand increases while reducing the silty particles that are blown out.

Республика Тыва расположена в Центре Азии. На западе граничит с Горно-Алтайской республикой, на севере с Красноярским краем, на северо-востоке с Иркутской областью и республикой Бурятия, на востоке и юге – с Монголией. Общая площадь ее составляет 168.6 тыс. кв. км. Около 80 % территории республики занято горами и лишь 20 % приходится на относительно равнинные участки-степи. Климат резко-континентальный. С середины пятидесятых годов прошлого столетия видные почвоведы М.В. Кириллов, Б.Ф. Петров, В.А. Носин и др., проводили исследования почв Тувы и ими установлены закономерности формирования ее почвенного покрова. В результате многолетних исследовательских работ учеными были собраны материалы, раскрывающие разнообразие почв Тувы, а в 1962 году В.А. Носиным написана книга «Почвы Тувы». Большой вклад в изучение почв республики сделала профессор, доктор сельскохозяйственных наук, почетный работник сельского хозяйства республики – О.А. Назын-оол. Она занималась исследованием черноземных почв, и ею выпущены 3 монографии. В Туве дефляция (ветровая эрозия) наблюдается не повсеместно, а главным образом в зоне недостаточного увлажнения; в зоне котловинных степей – на черноземах, в зоне сухих степей – на каштановых почвах, в пустынно-степной зоне на светло-

каштановых супесчаных почвах. В наиболее засушливые годы она наблюдается и в лесостепи на легких супесчаных и песчаных и реже на распыленных суглинистых и глинистых почвах. Дефляция в Туве вызывается ветрами западного и северо-западного направления, она развивается при разной скорости ветра (особенно весной) и зависит от гранулометрического состава и структуры почвы. При дефляционных процессах преобладающая мелкоземистая часть сдувается и вымывается, особенно на склонах при условии отсутствия растительного покрова. Под воздействием ветровой эрозии почвы теряют свое основное свойство – естественное плодородие, что обусловлено потерей глинистых частиц, коллоидов, а с ними органического вещества и важных минеральных соединений, все это сопровождается изменением температурного режима почв. Как показали исследования, неумеренный выпас скота негативно влияет на рост и развитие растительного покрова, и приводит к ухудшению почв. В результате вольного выпаса скота наблюдается сбитость травостоя, оголение почвы, что приводит к деградации почвенного покрова. Проективное покрытие травостоя на таких участках составляет 20–25 %.

В заключении можно отметить, что каштановые почвы котловинных степей также находятся в различной степени деградации. Поэтому необходимо принимать комплексные меры для повышения плодородия почв. Рекомендуется внесение удобрений, а также контроль за выпасом скота.

Работа рекомендована ст. преп. Н.Д. Чадамба.

УДК 631.4

ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВ В НЕКОТОРЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ УОПЭЦ МГУ «ЧАШНИКОВО»

О.И. Манакова

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, oliamanakova@yandex.ru

Soil carbon stocks are calculated using bulk density. This value contributes to the final uncertainty of the results obtained. This paper analyzes the results of soil density measurements in duplicate for different types of land use.

Информация о варьировании плотности почв, в особенности на глубину более 20 см, мало представлена в литературе. На территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ «Чашниково» представлены природные и антропогенно-преобразованные ландшафты,

полученные данные по плотности почв будут использованы в работах для расчета запасов углерода и в моделировании.

В ходе полевых работ на шести участках были заложены разрезы (глубиной 1 м) и по две прикопки на расстоянии 15 м от них, (глубиной до 60 см). Плотность почвы определялась методом Качинского в двухкратной повторности до глубины 30 см с шагом по 10 см и ниже через каждые 20 см (табл.).

На всех участках были вскрыты профили дерново-подзолистых почв разной степени осветления и оглеения. Участок 1 расположен в берёзово-еловом лесу. Пахотные почвы представлены на участках 2 и 6, на последнем ярко выражены эрозионные процессы. Участок 3 заложен под еловым лесом на склонах в 3–5 градусов. Территория участка 4 на суходольном лугу характеризуется наиболее гидроморфными условиями и расположена на террасе реки Клязьма, в то время как остальные участки находятся в автоморфных и транзитных позициях. Участок 7 представлен косимой залежью возрастом около 25-ти лет.

Таблица. Средняя плотность почв (m , в $г/см^3$) и стандартное отклонение (s) по участкам в зависимости от глубин.

Глубина, см	Уч. 1 – лес		Уч. 2 – пашня		Уч. 3 – лес	
	m	s	m	s	m	s
0–10	0.90	0.17	1.24	0.05	1.03	0.05
10–20	1.16	0.21	1.27	0.09	1.16	0.11
20–30	1.47	0.13	1.36	0.10	1.29	0.14
30–50	1.59	0.12	1.63	0.09	1.40	0.12
Глубина, см	Уч. 4 – луг		Уч. 6 – пашня		Уч. 7 – залежь	
	m	s	m	s	m	s
0–10	0.97	0.14	1.11	0.11	1.20	0.08
10–20	1.15	0.13	1.11	0.21	1.31	0.13
20–30	1.27	0.11	1.28	0.14	1.41	0.12
30–50	1.60	0.05	1.46	0.15	1.51	0.10

Значения плотности ниже единицы встречались преимущественно в слое 0–10 см природных почв, в то время как для пахотных горизонтов характерными были значения около $1.20 г/см^3$.

Наибольшее варьирование значений плотности внутри участков характерно для гумусовых горизонтов. Пахотные почвы, в сравнении с природными аналогами, имеют меньшее варьирование значений в верхней части профиля, что вероятно связано с меньшей пронизанностью толщи корнями.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Ю.Л. Мешалкиной.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Ф.В. Маркин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
markin.f2019@gmail.com

Data about the soils of Kamchatka lack details on soil cover of different parts of the peninsula. In summer 2023 a field research was conducted in Central Kamchatka. The properties of soils were examined in 20 sites. The soils are characterized by AO horizons, clear boundaries between horizons, low bulk density and light texture.

Курильские острова и Камчатка – единственные регионы России, где встречаются обширные ареалы почв на вулканических отложениях. Район вытянут с северо-востока на юго-запад на 2500 км, и климатические условия в разных его частях различаются (табл.). Почвенный покров Камчатки изучен на мелком и среднем масштабе и требует дальнейших исследований, а почвы Курильских островов не изучены вовсе. В ходе изучения полевых материалов экспедиции 2019 года на о. Итуруп, были сделаны выводы о преимущественном распространении серогумусовых горизонтов и средней степени выветрелости пеплов.

На Камчатке исследования проводились в Центральной Камчатской депрессии между пп. Верхне- и Среднекамчатск (19 разрезов) и в окрестностях г. Петропавловск-Камчатский (1 разрез).

Почвенно-пирокластический чехол (ППЧ) ЦКД представлен пеплами извержений вулканов Ксудач (КС-1, 1800 лет) и Хангар (ХГ, 7000 лет). На юге встречаются прослои пепла Опалы (ОП-1, 1490 лет), на севере – Безымянного (Б, 2100 лет) и Шивелуча (Ш-2, 1000 лет, Ш-3, 1400 лет). Мощность ППЧ не превышает 70–80 см.

Для почв характерны легкий гранулометрический состав, и низкая объемная плотность (в среднем 0.65 г/см^3). Структура слабая, комковатая, с тенденцией к вертикальной делимости в верхней части профиля и к горизонтальной в нижней. Переходы между горизонтами резкие или ясные. В почвах севернее п. Долиновка встречаются криотурбации. Поверхностные горизонты варьируют от грубогумусовых, под хвойными и хвойно-лиственными лесами на севере, до серогумусовых, под березняками и травянистыми сообществами на юге. В некоторых почвах присутствуют охристые горизонты VAN.

Профиль почвы, вскрытый в районе Петропавловска-Камчатского, под каменно-березовым лесом, отличается сложным ППЧ, интенсивной рыжей окраской, поверхностным горизонтом АУ, а также менее резкими и выраженными границами. Различия обусловлены скорее всего более мягким и влажным климатом Петропавловска, по сравнению с ЦКД. По морфологии эта почва близка к почвам, изученным на о. Итуруп. Данный профиль интересен наличием пепла вулкана Ксудач (КС-2, 6000 лет). С позиций тefрохронологии именно его называют охристым горизонтом (ВАН). Горизонт имеет икряную структуру и интенсивную охристо-рыжую окраску.

Таблица. Среднегодовые температуры и суммы осадков в исследуемых районах.

Пункт	Среднегодовая температура, °С	Сумма осадков, мм
Петропавловск-Камчатский	2.7	1200
Мильково	-1.3	529
Курильск	5.5	1200

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

УДК 504.054

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРАЛЬСКОГО
ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОКРУГА

К.И. Масленников

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
maslennikovk2004inbox@gmail.com

The article presents the results of the study on the impact of mining and metallurgical enterprises on the change of physical and chemical indicators of soils in the western part of the Chelyabinsk region.

Урал – промышленно-сырьевая база Российской Федерации, здесь находятся крупные месторождения и перерабатывающие горно-металлургические предприятия. Переработка руды влечёт за собой выделение газопылевых выбросов, распространяющихся на значительное расстояние в виде сажистых частиц. Изучение почвенного покрова в непосредственной близости от источников загрязнения, позволяет оценить экологическое состояние почв.

Целью работы является оценка изменения физико-химических свойств почв природных и антропогенных ландшафтов Южного Урала.

Объектом исследования являются черноземы и агрочерноземы миграционно-мицелярные (Voronich Chernozems) AU(PU)-BCA-Cca, черноземы глинисто-иллювиальные (Luvic Chernozems) и агрочерноземы AU (PU)-AUBT-BI-Cca, литоземы темногумусовые (Litozems Dark Humus) AU-BT-D, серые типичные (Grey Luvic Phaezems) и дерново-подзолистые почвы (Luvisols Abruptic Albic), расположенные вблизи действующих и законсервированных источников загрязнения окружающей среды (предприятия черной и цветной металлургии).

Территория исследования расположена в западной части Челябинской области и условно ее можно разделить на две части, природные и антропогенные ландшафты. Почвы природных ландшафтов обладают слабощелочной, нейтральной и близко к нейтральной реакции среды, сумма обменных катионов кальция и магния в среднем 112.25 мг-экв/100 г, в горнолесной зоне реакция среды близка к нейтральной, а сумма обменных катионов кальция и магния 25–30 мг-экв/100 г, в северной лесостепи реакция среды от кислой до слабокислой, сумма обменных катионов кальция и магния 15–20 мг-экв/100 г, севернее в горно-лесной зоне реакция среды от кислой до слабокислой. Эти же почвы, расположенные вблизи горно-металлургических комплексов, карьеров и отвалов, обладают иными показателями, изменяются гранулометрический состав верхней части профиля и реакция среды от слабокислой до сильнокислой. В почвах вблизи Учалинского горно-обогатительного комплекса и в районе Магнитогорского металлургического комбината, изменений реакции среды и содержания органического вещества не выявлено. В почвах вблизи Карабашского медеплавильного комбината показатель рН изменяется до кислой или близок к нейтральной.

Таким образом было установлено, что на исследуемой территории ландшафты подвержены большой техногенной нагрузке, выраженной в загрязнении продуктами окисления за счёт пыления отвалов вскрышных пород, содержащих халькофильные элементы. Из-за газопылевых выбросов и продуктов окисления наблюдаются изменения физико-химических свойств почв, которые особенно ярко выражены в слое 0–15 см.

Работа рекомендована к.с.-х.н, доц. М.В. Шабановым.

The data on the granulometric composition and agrochemical characteristics of chestnut soils as the predominant soil type in the Republic of Tyva are presented. Chestnut soil has two subtypes: light chestnut and dark chestnut. The granulometric composition of the soil is mainly light loamy. According to generalized data, the weighted average humus content in the humus-accumulative horizon throughout the territory is low. The content of mobile forms of phosphorus and potassium is insufficient.

Почвенный покров Тувы представлен следующими типами почв: каштановыми (светло- и темно-каштановыми), черноземами (южными и обыкновенными), аллювиально-луговыми, солонцами, солончаками и серыми лесными. Каштановые почвы образуют основной фон почвенного покрова Центрально-Тувинской, а также в пониженной древнеозерной части Турано-Уюкской котловин Тувы. Почвообразующими породами каштановых почв являются преимущественно делювиально-пролювиальные и пролювиальные отложения. На каштановых почвах представлена сухостепная растительность. Под воздействием природных и антропогенных факторов растительный покров претерпевает значительных изменения. Нерациональное (вольный выпас) их использование приводит к ухудшению или деградацию растительного покрова, а также урожайности и качества травостоя. И поэтому в равнинных участках распространены тырсово-холоднопопынно-змеевковые, холоднопопынно-лапчатковые сухие степи. Проективное покрытие от 45 до 55 %. Каштановые почвы характеризуются суглинистым и супесчаным гранулометрическим составом. Супесчаные разновидности каштановых почв встречаются чаще, чем суглинистые. Преобладающей фракцией в каштановых почвах является мелкий песок от 31.9 до 48.1 %. Содержание физической глины составляет 27.0–37.4 %. Содержание илистой фракции по всему профилю составляет 1.5–7.2 %. Увеличение илистой фракции выявлено в иллювиальном горизонте – 7.2 %. Гумусовый горизонт имеет светло-коричневую или серовато-бурую окраску, бесструктурный. Содержание гумуса в горизонте А – 2.01 % и с глубиной постепенно убывает. В горизонте С оно составляет 1.28 % и менее. Реакция почвенного раствора в основном слабощелочная в верхнем го-

ризонте, в нижних – щелочная. Содержание обменных кальция (16–19 мг/кг) и магния (3.5–4.8 мг/кг) невысокое, причем кальций преобладает над магнием. Обеспеченность подвижными формами фосфора и обменным калием низкая (P_2O_5 – 16.4, K_2O – 100.0 мг/кг почвы). Валовой азот составляет 0.25 %.

Таким образом, на территории Тувы каштановая почва является преобладающим типом почв. Данный тип почвы имеет легкий механический состав, низкую влагоемкость (17–19 %), низкое содержание гумуса и питательных элементов, так как более 25 лет не вносились удобрения. Для того, чтобы довести содержание питательных элементов почвы до среднего уровня, рекомендуется внесение минеральных и органических удобрений, а также рациональное использование естественных кормовых угодий.

Работа рекомендована ст. преп. Н.Д. Чадамба.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ЯМАЛЬСКОЙ ОПЫТНОЙ АГРОСТАНЦИИ КАК НАСЛЕДИЕ Н.И. ВАВИЛОВА

Т.И. Низамутдинов¹, А.Р. Сулейманов¹, Е.Н. Моргун², А.С. Печкин²

¹Санкт-Петербургский государственный университет,
t.nizamutdinov@spbu.ru

²ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Салехард,
morgun148@gmail.com, a.pechkin.ncia@yandex.ru

The article presents the results of morphological, agrochemical and physicochemical investigations carried out for the soils of the Yamal experimental agricultural station.

Ямальская зональная овощная опытная станция (в н. вр. Ямальская опытная станция ФГБУН ФИЦ ТюмНЦ СО РАН) – это первый научно-организационный центр развития земледелия на Обдорском Севере. Агростанция была основана в 1932 году в г. Обдорск (ныне г. Салехард, ЯНАО) по инициативе Н.И. Вавилова в рамках развития концепции полярного земледелия (Вавилов, 1931). Первые ее опытные поля располагаются на полярном круге (N 66.526641, E 66.655225) и сохранились до сегодняшнего дня, хотя частично территория агростанции была утрачена из-за расширения городской застройки. Здесь, вплоть до 90-х годов XX века проводились работы по кормопроизводству, овощеводству открытого и закрытого грунта, исследования по ак-

климатизации зерновых и кормовых культур, разработка агротехнических мероприятий и различные сортоиспытания, осуществлялась научно обоснованная ротация сельскохозяйственных культур в севооборотах, регулярно вносились минеральные и органические удобрения (Патрикеев, 2000). Благодаря исследованиям, которые проводились на агростанции площадь посевов в открытом грунте в регионе увеличилась в 56 раз за 20 лет (с 7.6 га в 1932 до 420 га в 1955).

В настоящий момент поля Ямальской опытной станции находятся в залежном состоянии, однако они все еще представляют интерес как уникальный почвенный природно-исторический объект. За четырехлетний период исследований были проведены исследования морфологического строения почвенного профиля (агро-иллювиально-железистая агрогенно-аккумулятивная глеевато-псевдофибровая постагрогенная легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная почва на аллювиальных слоистых отложениях) на мезо- и микроровнях (Полевой определитель..., 2008). В работе параметры почвы определялись при помощи следующих методов: $C_{\text{орг}}$ – по Тюрину; $P-P_2O_5$ и $K-K_2O$ – по Кирсанову; $N-NH_4^+$ – фотометрическим методом с реактивом Несслера; $N-NO_3^-$ – дисульфобенновым методом; металлы и оксиды – рентген-флуоресцентным методом; минералогический состав – методом рентген-дифрактометрии. Основным минералом, слагающим почвенную матрицу мелкозема, является кварц, также отмечено присутствие различных полевых шпатов (альбит, анортит). В поверхностных горизонтах больше слоистых минералов (гидрослюд). Изучены основные агрохимические и физико-химические параметры почвы, их пространственное и профильное распределение. Проведено картирование агрохимических характеристик ($pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{сол}}$, $C_{\text{орг}}$, $P-P_2O_5$, $K-K_2O$, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$) и концентраций некоторых металлов (Sr, Pb, As, Zn, Ni, Co, Cr, V) и оксидов (Fe_2O_3 , MnO, TiO_2) в слое 0–10 см. Установлено, что почвы кислые ($pH_{\text{вод}}$ 4.7–5.9; $pH_{\text{сол}}$ 3.6–5.1), обладают значительной пространственной вариативностью (в слое 0–10 см, $n=40$) по содержанию органического углерода ($C_{\text{орг}}$ 0.9–5.1 %), доступного фосфора 165–1268 мг/кг, обменного калия 53.0–294 мг/кг. Экотоксикологическое состояние почвы благоприятное, уровень загрязнения почвы (по индексу Zc) характеризуется как «низкий».

Литература

1. Вавилов Н.И. Проблема северного земледелия: (материалы Ленинградской чрезвычайной сессии АН СССР, 25–30 ноября 1931 г.). – Л.: АН СССР, 1931. – 15 с. + [1] отд. л. карт.

2. Патрикеев Н.Б. П 20 Ямальская нива: Из истории земледелия на Обском Севере. Тюмень: «Издательство Вектор Бук», 2000. – 96 с.: ил.

3. Полевой определитель почв. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

Исследования выполнены при поддержке НЦМУ «Агротехнологии будущего».

Работа рекомендована д.б.н., проф. РАН, зав. каф. прикладной экологии СПбГУ Е.В. Абакумовым.

УДК 631.10

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ

В.А. Николаева

Иркутский государственный университет, vera.nikolayeva.2003@list.ru

Gypsum-bearing soils are unique soils that are widespread in various regions. Their formation depends on various factors, including soil-forming rocks, climate and occurrence of mineralized groundwater. Special attention should be paid to gypsum-bearing soils of Siberia, which have a wide range of morphological features.

Гипсоносные почвы – особая геохимическая группа почв, широко представленная в аридных областях и локально в степной, лесостепной и таёжно-лесной зонах. Несмотря на длительную историю изучения многие вопросы до сих пор не нашли своего окончательного решения: способы почвообразования и формирования гипсосодержащих почв, их география и классификация. Гипсоносные почвы представляют собой уникальное явление, требующее особого научного подхода.

Особое внимание хотелось бы уделить гипсоносным почвам юга Иркутской области. Окрестности пос. Новонукутский Нукутского района включают участки распространения гипсосодержащих почв, образовавшихся на солёных и гипсоносных карбонатных подстилающих породах при участии гидрогенно-аккумулятивных процессов. Почвы, распространённые на данной территории, представляют ареал редких видов почв, морфологические особенности которых недостаточно изучены.

Территория исследования отличается особыми условиями почвообразования. Кроме влияния пород верхнекембрийского возраста, на формирование гипса в почвах исследуемой территории оказали влияние климатические условия, характеризующиеся низким индексом увлажнения. Этот фактор поспособствовал подтягиванию почвенных раство-

ров к верхней части профиля, что подтверждает наличие выцветов солей на поверхности верхнего горизонта почв, сформированных под действием гидрогенно-аккумулятивных процессов почвообразования.

Гидрогенно-аккумулятивные процессы играют ключевую роль в формировании морфологических характеристик рассматриваемых почв. Основными морфологическими особенностями данных почв являются: наличие разных по происхождению новообразований гипса; различная глубина залегания гипса в почвенном профиле; разнообразные формы гипсовых новообразований (налёты, крапинки, одиночные и крупные кристаллы, корки и прослойки на поверхности почвы).

Целью работы является изучение особенностей морфологии гипсоносных почв Южного Прибайкалья.

Объектом исследования являются морфологические особенности гипсоносных почв Нукутского района Иркутской области.

Для выполнения данной научной работы, были заложены почвенные разрезы на различных элементах рельефа:

– Аллювиальная серогумусовая засоленная (аллювиальная дерновая) сформирована в пойме р. Залари под злаково-разнотравным лугом с древостоем, Морфологические особенности почвы: преобладание в окраске почвенного профиля серых тонов, включения в виде прослоев угля и окатанной гальки, на поверхности почвы были обнаружены выцветы солей белого цвета и обилие краплений белого и ржаво-охристого цвета по всему почвенному профилю. Новообразования гипса представлены в виде белых налётов на поверхности включений, представленных окатанной галькой, конкреций и кристаллов гипса.

– Антропогенно-нарушенная рекультивированная почва выделена на крутом склоне рядом с заброшенным карьером, который использовался для добычи гипса под разнотравно-злаковой растительностью. Морфологические особенности: наличие очень плотного слитого горизонта и новообразований, представленных белым налётом гипса. В результате рекультивации данной почвы было нарушено сложение почвенных горизонтов, что подтверждает наличие в почвенном профиле резкой смены структуры и плотности. На территории исследования в течение длительного времени и по сей день ведется деятельность по добыче гипса. Данная деятельность оказывает значительное воздействие на морфологические свойства почв.

– Бурозём тёмный (дерново-карбонатная почва сформирована на пологом склоне северо-восточной экспозиции под злаково-разнотравным лугом. Морфологические особенности: наличие новооб-

разований, представленных карбонатным псевдомицелием, глубина залегания которого находится в диапазоне от 20 до 60 см.

На основании проведенных исследований были выявлены основные морфологические особенности гипсоносных почв, включая их цвет, структуру, наличие гипсовых прожилок и конкреций, а также особенности почвообразующих пород. В исследуемых образцах почвы, также были обнаружены новообразования железа в виде ржаво-охристых конкреций и пятен.

Работа рекомендована ст. преп. Н.Д. Киселевой.

УДК 631.41

КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАК ИСТОЧНИК ДАННЫХ О ФОНОВОМ СОДЕРЖАНИИ
ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ

В.А. Обатнин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vobatnin@mail.ru

The theses calculate the background content of some chemical elements in some types of the soils in the Volgograd Region according to the red book of the soils of the Region.

Инженерно-экологические изыскания предполагают расчет суммарного показателя загрязнения почв (Z_c), для расчета необходимо знать фоновое содержание химических элементов в почвах. Одним из источников таких данных могут служить региональные красные книги почв. Красная книга почв Волгоградской области содержит описание 179 почвенных разрезов, для 42 из них указано валовое содержание ряда элементов в верхнем горизонте.

42 указанных разреза были разделены по типам почв. Также было определено количество разрезов, площадки расположения которых можно назвать фоновыми. С учетом методики исследований при определении регионального фона в почвах Московской области [1] и Карелии [2], а также требований СП 502.1325800.2021, фоновыми считались площадки, не приуроченные к пашням, расположенные не ближе 300 метров от населенных пунктов, промышленных объектов, железных дорог, автомобильных дорог с покрытием, не ближе 50 метров от полевых дорог и отдельных строений.

Для большинства типов почв (аллювиальные, болотные, солончаки, солонцы) объем выборки слишком мал для расчета регионального фона. Отсутствие существенных различий в содержании элементов между зональными типами почв и их полугидроморфными аналогами позволяет условно объединить выборку черноземов с выборкой лугово-черноземных почв, а выборку каштановых – с выборкой лугово-каштановых.

Было рассчитано среднее содержание элементов для некоторых типов почв. В первом случае учитывались только те разрезы, площадки расположения которых были отнесены к фоновым; во втором случае учитывались все разрезы (табл.). При этом среднее содержание элементов во втором случае возрастает не более чем на 6–8 %, а чаще даже немного уменьшается. Это значит, что на площадках, удаленных от локальных источников загрязнения всего на 50–100 метров, содержание элементов в почвах в целом сохраняется на фоновом уровне. Тогда в качестве регионального фона можно использовать значения для расширенного варианта выборки, где учитываются все разрезы данных типов почв.

Таблица. Среднее содержание элементов в почвах Волгоградской области, мг/кг.

Тип почв, выборка (n)	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Cd	Hg	As
Черноземы и лугово-черноземные n = 7 (n = 10)	9.9 (9.6)	40.1 (38.0)	14.6 (14.0)	* (27.6)	6.8 (7.2)	0.20 (0.18)	0.01 (0.01)	5.9 (6.4)
Каштановые и лугово-каштановые n = 12 (n = 18)	8.1 (7.5)	39.2 (35.2)	11.7 (10.5)	22.3 (18.8)	5.0 (4.9)	0.16 (0.15)	0.03 (0.02)	5.9 (5.3)

Примечания. В скобках значения по всем разрезам, за скобками – по разрезам, площадки расположения которых были отнесены к фоновым.
* – данных для осреднения недостаточно.

Литература

1. Волгин Д.А. Фоновый уровень и содержание тяжелых металлов в почвенном покрове Московской области // Вестник МГОУ. 2011. № 1. С. 26–33.

2. Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Медведева М.В. и др. Тяжелые металлы в почвах Карелии. Под ред. Ахметовой Г.В. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 222 с.

Работа рекомендована д.г.н., проф. В.И. Стурманом.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ОРГАНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПОЧВ ГОРНОЙ ЗОНЫ

А.А. Петросян

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пушкино, Alisa_mayakovskaya@bk.ru

The physicochemical and biological properties of the soils at north and south facing slopes along an altitudinal gradient (1960, 2600, 2900 m) in the mountainous zone were studied. The soils of the southern slopes differed greatly from each other, relative to the northern ones, and showed a pH shift in a more neutral range. With increasing of elevation, the content of the silt fraction and the C:N ratio decrease, which indicates a decrease in the availability of these elements.

Были изучены органо-аккумулятивные почвы горной зоны Центрального Кавказа, в мировой классификационной системе WRB Umbrisols [1], в Ставропольском крае, Карачаево-Черкесской и Кабардино-Балкарской Республике. Почвенные разрезы были заложены на склонах северной и южной экспозиции на высотах 1960, 2600 и 2900 м. Почвы не различались по литологическим и геоморфологическим условиям. Образцы отобраны через каждые 10 см. Были использованы стандартные методики исследования физико-химических свойств почв. В почвенных образцах определено содержание углерода микробной биомассы тремя различными методами, а именно, 1) методом определения концентрации двухцепочечной ДНК в почве, с использованием коммерческого набора FastDNA Spin Kit for soil (MP Biomedicals), с последующем окрашиванием флуорогенным красителем Quantifluor (С-ДНК), количество флюоресценции которого пропорционально количеству ДНК в образце; 2) методом оценки содержания фосфолипидов (С-ФЛ) в почве; 3) методом субстрат-индуцированного дыхания (С-СИД). Кроме того, определена ферментативная активность почв: активность кислой фосфатазы и β -глюкозидазы с помощью микропланшетного метода с использованием флуорогенно меченных субстратов на основе 4-метилумбеллиферола и процедуры гетеромолекулярного обмена, а также уреазная активность с помощью индофенольного метода.

При сравнении трех методов изучения микробной биомассы метод С-ДНК давал заниженные значения в верхних горизонтах, в связи с ослаблением взаимосвязи между концентрацией дцДНК и микробного углерода в почвах, богатых органическим веществом. Метод С-СИД,

несмотря на схожие значения с С-ФЛ, давал заниженные значения в нижних горизонтах. Следовательно, метод С-ФЛ является наиболее оптимальный для горных почв, богатых органическим веществом.

При проведении статистического анализа был использован метод главных компонент (рис.).

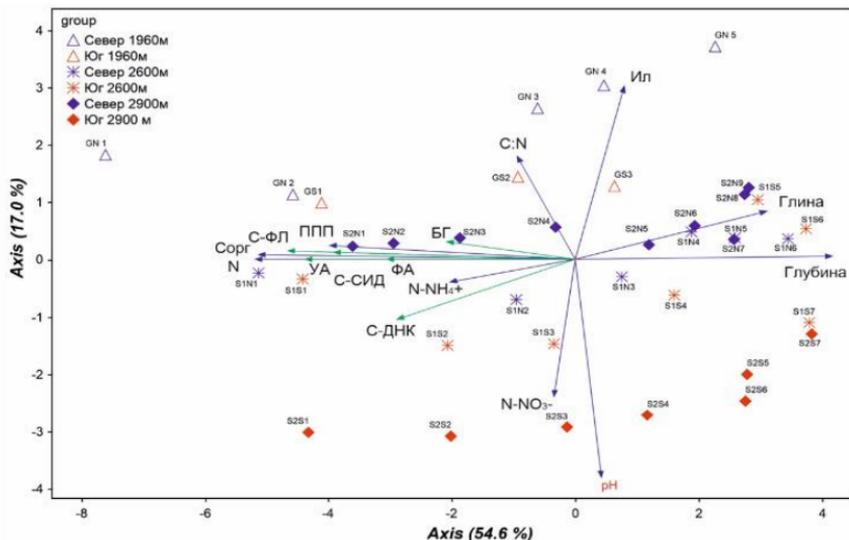


Рисунок. Статистический анализ физико-химических (ил, глина, pH водной вытяжки, потеря при прокаливании (ППП), Сорг, N, подвижные минеральные формы азота (аммонийный – N-NH₄⁺, нитратный – N-NO₃⁻) и биологических (углерод микробной биомассы методом дцДНК, ФЛ, Сид, ферментативная активность (УА – уреазная активность, ФА – фосфатазная активность, БГ – активность фермента β-глюкозидазы)) свойств органо-аккумулятивных почв.

Фактор 1 связан с глубиной и объясняет 54.6 % общей дисперсии. Биологические и химические показатели уменьшаются вниз по профилю, гранулометрический состав утяжеляется. Микробная биомасса изменялась от 4900 до 2251 мг С/г в верхних горизонтах, доходила до 92 мг С/г в нижних горизонтах. Гранулометрический состав относился к связно-песчаному в верхних горизонтах, и супесчаному в нижних, а содержание органического углерода варьировало от 1 до 5 % в нижних горизонтах, и от 5.6 до 11.8 % – в верхних. Фактор 2 связан с экспозицией склона и высотой, объясняет 17.0 % общей дисперсии. Южные склоны сильно расчленены, в то время как склоны северной экспозиции на высотах 2600–2900 м были схожими. Почвы склона южной экспози-

ции показали смещение рН в более нейтральную сторону с высотой, где показатель изменялся от 4.7 до 6.3, и увеличение содержания нитратного азота от 0.2 до 1.1 %. С увеличением высоты уменьшается содержание илистой фракции от 5–6 до 1 % и отношение С:N от 8 до 13, что говорит об уменьшении доступности органического вещества для микроорганизмов с высотой.

Литература

1. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2014. – P. 181.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 22-68-00010.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. Е.В. Чернышевой.

УДК 631.485

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЫХОДОВ ПЕСЧАНИКОВ НА ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ

В.Н. Пинской

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, Россия, pinskyo@inbox.ru

On the territory of the Eastern Caucasus, in the area of outcrops of sandy rocks of Paleogene-Neogene origin, a significant change in landscape forms was noted as a result of terracing of slopes, which is not observed on consolidated rocks. However, it should be noted that moderate plowing of the slopes did not lead to a deterioration in soil fertility, but on the contrary, an increase in some chemical and biological indicators is noted here.

На территории Восточного Кавказа сельскохозяйственные террасы распространены на 3 основных типах почвообразующих пород: известняках, глинистых сланцах и песчаниках.

Создание террас в зоне выходов песчаных пород в наибольшей мере влияло на трансформацию ландшафта. Это обусловлено слабой консолидированностью самой породы, в виду чего тело террасы состояло преимущественно из припаханного материала почвообразующей породы. Террасы в зоне выходов песчаника обладают наибольшей мощностью профиля, иногда превышающей 15 м в высоту, в то время как в естественных почвах мощность профиля составляет 35–50 см.

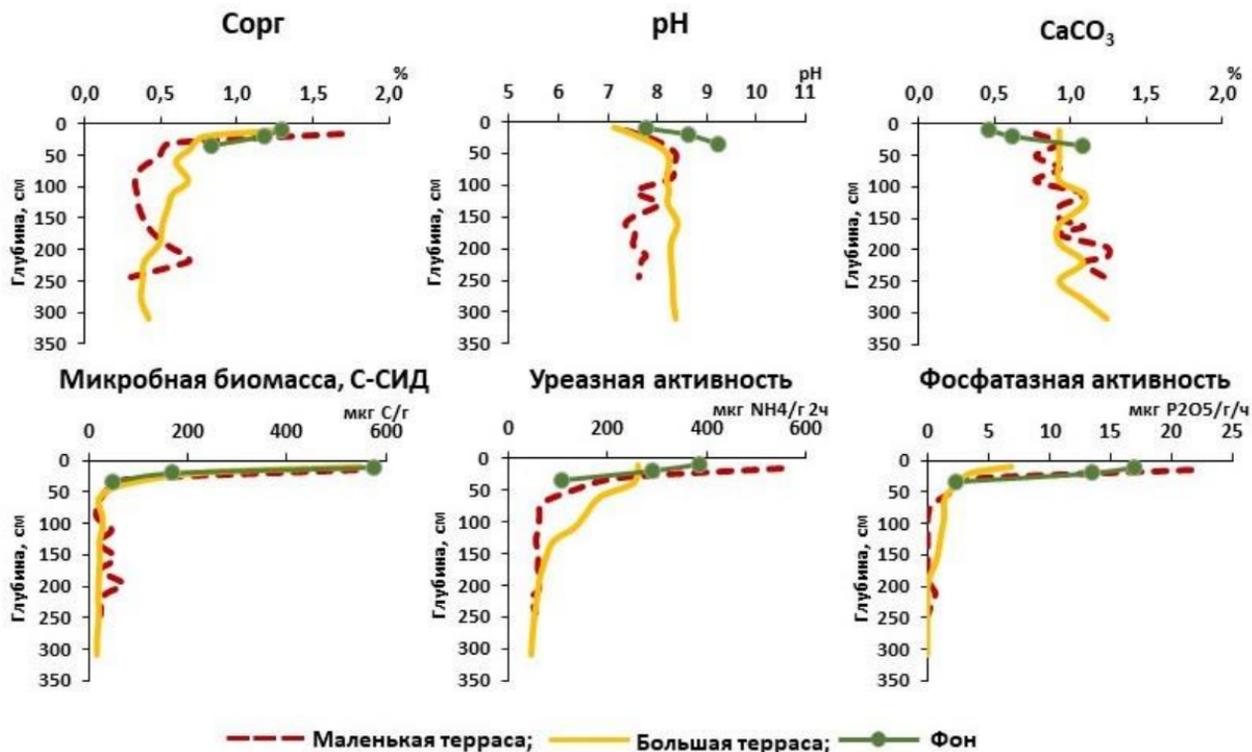


Рисунок. Профильное изменение физико-химических свойств и биологической активности земельных террас и естественной почвы (фон).

На рисунке показано профильное распределение почвенных свойств маленькой земледельческой террасы (высота – 2.5 м), что связано с коротким периодом эксплуатации, и широкой террасы (высота более 10 м), террасирование которой не прекращалось и в постсоветское время (тип почв террас относится к агростратоземам светлогумусовым). В качестве фона использовали светлогумусовую почву, которая находилась в схожих геоморфологических условиях и не была подвержена террасированию [1].

В целом, почвы на песчаниках характеризуются низким содержанием Сорг, но, в то же время, здесь отмечены высокие значения микробной биомассы в верхнем горизонте, как в террасных, так и в естественных почвах. В случае с маленькой террасой на глубине 200–230 см была обнаружена погребенная светлогумусовая почва, перекрытая серией толщ пахотных наносов. Здесь отмечено повышенное содержания Сорг и значений микробной биомассы. В целом следует отметить, что умеренное влияние антропогенной нагрузки оказывает благоприятное воздействие на такие почвенные свойства, как содержание Сорг, активность ферментов уреазы и фосфатазы в гор AU маленькой террасы.

Таким образом, нами установлено, что склоны с выходами песчаных пород в наибольшей мере подвержены трансформации и значительному изменению ландшафта. Результатом такого преобразования служит припахивание почвообразующей породы в области тылового шва и перенос материала в прибровочную зону с целью нивелировки пахотной поверхности.

Умеренное пребывание почв террас в агрогенном эволюционном тренде повлияло на увеличение большинства почвенных показателей, относительно не террасированных участков. В то же время, в условиях длительной и интенсивной обработки почв террас было отмечено снижение большинства почвенных параметров, связанных с плодородием.

Литература

1. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

Работа выполнена в рамках Госзадания АААА-А18-118013190175-5.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с., заведующий лабораторией А.В. Борисовым.

АЛЬФЕГУМУСОВЫЕ ПОЧВЫ В РОССИЙСКОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ПОЧВЕННЫХ КЛАССИФИКАЦИЯХ: ОПЫТ КОРРЕЛЯЦИИ

А.Н. Полтава

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
poltava_2003@mail.ru

The purpose of this work is to determine the place of alphegumus soils in various soil classifications and to give a correlation of classifications. The work used soil sections from collections of Soil Sequences Aliases and data on sections obtained following the results of summer soil practice.

Альфегумусовые почвы – это почвы, в которых морфологически и аналитически выражена иллювиальная аккумуляция алюмо-железо-гумусовых соединений, формирующих специфический почвенный горизонт, характеризующийся коричневыми и охристо-бурыми тонами. Целью работы является выявление общих и специфических подходов к диагностике почв с альфегумусовым горизонтом в Российской (Классификация и диагностика почв России, 2004) и международной (World reference base for soil resources, 2014) почвенных классификациях на примере песчаных почв таежно-лесной зоны. Проанализировано 53 почвенных морфологических описания, полученных автором в рамках летней полевой практики на Кольском полуострове, а также из сборников Soil Sequences Atlas I-V (были проанализированы почвы реферативной почвенной группы Podzols). Общим подходом к диагностике в обоих классификациях является обязательное наличие в почвенном профиле горизонта аккумуляции алюмо-железо-гумусовых соединений (альфегумусовый горизонт или горизонт spodic), к специфическим можно отнести разные критерии выделения этого горизонта – например, согласно WRB (World reference base for soil resources, 2014) допускается тон 5 YR, 7.5 YR, 10 YR, в то время как для Российской классификации (Классификация и диагностика почв России, 2004) – только 7.5 YR и 10 YR; в классификациях различны аналитические критерии (содержание органического углерода, оксалат-растворимого железа). Были выявлены наиболее часто встречаемые главные (Albic, Folic) и дополнительные (Arenic) квалификаторы в системе WRB и подтипы по КиДПП (иллювиально-железистый и глееватый). Разрезы из сборников Soil Sequence Atlases были классифицированы по Классификации и диагностике почв России 2004 г., и опыт корреляции показал, что почвы из реферативной

почвенной группы Podzols не всегда соответствуют отделу альфегумусовых почв: несколько разрезов не были классифицированы как подбуры или подзолы, а относились к другим отделам почв, например, Entic Podzol Arenic (стр. 126, Soil Sequence Atlas I) был диагностирован как серогумусовая оподзоленная ожелезненная почва, поскольку тон горизонта spodic (5 YR) не соответствовал диагностическим критериям альфегумусового горизонта.

Литература

1. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
2. Soil Sequences Atlas I. Nicolaus Copernicus University, Torun, 2014. 214 p.
3. Soil Sequences Atlas II. Nicolaus Copernicus University. Torun, 2018. 250 p.
4. Soil Sequences Atlas III. Nicolaus Copernicus University. Torun, 2018. 220 p.
5. Soil Sequences Atlas IV. Nicolaus Copernicus University. Torun, 2018. 264 p.
6. Soil Sequences Atlas V. Nicolaus Copernicus University. Torun, 2022. 252 p.
7. World Reference Base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Report № 106. FAO, Rome, 2014.

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

УДК 551.582.2

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ КРАСНОАРМЕЙСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

К.Д. Прокофьева, А.А. Прохоров
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,
kseniaprokofeva16@gmail.com

The article provides an analysis of the priority factors taken into account in the development of adaptive farming systems in modern conditions of climate change.

Изменения температуры и характера распределения количества осадков могут оказывать огромное влияние на органическое вещество и процессы, происходящие в почвах [2]. Потому приоритетной задачей

при разработке адаптивных систем земледелия является оценка агроклиматических ресурсов, а также потенциала агроландшафтов в совокупности с разработкой моделей оценки свойств почв [3].

Почвенные данные были получены на основании почвенной карты масштаба 1:1 500 000 и почвенных разрезов, заложенных в 2023 году. Почвенный покров на территории участка представлен комбинацией луговых и аллювиальных почв. Гидроморфизм обусловлен в большей степени характером рельефа территории.

Для анализа климата были взяты данные метеорологической станции г. Краснодар за 1980–2022 гг. с экстраполяцией на Красноармейский район [1]. Рассчитан ряд агроклиматических параметров, таких как суммы температур $>5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $>15\text{ }^{\circ}\text{C}$; ГТК; параметры беззаморозкового периода и т.д. Были определены тренды распределения суммарного количества осадков, сумм температур и продолжительности вегетационного периода.

Выводы. На территории района нет ограничивающих факторов со стороны климатических условий – сельскохозяйственным культурам достаточно тепла и влаги. В период с 1980 по 2022 года не отмечается существенных изменений по суммам температур, количеству осадков и ряду других важных агроклиматических параметров.

В структуре почвенного покрова отмечается преобладание комбинации гидроморфных и аллювиальных почв, обусловленное особенностями рельефа. Именно этими особенностями, а также почвообразующими породами и степенью гидроморфизма могут быть определены основные ограничения для возделывания культур в данном районе.

Литература

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТР)» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data>.

2. Почвы помогают бороться с изменением климата и адаптироваться к его последствиям, играя ключевую роль в круговороте углерода // [fao.org](https://www.fao.org) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/i4737r/i4737r.pdf>.

3. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Индексная оценка степени выпханности черноземов Предкавказской провинции / Агрохимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50–5. – DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN YWLHTG.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. О.Е. Ефимовым.

ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУРГАНОВ
ПРИ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ
И ВЫЯВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА

А.Э. Сверчкова¹, О.С. Хохлова²

¹Институт географии РАН, Москва, acha3107@gmail.com

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, olga_004@rambler.ru

The study of large kurgans of different Bronze Age cultures on the territory of the East European Plain as a single system of «kurgan constructions-soils» allows improving an accuracy of paleoclimatic reconstruction.

Традиционно считается, что курганы возводили из земляного материала, в хаотичном порядке насыпанного над могилой умершего, при этом материал мог быть взят из рва, непосредственно примыкающего к кургану. Но гораздо чаще, когда речь о крупных курганных сооружениях, материал собирали все же с некоторой территории вблизи. В международной науке структуру земляных курганов изучали дольше, чем в России, с использованием комплексного геоархеологического подхода, включающего микроморфологический анализ, который позволяет зафиксировать следы перемешивания материала, его трамбовки, использования воды, наличия растительности, аллювиальных отложений и любых антропогенных примесей в материале земляного памятника. На микроуровне можно проследить динамику изменчивости строительных приёмов для одного кургана, если он строился представителями различных культур или за какой-то длительный период времени. В последние годы этот подход применяется нами при изучении крупных курганов эпохи бронзы в степной зоне России.

Курганные сооружения различных культур бронзового века были изучены в единой системе «курганные конструкции – почвы». Исследования проводились комплексно: были выявлены основные технологии строительства кургана, сопоставлены свойства палеопочв и материалов курганных конструкций. Такой подход существенно увеличивает достоверность и обоснованность получаемых выводов, поскольку объектом исследования выступают не только погребенные почвы, но и курганные конструкции, материал для сооружения которых собирался из окружающих почв с большого пространства вблизи кургана. Таким образом, земляной материал курганных сооружений является независимым до-

полнительным источником почвенной информации, генерализированной для сравнительно обширной местности вокруг кургана.

Изучение технологий строительства кургана является самостоятельной отраслью для палеогеографических реконструкций, а курганые конструкции – уникальным объектом для проведения палеоклиматических реконструкций, изучения архитектуры земляного памятника и получения данных о технологии, применявшейся древними людьми для его строительства. Результаты изучения курганных конструкций могут и должны быть использованы в современной ландшафтной архитектуре или при реконструкции методов сооружения земляных архитектурных памятников, так как сохранившиеся курганы, многие из которых простояли в течение тысячелетий и не разрушились, являются носителями бесценной информации о строительных технологиях при работе с почвенным материалом.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ, проект № 23-68-10006 – «Этнокультурные процессы в бронзовом и раннем железном веке».

УДК 631.618

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ОТВАЛАХ
ПЛОТНЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

А.Е. Скотарева, Н.А. Иванов

Новосибирский государственный университет, skotareva04@mail.ru

The main features and tendencies of the change in the succession series of representatives of the plant community under the influence of abiotic and anthropogenic factors were identified, the correspondence between the structure, composition of the soil and its characteristic phytocenosis was studied.

Синергетический подход в изучении сукцессий растительности техногенных ландшафтов заключается в комбинированной системе оценки состояния растительного покрова в совокупности с изучением особенностей состава и свойств почв. Комплексный характер работы обусловлен применением физических, химических методов исследования особенностей почв, а также корреляционного анализа, позволяющего проследить положительные и отрицательные связи между описываемыми свойствами почв и состоянием фитоценозов.

Целью данной работы является выявление специфики сукцессионных процессов самозарастающих отвалов Горловского антрацитового месторождения.

В качестве объекта исследования был выбран внешний породный отвал Горловского антрацитового месторождения. Описание растительных сообществ, исследование эмбриоземов проводились в июне 2023 г. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы PAST V2.17. Для оценки свойств почв были использованы ситовой и пипеточный методы определения фракционного и гранулометрического состава (ГОСТ 12536-2014), коэффициент корреляции Спирмена и следующее оборудование: пенетрометр Wile Soil, pH-метр, CHNS/O анализатор.

В ходе исследований было выявлено преобладание пионерных, простых и сложных фитоценозов на участках отвалов дифференцированных по плотности почв, составу пород поверхности, ее рельефу и возрасту. Также в работе отмечено, что: 1) высокий процент каменистости почв (от 70 до 90 %) препятствует закреплению корневых систем травянистых растений, и, как следствие, формированию сложного фитоценоза, преобладающий тип растительности склоновых участков (до 86 % камней) – простой древесный; 2) высокое содержание физической глины (до 37 %) определяет развитие травянистой растительной группировки, а скелета – древесной; 3) скорость освоения субстрата растительным сообществом определяется долей мелкозема и скоростью его накопления в почвах, а также плотностью субстрата и особенностями рельефа; 4) положительные значения корреляции числа видов и процента проективного покрытия зафиксированы с содержанием физической глины, долей скелетной части почвы и температурой.

Таким образом, вышеизложенные положения свидетельствуют о тесной взаимосвязи процессов восстановления почвенного и растительного покрова. Синергетический подход в изучении протекания сукцессионных процессов позволяет: проследить тенденции смены доминирующих растительных группировок и мониторить почвенно-экологическое состояние Горловского антрацитового месторождения.

Работа рекомендована д.б.н., ведущим научным сотрудником ИПА СО РАН Д.А. Соколовым.

ПОЧВЫ ЛЕНО-АНГАРСКОГО ПЛАТО

А.А. Соколов

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

This work raises the problem of soil formation (weakly differentiated Cambisols as well as texturally differentiated Luvisols) on red-colored calcareous sediments. The soils have formed in the continental, cold environment of the Lena-Angara Plateau (Eastern Siberia).

К одному из ключевых вопросов в области генезиса и географии почв можно отнести выявление закономерностей и объяснение формирования подзолистых остаточно-карбонатных почв, то есть почв с выраженной текстурной дифференциацией в условиях холодного континентального климата и при близком залегании карбонатного субстрата.

Объекты нашего исследования расположены в южной части Лено-Ангарского плато, где в ходе полевых работ сезона 2023 г. было заложено 6 разрезов. Лено-Ангарское плато расположено к западу от оз. Байкал в Восточной Сибири, простирается между долинами рек Ангары на западе и Киренги на востоке, с севера на юг оно протягивается от широты г. Усть-Кута до п. Качуга в верховьях р. Лены, и является юго-восточной частью Среднесибирского плоскогорья. По административному делению территория относится к Качугскому району Иркутской области. Почвообразование здесь происходит на элювии верхнекембрийских красноцветных карбонатных пород [1].

Были описаны буроземы остаточно-карбонатные – сильнощелочные, суглинистые почвы, вскипающие либо с поверхности, либо в верхней части профиля. Карбонатные новообразования в виде натеков присутствуют на нижней стороне карбонатных включений – плиток, на которые распадается плотный алевролит. Их наличие практически по всему профилю препятствует развитию цветовой и элювиально-иллювиальной дифференциации. Эти почвы приурочены как к плакорным, так и склоновым местоположениям, с высотами 600–650 м.

В отличие от буроземов, текстурно-дифференцированные почвы на красноцветных карбонатных отложениях Лено-Ангарского плато, которые ранее были описаны как дерновые лесные с белесым горизонтом, рассматриваются как генетически наиболее зрелые, а геохимически наиболее самостоятельные почвы [1]. В дальнейшем было показано, что цветовая и элювиально-иллювиальная дифференциация профиля прояв-

ляется лишь в наиболее гумидных и менее мерзлых условиях, что реализуется на возвышенных местоположениях (1000 м и более) под коренными лесами [2]. Наши предварительные результаты подтверждают эти выводы.

Литература

1. Воробьева Г.А. Особенности эволюции и генезиса почв Лено-Ангарского плато: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 06.532 – Иркутск, 1972. – 21 с.

2. Горячкин С., Лесовая С., Конюшков Д. Почвы на карбонатных породах Прибайкалья: педоклиматогенная специфика химико-минералогических свойств и генезиса // Генеза, географія та екологія ґрунтів. Львів. – 2008. – С. 205–213.

Работа рекомендована д.г.н., проф. С.Н. Лесовой.

УДК 631.459.31

ВЛИЯНИЕ ДЕФЛЯЦИИ НА РАЗВИТИЕ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ ДОЛИНЫ ЗАПАДНОГО МАНЫЧА

К.С. Сушко¹, Е.И. Кирюшкина²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

kirkka@yandex.ru

New results were obtained on the development of degradation processes in soils of dry-steppe landscapes of the Manych valley. Deflationary slope agricultural landscapes used as pastures are subjected to the greatest anthropogenic degradation. The humus content in these key areas does not exceed 2.35 %, which indicates a decrease in soil fertility.

В настоящее время одними из основных деградационных процессов снижающими плодородие каштановых почв являются эрозионные процессы (водная и ветровая эрозия). Наличие значительного количества склонов различной экспозиции, ложбин, а также балок, западин в зоне каштановых почв является фактором потенциального развития эрозионных процессов.

В почвах на данных ключевых участках отмечены сравнительно небольшие мощности горизонтов А и В (Грузское, сев. берег 32.3 см; Грузское, юж. берег 33.9 см; Лопуховатое 36.4 см). Содержание гумуса составляло в горизонте А 1.88 % (Грузское, сев. берег), и 2.01 % (Грузское, юж. берег) и 2.08 % (Лопуховатое).

Важным показателем почвенного плодородия, в условиях погод-но-климатических флуктуаций (выраженный тренд в сторону аридизации климата в последние годы) является водоудерживающая способность почв. Водоудерживающая способность зависит от наименьшей влагоемкости и водопроницаемости почв, а также и от гранулометрического и минералогического состава, содержания гумуса, структурного состояния, пористости и плотности почвы.

Для суглинистых и глинистых почв наименьшая влагоемкость составляет – от 20 до 45 %. В условиях пастбищной нагрузки, интенсификации антропогенной деятельности, склоновые агроландшафты долины Маныча (берег оз. Грузское) характеризуются значительным сокращением влагоемкости, составляющей около 20–24 % в горизонтах А+В в условиях каштаново-солонцеватого почвенного комплекса. Более высокие значения НВ отмечены в верхних горизонтах почв в районе оз. Лопуховатое (около 28–29 %). Таким образом, при увеличении пастбищной нагрузки водоудерживающая способность каштановых почв может значительно уменьшиться, что усугубит негативные деградационные процессы в почвах.

Полученные результаты подтверждают интенсификацию процессов водной эрозии и дефляции склоновых почв разной экспозиции в долине Маныча.

Таким образом, выявлено, что влиянию антропогенной нагрузки в большей степени подверглись слабо и среднедеградированные почвы склоновых агроландшафтов различной экспозиции, что вызвано расширением площадей пастбищ и увеличением поголовья скота на уже задействованных пастбищных угодьях, нарушении норм выпаса.

Публикация подготовлена в рамках темы НИР ГЗ ЮНЦ РАН «Изучение гидроклиматических особенностей периодически пересыхающих акваторий юга России в контексте глобального углеродного цикла», № государственной регистрации 122103100027-3.

Работа рекомендована к.г.н., доц. А.Р. Иошпой.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПАМЯТНИКА АРХЕОЛОГИИ
ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.М. Тякин, Н.А. Сятчихина, Н.М. Волдырева
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, sashatiakin@gmail.com

The article provides information on the soil cover of the archaeological monument of the mountain «Gorodishshe» of the resort «Klychi» of the Suksunsky district of the Perm Krai. The recommendation is to create an ecological trail.

Для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия создаются особо охраняемые природные территории (ООПТ) и экологические тропы.

В Пермском крае в Суксунском городском округе рядом с территорией курорта «Ключи» расположена гора «Городище» (268 м н.у.м.), которая имеет статус памятника археологии Пермского края регионального значения. Территория обследования образовалась в результате высыхания древнего Пермского моря, существовавшего 280–260 млн лет назад. Массив горы является саргинским рифом, слагается, главным образом, органогенными и органогенно-обломочными вторичными доломитами, основной каркас которых образуют мшанки. Почвенный покров горы ранее детально не изучался.

Цель исследования – изучить почвы памятника археологии горы «Городище».

Для проведения исследований определены 5 постоянных площадок (ПП) на склонах юго-западной, юго-восточной и северо-западной экспозиции. На площадках заложены почвенные разрезы. Классификационное положение почв определено по «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) [1].

Видовой состав на склонах юго-западной и юго-восточной экспозиции представлен растениями лугового и степного биомов (ПП № 1, 2, 3). В почвенном покрове формируются дерново-карбонатные малоразвитые почвы на элювии известняков и гипсов. Почвы являются мало-мощными (порода с глубины 34–40 см). В профиле почв встречается в большом количестве щебень разного размера.

На склоне северо-западной экспозиции (ПП № 4, 5) растительный покров изменяется с лугового и опушечного биомов в верхней части склона на лесной биом. Под луговой растительностью сформировалась дерново-карбонатная выщелоченная тяжелосуглинистая почва. В средней

части данного склона под ельником представлена светло-серая лесная среднесуглинистая почва.

Памятник архитектуры «Городище» характеризуется различными условиями формирования почв: лесными, луговыми, степными. В связи с чем, рекомендуем создание экологической тропы с целью демонстрации различных растительных биомов на небольшой территории на почвах разного генезиса на территории горы «Городище» для экологического просвещения отдыхающих курорта и местного населения.

Литература

1. Классификация и диагностика почв СССР / [Сост. чл.-кор. ВАСХНИЛ В.В. Егоров, профессора В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др.]; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – Москва: Колос, 1977. – 223 с.

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

УДК 631.4

ПРИГОДНОСТЬ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ ОЗЕРНО-ЛЕДНИКОВОЙ РАВНИНЫ ДЛЯ ИХ ПОВТОРНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

П.А. Чен

Калининградский государственный технический университет
Samdsox@mail.ru

Based on the results of the study of abandoned fields, the composition of the soil cover was clarified and an assessment of hydrological and agrochemical conditions was carried out. It has been established that the optimal use for these soils is their use as forage lands.

В рамках реализации государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения (Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731) в Калининградской области начато почвенное обследование залежных земель.

Цель исследования: оценка пригодности вовлечения залежей Гурьевского муниципального округа в сельскохозяйственный оборот по почвенно-гидрологическим и агрохимическим условиям.

Территория исследования относится к зоне дерново-подзолистых почв южной тайги, Прибалтийской провинции, Центральному Дейма-Прегольскому району дерново-остаточно подзолистых и дерново-глеевых средне-легкосуглинистых почв на перемытых «двучленных» ледниковых отложениях. В физико-географическом отношении это район Лава-Прегольской низменности.

Материалы почвенного обследования 2022 г. были систематизированы по степеням гидроморфизма. Установлено, что на залежах автоморфные зональные почвы (дерново-подзолистые и бурые лесные) занимают 8 %; полугидроморфно-зональные суммарно 32 %, в том числе глееватые дерново-подзолистые и бурые лесные 23 %, а глеевые дерново-подзолистые 9 %. Интразональные почвы представлены дерново-глееватыми (11 %), дерново-глеевыми (35 %), болотными низинными (4 %), аллювиальными дерновыми (10 %). Лимитирующий фактор при вовлечении залежей в пахотные угодья – доля глеевых компонентов в составе почвенного покрова. Высокий процент глеевых почв (48 %), выявленных при почвенном обследовании, является основанием для рекомендации использования данных почв в качестве кормовых угодий. В глеевых почвах верхняя граница оглеения располагается в интервале от 0 до 34 см. В весенний период наблюдаются вымочки, а верховодка находится на глубине 50–120 см.

Для оценки агрохимической степени окультуренности использовались следующие показатели: $pH_{КС}$, количество обменных оснований, гумуса, подвижных форм фосфора и калия, степень насыщенности основаниями. Автоморфные почвы являются слабо- и средне окультуренными, часто эродированными с низким содержанием гумуса (менее 2 %). Глееватые почвы в основном среднеокультурены, имеют слабокислую реакцию среды, содержание гумуса варьирует от 1.6 до 3.5 %. В составе глеевых почв преобладают среднеокультуренные с близкой к нейтральной реакцией среды и повышенным содержанием гумуса (более 3 %). Благоприятной особенностью дерновых почв является близкое залегание карбонатного горизонта (30–80 см). Таким образом, минимальные экономические затраты и высокая продуктивность почв будет обеспечена при вовлечении изученных залежных земель под кормовые угодья с залужением влаголюбивым злаково-бобовым травостоем.

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

ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕСОБОЛОТНЫХ
ЭКОТОНОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А.С. Юрин

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

The bog mineral islets are the typical example of forest–bog ecotone. Local soil processes are ongoing in conditions of percolative water regime and presence of additional excessive moisture at the same time.

В контактной зоне на границе суходола и болота формируются лесоболотные экотоны со специфичными почвенно-гидрологическими условиями. Характерным примером такого экотона являются внутриболотные минеральные острова (Дворникова, Горбовская, 1997).

В 2017–2022 гг. нами были исследованы почвы минеральных островов в пределах болотных систем южной тайги в Полистовском (Псковская обл.) и Дарвинском (Вологодская обл.) заповедниках. Была предложена классификация островов в соответствии с возрастающей степенью гидроморфизма, в которой были выделены категории незаболоченных, заболачивающихся и заболоченных островов, с характерными для них почвенными типами и подтипами (Юрин, 2022).

Условия на незаболоченных островах мало чем отличаются от автоморфных. Остальные категории островов имеют выраженный переходный характер лесоболотного экотона.

Растительные сообщества заболачивающихся островов чаще всего представлены кустарничково-зеленомошными и кустарничково-сфагновыми сосняками, нередко со спорадически встречающимся тростником (*Phragmites australis*), что сигнализирует о близком стоянии грунтовых вод.

Для почв заболачивающихся островов характерно наличие процессов, протекающих в условиях выраженного промывного режима (оподзоливание, альфегумусовое иллювирование) и процессов, связанных с избыточным увлажнением (оглеение, оруденение). На островах с неглубоким залеганием грунтовых вод (0.5–0.8 м) процессы оглеения проявляются уже в альфегумусовом горизонте, а иногда и еще выше, в подзолистом.

Типичными почвами островов, находящихся на промежуточной стадии заболачивания, являются подзолы и дерново-подзолы иллювиально-железистые глееватые, подзолы глеевые, подзолистые глееватые

почвы, подзолы глееватые оруденелые. На сильно заболоченных островах встречаются также торфяно-подзолы глеевые, перегнойные подзолистые глеевые и перегнойно-глеевые почвы.

Литература

1. Дворникова Л.Л., Горбовская А.Д. Гидроморфизм почв контактной зоны лесоболотных комплексов // Вестник СПбГУ, серия 7. Вып. 2. 1997. – С. 62–71.

2. Юрин А.С. Почвенное картирование внутриболотных островов Полистовского заповедника // XXV Докучаевские молодежные чтения «Почва – жизнь»: Материалы Международной научной конференции / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2022. – С. 124–125.

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

Секция III

Информационные технологии и ГИС в почвоведении

ЦИФРОВОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ
ФИЦ НЕМЧИНОВКА

Е.В. Богдан

ФБГНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
evebogdan@yandex.ru

Data collection of the conditions under which breeding is carried out is necessary to predict the growth and development of different crop varieties, especially in risky farming zones. This study focuses on modeling the spatial distribution of soil properties for usage as input parameters for crop growth and development models.

Несмотря на многолетний селекционный путь, современные сорта сельскохозяйственных культур до сих пор имеют отклик к изменчивости климатических и почвенных условий. Существует множество моделей, описывающих развитие культур и учитывающих эту изменчивость. Одним из входных параметров моделей является пространственное распределение почвенных свойств. Возникают трудности с получением такого распределения, так как имеются точечные данные о почвенных свойствах. Поэтому в настоящее время активно используются методы цифровой почвенной картографии.

Цель данной работы заключается в инвентаризации данных о природных условиях, в которых проводятся селекционные мероприятия.

В рамках данной работы было проведено исследование территории опытных полей федерального исследовательского центра Немчиновка, расположенных в Московской области, окрестности деревень Соколово – Акиньино – Большое Покровское Наро-Фоминского района. Территория центра относится к зоне рискованного земледелия.

В качестве входных данных для пространственного моделирования использовались материалы полевой экспедиции, а также архивные данные, полученные от центра. Было получено морфологическое описание 11-ти профилей дерново-подзолистых почв различной степени смытости и оглеения, а также проведен анализ и преобразование в единый вид данных почвенного обследования, проведенного центром в 2011 году.

Предикторами являлись морфометрические показатели, рассчитанные на основе цифровой модели рельефа по полям, а также снимки Landsat 8 2017–2023 годов, для которых был рассчитан NDWI и преобразован методом главных компонент.

Для интерполяции точечных данных были использованы метод линейного дискриминантного анализа, а также логистической регрессии.

В программе RStudio были построены карты распределения почвенных свойств – мощности и гранулометрического состава (содержание ила и песка), а также карты распространения негативных процессов на территории опытных полей – эрозия и оглеение. Точность карт негативных процессов составила 64 и 73 %, соответственно. На территории полей распространены слабogleеватые почвы, в понижениях встречаются глееватые почвы, на склонах с уклоном больше 4° – неоглеенные. На склонах также распространены сильноосмытые почвы.

Работа рекомендована П.П. Филем, к.б.н. Д.С. Фоминым.

УДК 631.10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТОГРАФИИ НА ПРИМЕРЕ СК ФНАЦ

П.А. Браулов

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,
pavelbraulov@yandex.ru

The approach of digital soil mapping allows to modelling soil cover with statistical precision. It depends on predictors, which must meet some requirements to be used. In the present work remote sensing data is used to obtain spatial information about bare soil surface and use it in digital soil mapping.

Методы цифровой почвенной картографии (ЦПК) позволяют статистически достоверно моделировать почвенный покров территории. В её основе находится заложенная ещё В.В. Докучаевым идея о формировании почвы в результате взаимодействия факторов почвообразования, позднее формализованная в виде модели SCORPAN. В идеологии цифровой почвенной картографии факторы почвообразования выступают в качестве предикторов для обнаружения пространственных закономерностей распределения почв и почвенных свойств. Таким образом решается задача перехода от точечных данных почвенного опробования к поверхности – почвенной карте.

Предикторы должны обладать рядом свойств для использования их в ЦПК. В первую очередь, информация о них должна быть доступна на всю территорию обследования с достаточным пространственным разрешением. Во-вторых, свойства почвы должны определяться воздействием факторов почвообразования (используемых в виде предикторов). Для моделирования почвенно-ландшафтных связей исходно использовался рельеф. Он является одним из наиболее доступных предикторов в ЦПК, поскольку существуют открытые данные на любую территорию

(SRTM, Copernicus и др.). Высока роль рельефа в перераспределении других условий почвообразования (тепло, влага).

Объектом исследования является территория головной организация Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра (Ставропольский край, г. Михайловск). Территория приурочена к Ставропольской возвышенности. Это объясняет сложное геолого-геоморфлогическое строение территории: в одних и тех же позициях с точки зрения рельефа (со схожим комплексом морфометрических показателей) могут быть совершенно разные породы, что зачастую значит и почвы. Это затрудняет использование только морфометрических характеристик рельефа в качестве предиктора.

Был разработан алгоритм использования данных дистанционного зондирования Земли для получения информации об открытой поверхности почвы. Для этого используются возможности Google Earth Engine в среде языка программирования Python. Для каждого поля с помощью пороговых значений спектральных индексов (NDVI, NBR2 и др.) определены снимки Landsat-8,9 с открытой поверхностью почвы по каждому полю. По ним рассчитаны растры, содержащие среднесезонные показатели по спектральным каналам и почвенным спектральным индексам, отражающие закономерности в распределении свойств почвы. Полученные растры использованы в качестве предикторов. Они были добавлены к рельефу и морфометрическим показателям, полученным по данным Copernicus в программе SAGA. С помощью указанных предикторов и данных полевого обследования на языке Python (среда Jupyter Notebook) были получены карты почвенных таксонов и свойств.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. Д.С. Фоминым.

УДК 004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

И.И. Лебедев

Московский авиационный институт, lebedev.ivan.ig@yandex.ru

This research employs asynchronous processing of Sentinel satellite imagery and Long Short-Term Memory (LSTM) models for agro-climatic forecasting. It emphasizes efficient data management through a multi-threaded architecture and a non-relational database, contributing significantly to precision agriculture advancements.

В рамках проведенного исследования реализована асинхронная обработка спутниковых снимков, полученных с помощью спутников программы Sentinel Европейского космического агентства. Основным периодом сбора информации охватывает май-август каждого года, начиная с 2019. Спутниковые данные характеризуются наличием 11 спектральных каналов съемки и дополнительных каналов для определения облачности. Процесс их обработки включает конвертацию в нереляционную базу данных, в которой каждый пиксель представлен как отдельная родительская структура, содержащая не только хронологическую информацию о его изменениях, но и дополнительные данные, такие как температура, влажность, осадки и уровень солнечной радиации.

Выбор LSTM (Long Short-Term Memory) моделей для представленного исследования обусловлен их способностью к эффективному анализу и прогнозированию агроклиматических условий, особенно в контексте обработки сезонных данных. Прогнозы предоставляются по всем спектральным каналам, что значительно расширяет возможности анализа при вычислении различных индексов плодородия и урожайности.

Технологическое решение по разработке и оптимизации многопоточной архитектуры для асинхронной обработки данных позволило достигнуть высокой производительности и масштабируемости системы, что необходимо для обработки возрастающих объемов спутниковых данных. Нереляционный подход к структурированию базы данных обеспечивает гибкость и эффективность в управлении информацией, упрощая процесс анализа.

Использование LSTM-моделей в данной работе показывает значительные перспективы в области точного и глубокого прогнозирования агроклиматических условий. Этот подход обеспечивает более высокую точность прогнозов по сравнению с традиционными методами и может служить основой для своевременной корректировки аграрных практик в ответ на изменяющиеся климатические условия.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01050.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры 614 МАИ С.С. Огородниковым.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л.С. Лобанова

Санкт-Петербургский государственный университет,
st061455@student.spbu.ru

This study proposes a technique for automated detection of fallow lands based on satellite imagery. The author identifies the correct parameters of the methodology for the taiga zone.

Цель исследования – разработка методики автоматизированного дешифрирования залежей. На основе первичной оценки и предыдущего опыта тестовыми были выбраны два участка на северо-востоке и юго-западе Волховского района Ленинградской области.

В статье «Remote sensing extraction and feature analysis of abandoned farmland...» [1] предложен метод архивной классификации, который используется для выделения заброшенных сельскохозяйственных угодий на основе изображений Landsat 8 и ЦМР. Предложенный метод основывается на последовательном исключении территорий, которые точно не являются залежами, что приводит к выявлению территорий залежных земель. Результат этого метода показывает точность 92 %, в то время как точность контролируемой классификации составляет 80 %.

Для нашего исследования использовались спутниковые снимки Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м, облачный сервис Google Earth Engine (GEE) и ПО QGIS.

Если для выделения залежных земель использовать диапазон значений, предложенный в упомянутой выше статье, то результат получается неудовлетворительным. Поэтому было решено определить подходящий диапазон значений разности NDVI самостоятельно. Для этого на известных залежах были выделены 120 точек, в среде GEE рассчитаны NDVI, буферные зоны точек и зональная статистика. Наконец, мы выявили, что большинство точек входит в диапазон значений разности NDVI $[-0.02; 0.05]$.

Затем мы рассчитали в GEE NDVI спутниковых снимков производственного и непроизводственного сезонов 2022 г. для двух тестовых участков, их разность и получили бинарный растр, показывающий пиксели, входящие в выявленный нами диапазон. Также мы обрезали получившиеся векторные слои по полигонам земель сельскохозяйственного назначения, полученным из региональной ГИС Ленинградской области

[2], чтобы исключить возможно попавшие в выборку урбанизированные территории и гидрографию.

Таким образом, в ходе нашего исследования мы изучили опыт исследований в области автоматизации дешифрирования залежей, определили параметры метода архивной классификации для Ленинградской области и получили подходящую методику для оптимизации поиска залежных земель в зоне тайги. Работа продолжается в сторону ретроспективного анализа снимков.

Литература

1. Minghua Wu, Yueming Hu, Hongmei Wang, Guangsheng Liu, Liying Yang. Remote sensing extraction and feature analysis of abandoned farmland in hilly and mountainous areas: A case study of Xingning, Guangdong // Remote Sensing Applications: Society and Environment. 2020. Vol. 20. P. 1–13.

2. Региональная ГИС Ленинградской области [Электронный ресурс]. URL: <http://public-fpd.petrosft.su/> (дата обращения: 15.03.2023)

Работа рекомендована к.б.н., доц., в.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева Г.А. Касаткиной.

УДК 631.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ СВЯЗЕЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ «РАССВЕТ-СТАВРОПОЛЬЕ»

В.О. Мегмерова

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
v.megmerova@gmail.com

The framework of the paper involves the use of geostatistics and machine learning to develop an agroecological assessment algorithm based on the analysis of crops and agroecologically important land cover parameters.

Основным лимитирующим фактором развития сельского хозяйства в Ставропольском крае является низкая влагообеспеченность почв. В среднем на территории края за год выпадает 500–600 мм осадков. Динамика среднегодовых температур за 30-летний период показывает стабильную тенденцию к повышению. Дефицит осадков и их неравномерное распределение по краю на фоне повышения температуры ухудшает условия произрастания яровых культур и повышает напряженность периода подготовки почвы под озимые. Данное обстоятельство диктует необходимость проведения агроэкологической оценки земель для опти-

мального подбора сортов и составления технологических карт. Идентификация агрономически значимых параметров земель, выделение ландшафтных связей помогут провести корректную оценку в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур к условиям их произрастания и агротехнологиям.

В рамках исследования проводится агроэкологическая оценка опытной станций «Рассвет-Ставрополье» Новоселицкого района Ставропольского края для формирования систем земледелия, которые строятся на основе ландшафтно-экологического анализа территории.

Набор факторно-индикационных признаков для построения модели почвенно-ландшафтных связей включает карту четвертичных отложений ГГК-200, информацию о рельефе, построенную на основе открытых данных FABDEM (Forest And Buildings removed Copernicus DEM), рассчитанных по нему морфометрических характеристик, данные дистанционного зондирования Landsat 8 и Sentinel 2, карты посевов сельскохозяйственных культур колхоза за 2009–2022 года. Почвенные данные включают данные полевых исследований за апрель–май и октябрь–ноябрь 2023 года.

Концепция работы предполагает использование геостатистики и машинного обучения для выведения алгоритма агроэкологической оценки на основе анализа сельскохозяйственных культур и агроэкологически значимых параметров почвенного покрова.

Работа выполнена в рамках реализации НИР 0439-2022-0019 «Мониторинг землепользования селекционно-семеноводческих и генетических центров Минобрнауки России».

УДК 004.8

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЧВОВЕДЕНИИ И БОНИТИРОВКЕ ПОЧВ

С.С. Огородников

Московский авиационный институт,
sir.ogorod@yandex.ru

The paper shows the possibility of using various artificial intelligence methods to assess soils. A computer program is presented that can relate a specific soil sample to some type of soil. The possibilities of revealing the interrelationships between the indicators of soil fertility and the spectral reflectivity of soils according to remote sensing data are shown.

В последние 5 лет началась активная интеграция методов искусственного интеллекта (далее – ИИ) и машинного обучения в сельскохозяйственные и почвенно-экологические исследования. Это объясняется тем, что данные методы позволяют эффективно обрабатывать большое количество входных данных и решать нелинейные задачи. Создаются модели оценки качества почв, для обработки многомерных данных из агропромышленных систем. Чаще всего применяются методы обучения с учителем: регрессия опорных векторов, нейронные сети и «случайный лес». Методы машинного обучения широко используются для цифрового картографирования и оценки плодородия почв. Предприняты отдельные попытки прогнозирования почвенных свойств.

Систематизация и анализ имеющихся литературных источников показывают, что методы ИИ могут использоваться в следующих областях:

- Прогнозирование урожайности;
- Построение прогнозных карт продуктивности;
- Построение картограмм распределения элементов питания;
- Классификация почвенных разностей.

Объектами исследования послужили данные дистанционного зондирования и результаты химических испытаний образцов почв, отобранных на территории Куркинского района (Тульская область) и ОУПЭЦ «Чашниково» (Московская область).

Разработана программа для ЭВМ, которая обучается на выборке, состоящей из показателей плодородия 170-ти образцов черноземов и дерново-подзолистых почв, а затем прогнозирует к какому типу почв относятся образцы из контрольной выборки (30 шт.). По результатам тестирования программа верно определила тип почв в 29 случаях из 30.

Далее был разработан ряд программ, прогнозирующих показатели плодородия в зависимости от спектрально-отражательных характеристик почв. Наиболее эффективным казался метод *k*-средних. Точность определения показателей плодородия составляет до 80 %.

Предложенные подходы позволяют существенно сократить расходы на проведение классических агрохимических обследований, и способствуют внедрению технологий точного земледелия.

Таким образом, в работе показано, что методы ИИ могут быть успешно применены для целей оценки почв и прогнозирования их плодородия.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01050.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

ОЦЕНКА ЭРОЗИИ ПОЧВ
ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
Н.М. Почёмин

Государственный университет по землеустройству, г. Москва,
pochyomin@list.ru

The research focuses on assessing soil erosion using Earth remote sensing data. The authors employ new algorithms, taking into account slope steepness and utilizing digital elevation models to calculate losses based on the LS index. The experiment is conducted in the dry steppe of the Altai region, revealing the intensity of water erosion and its manifestations in different areas.

Расширение доступных вычислительных мощностей, разработка новых алгоритмов расчета позволяют моделировать процессы деградации почвенного покрова.

Так, В.А. Силова (2022) приводит пример расчёта смыва с учетом крутизны склонов, привлекая только материалы космической съемки, которые были использованы для построения цифровой модели рельефа, определения экспозиции склонов и расчета их крутизны, а также для определения длины линий стока. Известны специальные индексы, которые учитывают сразу все перечисленные выше показатели, характеризующие склоновые процессы. Существует индекс LS (Loss Equation) или индекс потерь, который активно применяю в иностранных статьях, например Amanda Moody (2020).

В своей работе мы применили указанные алгоритмы для оценки проявления эрозионных процессов на территории сухой степи Алтайского края.

Нами был проведен расчет индекса LS по снимкам FABDEM – цифровых моделях рельефа (ЦМР) для указанной территории.

Процессы водной эрозии, согласно модели, должны иметь большую интенсивность в южной части сухой степи, а наиболее сильное ее проявление должно быть в пределах Михайловского, Родинского и Угловского районов на склонах по геоморфологическим единицам (рис.). Эти проявления выражены промоинами и оврагами на полях.

Выделяются границы водосбора как для отдельных водных объектов, так и бассейнов более крупного ранга.

Контурсы смытых и среднесмытых почв на территории обследованного Михайловского района совпали с контурами по LS индексу. Размеры оврагов совпадают с таковыми по модели высокого разрешения.

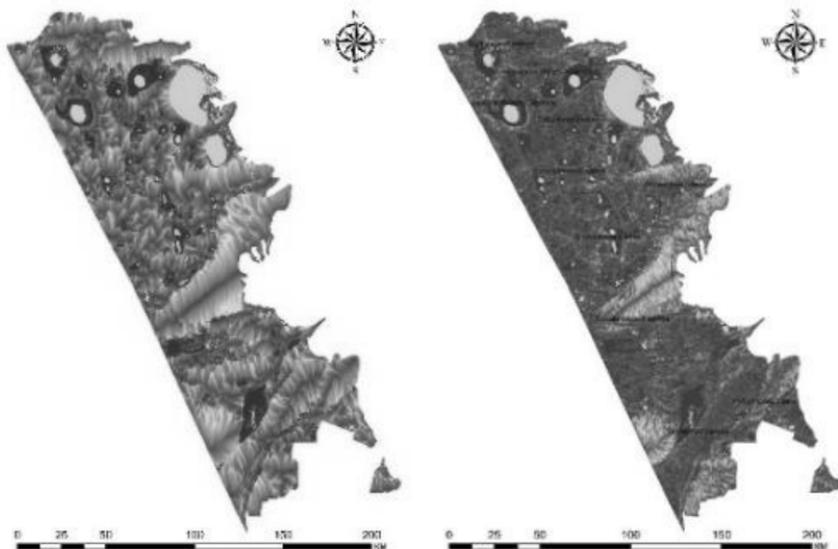


Рисунок. Подверженность водной эрозии в общем и укрупненном виде (составлено автором с помощью программы SAGA).

Большая степень сглаженности ЦМР позволила обнаружить и выделить как активные склоновые процессы, так и потенциальные – не имеющие явного проявления в виде промоин, оврагов, русел водотоков.

Литература

1. Силова В.А. Картографический анализ агроландшафтов переходной зоны каштановых и светло-каштановых почв Волгоградской области / В.А. Силова. – Текст: непосредственный // InterCarto. InterGIS. Поддержка устойчивого развития территорий: Материалы международной конференции. Москва: МГУ, Факультет географии, 2022. Т. 28. Ч. 2. С. 926–934.

2. Moody Amanda. «Comparing Rusle LS Calculation Methods across Varying DEM Resolutions», Central Washington University, 2020. URL: <https://digitalcommons.cwu.edu/etd/1357/>.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Г.Г. Морковкиным.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУПП ИНДЕКСНЫХ МЕТОДОВ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ
И ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

А.А. Прохоров

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

artem.prokhorov.2016@inbox.ru

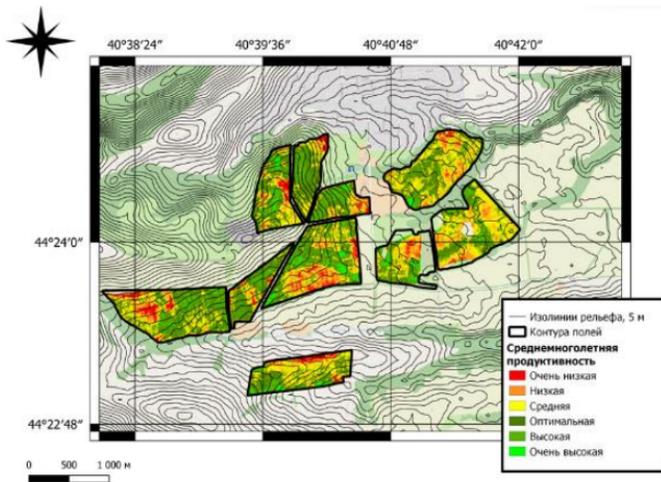
A group of indicators was assessed on soils of different agroecological groups using different index methods. It was established that soils of lithogenic group differ to a greater extent in the group of properties from other soils of the territory. Soils of erosion and plakor group were similar by the set of properties.

Использование индексных методов позволяет получать дополнительную информацию о почве как об объекте исследования, производить формализацию оценок [1, 2].

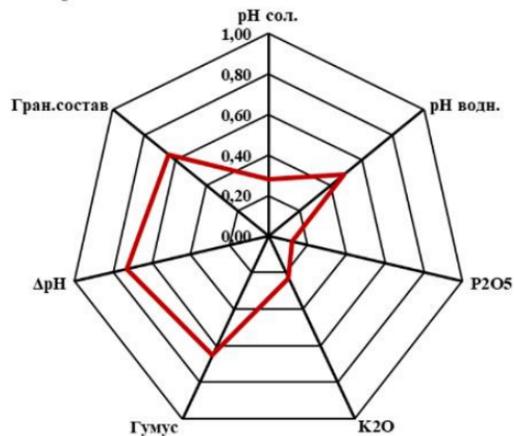
Образцы почв были отобраны в рамках проведения почвенно-ландшафтного обследования территории предприятия в Мостовском районе Краснодарского края (п. Беноково). Агроэкологические группы почв представлены – плакорной группой – черноземы выщелоченные, эрозионной группой – черноземы выщелоченные различной степени смывости, слабополугидроморфной группой – луговато-черноземные почвы, литогенной группой – черноземы неполноразвитые.

По соотношению площадей фигур (рис.), описываемых поверхностями, (S_1/S_2) можно судить о тенденциях и о динамике показателей на почвах разных агроэкологических групп, при этом их относительная оценка позволяет провести формализацию данных и рассмотреть потенциальную пригодность под конкретные типы культур. В рамках данной работы также был использован подход, в основе которого лежит анализ и выделение зон продуктивности при построении среднесезонных картограмм интенсивности вегетации (рис.) с использованием группы вегетационных индексов: NDVI, EVI, TSAVI по снимкам Sentinel-2.

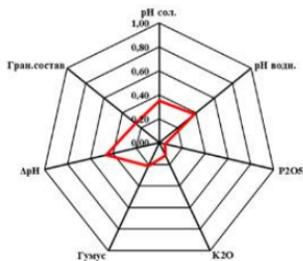
Использование картограмм среднесезонной вегетации позволяет более детально отрисовывать контура при построении карт групп структур почвенного покрова и агроэкологических типов земель, при этом сопоставляя агрохимические и другие качественные параметры на уровне агроэкологических групп возможно проведение их относительной оценки и потенциала продуктивности с учетом требований культур.



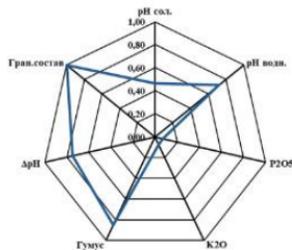
Плакорные



Литогенные



Полугидроорфные



Эрозионные

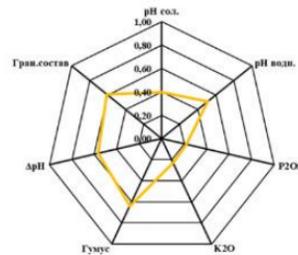


Рисунок. Диаграммы распределения нормализованных данных по показателям качества в агроэкологических группах.

Выявлено, что почвы плакорной и эрозионной группы обладают сходными свойствами, при этом почвы литогенной группы, представленные черноземами неполноразвитыми сформированными на выходах карбонатных пород, в большей степени отличаются по своим свойствам от почв других агроэкологических групп.

Литература

1. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции / Агрохимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50–5. – DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN YWLHTG.

2. Прохоров А.А. Характеристика методов выделения фракций почвенного органического вещества и их использование для оценки гумусового состояния почв [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. DOI: 10.51419/202126604.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Б.А. Борисовым.

УДК 631.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ В ПОЧВАХ

П.Ш. Сайранова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, sairanova.p@gmail.com

This research is aimed at developing a mathematical model for predicting the transformation of soils in three types of landscapes, namely eluvial, transitional, and alluvial, located in the area of technogenic salinization.

В настоящее время мало проработана оценка и отсутствует нормативное обеспечение (ПДК, ОДК) оценки техногенного засоления почв. Чаще всего процесс засоления почв рассматривают совместно с исследованием состояния растительного покрова.

Математическое моделирование почвенных процессов является относительно молодым и активно развивающимся направлением в науке. В последнее время всё шире используется универсальный, не требующий линейности и позволяющий делать логические высказывания между любыми свойствами информационно-логический анализ, который можно использовать для прогнозирования состояний. Метод

информационно-логического анализа, как и корреляционный анализ, изучает зависимость явления. Однако кроме тесноты связи он определяет и форму связи.

Для территории, находящейся непосредственно в зоне засоления в связи с деятельностью горнодобывающей промышленности, к числу наиболее актуальных исследований можно отнести исследование взаимосвязи почвенных показателей (рН солевой вытяжки, содержание ионов кальция, сульфат-ионов в водной вытяжке почвы, ΔpH – разница между рН водной и солевой вытяжек, SAR – коэффициент адсорбции натрия) и степени засоления почв (сумма токсичных солей $\Sigma\text{тс}$). Для проведения анализа было взято 167 почвенных проб в разных типах ландшафта: аллювиальный, транзитный, элювиальный. Исследованные почвы представлены серогумусовыми, дерново-подзолистыми, подзолами, аллювиальными и техногенными поверхностными образованиями.

Полученную модель можно представить в виде формулы:

$$\Sigma\text{тс} = \text{SAR} \square \text{Ca}^{2+} \square \text{SO}_4^{2-} \square \Delta\text{pH} \square \text{pH}_{\text{KCl}}$$

где $\Sigma\text{тс}$ – засоление почвы, т.е. ранг явления, сумма токсичных солей; SAR, Ca^{2+} , SO_4^{2-} , ΔpH , pH_{KCl} – факторы; \square – знак логической операции функции нелинейного произведения.

Информационно-логический анализ показал, что наибольшее влияние на засоление оказывает SAR, далее по убыванию: содержание ионов Ca^{2+} , SO_4^{2-} в водной вытяжке почвы, расчётный показатель – ΔpH и рН солевой вытяжки. Модель показала, что наибольшая сумма токсичных солей проявляется при pH_{KCl} 5.3–7.4, при содержании сульфат-ионов больше 500 мг/кг, при содержании Ca^{2+} больше 1000 мг/кг и при SAR больше 10, а при ΔpH меньше 0.5. Данные значения показателей соответствуют аллювиальным почвам долин малых рек, они наиболее подвержены трансформации.

С помощью полученной информационно-логической модели возможно составление прогноза трансформации почв при техногенном засолении.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, проект FSNF-2020-0021.

Работа рекомендована д.г.н. Е.А. Хайрулиной.

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ
В СБОРЕ И АНАЛИЗЕ ПОЧВЕННЫХ ДАННЫХ

П.Г. Салькова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
salkovapolina71@gmail.com

This paper reviews the use of geographic information systems in analyzing soil data. The main advantages and limitations of use in this area are highlighted.

Современным и надежным инструментом для анализа состояния сельскохозяйственных угодий может служить географическая информационная система (ГИС) конкретного района.

В области почвоведения при использовании ГИС технологий основными целями являются: создание цифровых карт почвенного покрова, анализ данных, прогнозирование будущих изменений, мониторинг земельных ресурсов, управление землепользованием и улучшение сельскохозяйственной практики [1].

Процесс перевода данных с бумажных карт в компьютер называется оцифровкой. Для ввода данных можно использовать дигитайзеры или встроенные векторизаторы ГИС, которые автоматизируют процесс оцифровки растровых изображений [2]. Часть данных уже имеет формат, совместимый с ГИС-пакетами, но их иногда необходимо дополнительно изменять в соответствии с требованиями конкретной системы.

Для эффективной работы с большим объемом информации и множеством пользователей удобно использовать системы управления базами данных (СУБД), специальные программы, предназначенные для хранения, систематизации и управления данными. В ГИС удобно применять реляционную структуру хранения данных, где информация представлена в виде таблиц, а для связи между таблицами используются общие поля.

Наложение различных тематических слоев позволяет интегрировать информацию и проводить аналитические операции, объединяя данные. Например, интегрировать информацию о почвах, уклонах и климате для дальнейшего анализа [3].

Путем привязки точек отбора образцов с помощью GPS и их автоматического внесения в базу данных ГИС можно получить на карте их точное местоположение и оценить его относительно границ выделов и квартальной сети с высокой точностью.

Оптимальным выбором в качестве ГИС-пакета будет система QGIS, которая предназначена для визуализации и анализа географических данных, позволяет создавать и редактировать карты разных масштабов и обрабатывать большие объемы статистической информации.

Формат файла «шейп-файл» (Shapefile) предназначен для хранения векторной картографической информации в программе QGIS. Этот формат, разработанный компанией ESRI, предназначен для удобства работы с различными типами геометрических объектов, такими как точки, линии и полигоны. Каждая запись в шейп-файле может содержать также дополнительные атрибуты, описывающие геометрию, например, название объекта, температура или глубина.

В заключении следует отметить, что использование ГИС технологий при изучении почв значимо как в теоретическом, так и практическом плане. Возможности ГИС включают в себя сбор, анализ, моделирование и визуализацию почвенных данных, и данное направление исследований обладает значительным потенциалом, который еще предстоит полностью раскрыть.

Литература

1. Илюшкова, Е.М. Глобальное изменение климата и лесные экосистемы // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5(59). – DOI 10.51419/202135525. – EDN JHSSEC.

2. Кирюшин В.И. Применение ГИС-технологий при картографировании и проектировании агроландшафтов / В.И. Кирюшин, И.В. Слива // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1. – С. 8–12.

3. Пегов С.А. Моделирование развития экологических систем / С.А. Пегов, П.М. Хомяков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 257 с.

Работа рекомендована ассистентом кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Е.М. Илюшковой.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОЧВ
В НАНОМАСШТАБЕ МЕТОДОМ FIB-SEM

М.В. Силаев, К.Д. Толстыгин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва
silaevmv@my.msu.ru

The structure of soil pore space determines numerous mechanisms and processes occurring in soils. In this paper, we propose a method for estimating the microporosity of soil samples based on the FIB-SEM method.

Структура порового пространства определяет многочисленные почвенные свойства и процессы. Так структура порового пространства напрямую влияет на процессы и механизмы транспорта веществ в жидкой и газовой фазах, а также имеет диагностическое значение для изучения генетических процессов в почве. Изучение микропористости прямыми методами позволит получить достоверную информацию о строении образцов, которая в дальнейшем может быть использована для моделирования процессов транспорта веществ и более глубокого понимания формирования и функционирования почв.

Метод FIB-SEM (Focused Ion Beam Scanning Electron Microscopy) является модификацией классической сканирующей электронной микроскопии, которая заключается в установке источника ионов, который позволяет создавать микрошлифы путем послойного вытравливания и полировки сфокусированным ионным пучком участка агрегата без механического напряжения.

Основная цель исследования заключалась в изучении структуры порового пространства суглинистых почв зонального ряда на наномасштабе с помощью метода FIB-SEM.

Для достижения данной цели были проведены экспериментальные работы на базе оборудования Объекта инфраструктуры центра наноматериалов МФТИ и дальнейший анализ результатов эксперимента. Для проведения исследований были выбраны агрегаты зональных почв различного вида землепользования. В результате эксперимента мы получили послойные снимки микрошлифов почвенных агрегатов, которые в дальнейшем были сегментированы.

Основная сложность, данной работы заключалась в сегментации полученных изображений. На данный момент не существует разработанной методики автоматической сегментации почвенных образцов,

в связи с этим она проводилась вручную экспертно. В дальнейшем производилась оценка распределения пор по размерам.

В результате были получены данные о распределении пор по размерам в исследуемых образцах.

Литература

Gerke K.M. et al. Going submicron in the precise analysis of soil structure: A FIB-SEM imaging study at nanoscale // *Geoderma*. – 2021. – Т. 383. – С. 114739.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках научного проекта № 23-74-00061.

Работа рекомендована руководителем научного проекта, н.с. К.А. Романенко.

Секция IV

Современные агротехнологии в земледелии

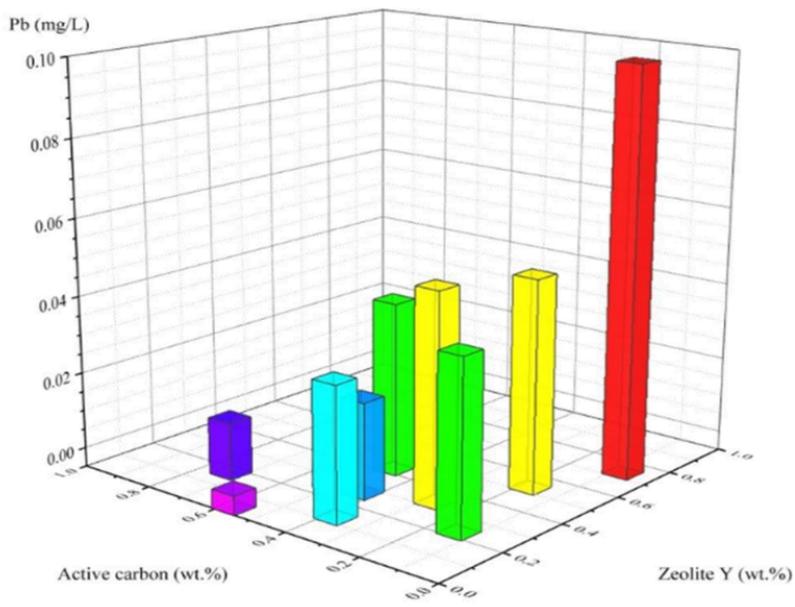
MICROFLUIDIC TECHNOLOGIES TO REMEDIATE WATER AND SOIL BY EMERGING SORBENTS

P. Rajput, S. Sushkova, S. Mandzhieva, Soldatov A. , A. Barakhov
Southern Federal University, 344090, Rostov-on-Don, Russia
priyadarshanirajput22@gmail.com

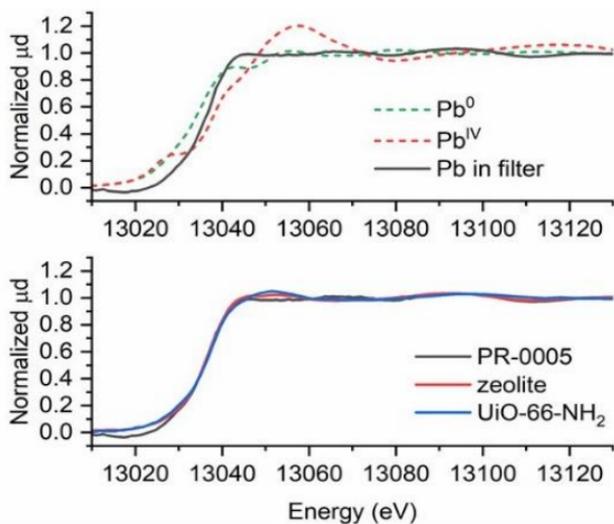
Releases of contaminated water in environment pollutes ground or surface water, and accumulate in soil, thus, the soil is becoming sink of these toxic elements that worsen its properties, resulted reduced soil fertility. Removal of pollutants from the industrial wastewater is a global issue. Therefore, there is an urgent need to develop an eco-friendly technology to eliminate toxic elements from wastewater.

The present work aimed to integrate the modern laboratory methods and synchrotron based analytical approaches, using emerging adsorbents, and microfluidic technologies to optimize and enhance the sorption of toxic elements. Adsorbents such as biochar, commercial charcoal, and a mixture of different fractions (zeolite-Y, MOF: UiO-66-NH₂, coconut charcoal) were tested. The efficient sorbents were filled inside the microfluidic chip and online treated water quality monitoring were performed using the UV-vis spectroscopy. The filtered water samples were analysed by atomic absorption spectrometry (AAS) and using conductivity device *ex-situ/in-situ* mode. Both, AAS and conductivity analysis results showed a bigger fraction of zeolite-Y (80 %) which worsen the performance of Pb adsorption (9.1 %) (Fig. 1a). At the same time, bigger fraction of coconut charcoal (80 %) performed worse for Ni (7.3 %), while for MOF: UiO-66-NH₂, it was vice-versa. For Zn, coconut charcoal showed significant performance, and for Cu (88.6 %) and Cd (62.9 %), charcoal performed better than MOF: UiO-66-NH₂ (8.1 %). All mixtures performed well for Pb ion adsorption. The spatial distribution of elements performed by X-ray fluorescence in the used filters showed higher concentration of ions at the edges of filters, explained by the different flow rate due to the friction from the microtube walls. XANES data collected at Kurchatov Institute indicated Pb²⁺ as the most abundant species in the used filters (Fig. 1b).

The special distribution of the adsorbed ions in the used filters, which is important for optimizing the filter composition and geometry for realistic implementation showed expected results. This is low cost and precise technology to detect and eliminate water contaminants, rapidly and precisely. The efficient fractions of sorbents could be integrated with metal nanoparticles, tolerant microbes or enable to form biofilms for more effective water remediation.



a



b

Figure 1. a) Adsorption of Pb by a mixture of carbon, zeolite-Y and zeolite-ferrierite. a) Lead L3-edge XANES data for used filters and reference samples.

The study was carried out in the laboratory «Soil Health» of the Southern Federal University with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, agreement no. 075-15-2022-1122.

The paper is recommended by Doctor, Professor Tatiana Minkina, Head Soil Science, Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia.

УДК 631/635

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ФАКТОРА
ВИНОДЕЛЬЧЕСКОГО ТЕРРУАРА В ТРАЕКТОРИИ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОЕКТА ВИНОГРАДНИКА**

А.А. Аверьянов

Санкт-Петербургский государственный университет,
ООО «Терруар Концепт СПбГУ», averianov@terroirconcept.com

In the current conditions of the Russian viticulture and winemaking market, one of the priorities is the rational development of land. The work proposes a landscape-oriented approach to the selection of rootstocks and an integral assessment of soil conditions, which was tested in key areas of Russia and France.

На текущем этапе развития виноградарства и виноделия России, когда конъюнктура рынка, складывающаяся в пользу российского вина, пересекается с существенными мерами государственной поддержки, одной из наиболее приоритетных задач является увеличение территорий виноградных насаждений. В данном контексте значительную роль играет одна из взаимосвязей компонентов системы винодельческого терруара – «почва-подвой», определяющая адаптацию виноградных насаждений к стрессовым факторам почвенного покрова и последующую цепочку проектных решений.

Принимая во внимание обязательный характер почвенных исследований на предпроектной стадии реализации винодельческого проекта и разнообразие физико-географических условий промышленной культуры винограда, на первый план выходит необходимость разработки и внедрения в производственную практику ландшафтно-адаптированных подходов в аспекте интерпретации результатов почвенных исследований и принятии опирающихся на них проектных решений.

Целью исследования являлась разработка ландшафтно-адаптированного подхода к подбору подвоев и систематизации данных о приоритетных для винограда почвенных характеристиках и его применение на ранних стадиях реализации винодельческих проектов в контрастных физико-географических условиях.

Ключевые участки располагались в регионах, занимающих лидирующие позиции на национальных рынках сбыта винодельческой продукции России (Республика Крым, Севастополь, Краснодарский край) и Франции (департаменты Страны Луары и Новая Аквитания).

На этапе аналитического обзора были рассмотрены существующие методы подбора подвоев и оценки почвенных условий при закладке виноградников. Сведения об устойчивости подвоев к стрессовым факторам были нормированы и систематизированы в базу данных, на основании которой был определен оптимальный перечень контролируемых параметров в почвенном покрове.

Построение ландшафтно-адаптированных сценариев сокращения выборки подвоев, основанных на приоритизации стрессовых факторов, позволило подобрать наиболее подходящие варианты для ключевых участков исследования, а свертывание информации о почвенных характеристиках при локально ориентированном определении вклада индивидуальных параметров – оценить почвенные условия в интегральные показатели качества, упрощающие интерпретацию результатов для оперативного принятия управленческих решений.

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

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ТРИТИКАЛЕ

Я.А. Бережная

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва
gribova.02@mail.ru

The purpose of the study: to study of the characteristics of the growth and development of grain crops, in particular triticale, in natural conditions without fertilization.

Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур связана с их биологическими характеристиками, главным образом с основными факторами жизнедеятельности – светом, пищей, водой, проис-

хождением, адаптацией их к земным, климатическим, экологическим и другим условиям

При использовании органической технологии возделывания тритикале точечный посев может улучшить качество продукции, снизить затраты на химические удобрения и повысить экологическую чистоту продукции.

Это может привести к улучшению имиджа производителя на рынке и повышению спроса на продукцию.

Таким образом, точечный посев тритикале может иметь практическую значимость в различных технологиях возделывания, улучшая качество и экономическую эффективность производства, а также оказывать влияние на экологическую ситуацию в области исследования

Цель исследования: изучение особенностей роста и развития зерновых культур, в частности тритикале, в естественных условиях без внесения удобрений.

Методы и объект исследования:

Агрэкологические методы выращивания тритикале на мелкоделянном опыте агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Делянка точечного посева имеет размеры 2×2 метра, было внесено 2000 зерен (20 линий по 100 зерен).

За вегетационный период было проведено непрерывное наблюдение за ростом и развитием тритикале в естественных условиях без обработки гербицидами и пестицидами. Опыт направлен на выявление показателя урожайности при минимальном воздействии. Учитывались климатические факторы вегетационного периода и сопоставлялись с подсчетом урожайности.

После уборки урожая растения были собраны два снопа по 100 образцов в каждом. В лабораторных условиях были посчитаны и взвешены зерновки культуры с целью получения точного значения урожайности, полученного без применения средств борьбы с вредителями и болезнями (экологическим путем).

Результаты приведены в таблице.

Таблица. Урожайность тритикале.

Номер снопа	Кол-во колосьев на кв. метр	Среднее количество зерен в колосе	масса 1000 зерен	Урожайность, ц/га
1	391	34	34	45.1
2	400	29	31	36.1

Исходя из полученных результатов, мы можем сделать вывод, что урожайность тритикале в естественных условиях достигает 45.1 ц/га и 36 ц/га, что говорит о высокой урожайности и благоприятных условиях для выращивания данной культуры.

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

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИПОЛЕВОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ
АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

З.И. Бондарь

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
bondar_zlata@mail.ru

There is an increasing interest in the use of precision farming technologies that take into account the spatial variability of soil properties for differentiated effects through fertilizers, optimizing the possibility of obtaining a planned harvest and reducing the negative impact on the environment. This study allows us to uncover the causes of intra-field productivity heterogeneity and enhance scientific understanding of the possibility of using differentiated precision farming technologies.

Научные исследования по изучению влияния неоднородности почвенных свойств полей на урожайность культур начались задолго до появления понятия «точное земледелие», но с ростом возможностей применения информационных технологий и их доступности данные исследования приобрели особенное значение на пути к достижению продовольственной безопасности РФ.

Точное земледелие (ТЗ) – система сельскохозяйственного мониторинга и управления природно-техногенными системами, основанная на использовании географических информационных систем (ГИС) и сельскохозяйственных машин, способных проводить дифференцированную обработку отдельных участков поля с учетом его неоднородности.

В данной работе изучено влияние почвенных свойств на показатели внутривополевой неоднородности продуктивности кукурузы на поле хозяйства ООО «ЭкоНиваАгро» Воронежской области, Лискинского района. Исследования, проводившиеся в 2022 году, заключались в изучении выделенных с помощью дистанционного зондирования Земли зон потенциального плодородия. В этих зонах проводился анализ данных агрохимических свойств почвы обследованного поля. Анализировались

изменения в пространстве параметров биопродуктивности кукурузы. Для выявления возможных причин внутриполевой неоднородности биопродуктивности кукурузы проводился статистический анализ полученных результатов.

При статистической обработке результатов агрохимических показателей почв поля было выявлено отсутствие статистически значимых различий по зонам продуктивности, отсутствовали и корреляционные связи между параметрами агрохимической характеристики и величинами урожая зеленой массы (бункерный вес) по зонам продуктивности. То есть различий между выделенными зонами продуктивности в год обследования не обнаружено. Вероятно, это связано с благоприятными условиями увлажнения в 2022 году. Наличие зон различной продуктивности на полях хозяйств ООО «ЭкоНиваАгро» может быть связано как с особенностями рельефа (склоновые агроландшафты), так и со сложением почвенной толщи (наличие облегченного материала, подстилающего гумусовый горизонт), что в засушливые годы вызывает возникновение на полях зон различной продуктивности возделываемых культур.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.Н. Большевой.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ УДОБРИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В АГРОСЕРОЙ ПОЧВЕ

И.А. Варфоломеева

Красноярский государственный аграрный университет,
varfolomeeva.2002@list.ru

The applied fertilizing resources do not pollute the agro-gray soil with toxic elements. Under the action of 3 t/ha of vermicompost in the agro-gray soil, the amount of toxic elements: cadmium and lead decreases.

Одной из форм деградации почв является загрязнение их тяжелыми металлами (ТМ), техногенное поступление которых в окружающую среду оказывает негативное воздействие на почву и растения, приводит к нарастанию экологических последствий и представляет угрозу для здоровья человека. Важнейшее функциональное значение микроэлементов для растений: служить активаторами многих ферментов. Микроэлементы оказывают стимулирующее воздействие на деятельность микроорганизмов, которые активизирует процессы гумусообразования в почвах.

Цель работы – исследовать влияние удобрительных ресурсов на содержание микроэлементов в агросерой почве. Объектами исследований являлись агросерая почва, жмых из чая и вермикомпост на его основе. Тестовой культурой служила кукуруза (*Zea mays* L.) сорт Сибирячка. Исследования проводили в вегетационно-полевом опыте на стационаре Красноярского ГАУ в вегетационный период 2021 г. Вермикомпост (ВК) и жмых из чая в дозах 3, 5 и 7 т/га вносили в агросерую почву. Повторность опыта 4-х кратная, размещение вариантов последовательное. В отобранных почвенных образцах весной и осенью после уборки кукурузы определяли агрохимические показатели традиционными методами.

Агросерая почва характеризовалась слабокислой реакцией среды, низким содержанием гумуса (3.8 %), но очень высокой обеспеченностью подвижного фосфора (64.5 мг/кг). Агросерая почва обладала низким потенциальным плодородием и нуждалась во внесении удобрений. Важное значение в питании растений и формировании урожайности кукурузы, а также её качества имеют микроэлементы: бор, марганец, молибден, медь, цинк, кобальт. Жмых из чая содержал в составе микроэлементы в мг/кг: Cu – 11.6; Zn – 22.9; Cr – 0.4; Ni – 5.2; Se – 0.12; Fe – 0.2. В удобренной вермикомпостами агросерой почве в зависимости от дозы внесения содержалось в мг/кг: Cr – 5.3–7.2; Zn – 50.3–65.7; Pb – 12.8–14.5; Ni – 1.9–2.0; Mn – 6.4; Cu – 15.2–17.8. Внесение 3 т/га жмыха из чая способствовало снижению концентрации всех микроэлементов в 1.1 раза, а применение вермикомпоста на основе жмыха уменьшило концентрацию по отношению к контролю следующих микроэлементов: Cr в 1.3 раза, Pb, Ni, Cu в 1.1 раза. После внесения 3 т/га вермикомпоста, приготовленного из жмыха чая в агросерую почву происходило уменьшение в ней концентрации свинца в 1.1 раза, отмечена тенденция снижения кадмия. Однако, отмечено повышение в 1.1 раза марганца, кадмия и меди в вариантах с внесением жмыха и вермикомпоста на его основе. Концентрация цинка увеличилась в 1.2–1.6 раза к контролю в зависимости от доз вермикомпоста.

Большая часть микроэлементов снизилась, а кобальт оказался толерантным при внесении органических удобрений (вермикомпоста). Результаты проведенных исследований показали, что жмых из чая и вермикомпост на его основе, внесенные в почву в нормах 3–5 т/га восстанавливают плодородие агросерой почвы. Результаты проведенных исследований свидетельствовали, что содержание микроэлементов в почве удобренных вариантов не превышало значений ПДК, а значит, они экологически безопасны для возделывания культур.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры почвоведения и агрохимии О.А. Ульяновой.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА
И КОМПОСТА ИЗ ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОМЕТА
НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ

П.И. Васенев

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, petervas08.08.1992@gmail.com

As part of a micro-field experiment on regeneration of a topsoil of the erosively degraded sod-podzolic soils, various doses of phosphogypsum by itself and in combination with compost from quail manure were added to the constructed sod horizon from peat-sandy material. Based on the agroecological monitoring, the consequences of ameliorants application on the regenerated soil ecological functions have been assessed.

Введение. На фоне глобальных изменений климата обострились агроэкологические проблемы эрозионной деградации почв, и актуализированы задачи восстановления их верхних горизонтов, особенно в случае пахотных почв [1, 2] с низким содержанием углерода. Мы провели опыт по изучению влияния фосфогипса и компоста из перепелиного помета на стабилизацию углеродного баланса регенерируемого горизонта деградированных дерново-подзолистых почв [3].

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на Агроэкологическом стационаре РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках микрополевого опыта с площадками 2 м на 2 м, с вариантом контроля и вариантами с различными дозами фосфогипса, компоста из перепелиного помета и их комбинациями, добавленными к торфопесчаной смеси (торф к песку 1:3) слоем 15 см на эродированной дерново-подзолистой почве.

Результаты. В 4-х вариантах опыта (1.5 т/га фосфогипса, 2.0 т/га компоста, их сочетания в дозах 4.5 т/га + 2.0 т/га и 6.0 т/га + 2.0 т/га) различия в скорости формирования надземной травянистой биомассы превышают значения контроля в 4 раза, при небольшом варьировании в повторениях (рис.).

Изучение углеродного баланса [4–6] по изменению содержания органического углерода в почве, накоплению биомассы травостоя и изменению *in situ* эмиссии CO₂ показало, что в результате применения фосфогипса (1.5 т/га) и его сочетания с компостом (4.5 т/га + 2.0 т/га), наблюдается качественный переход от доминирования эмиссии CO₂ в доминирующий сток углерода (табл.).

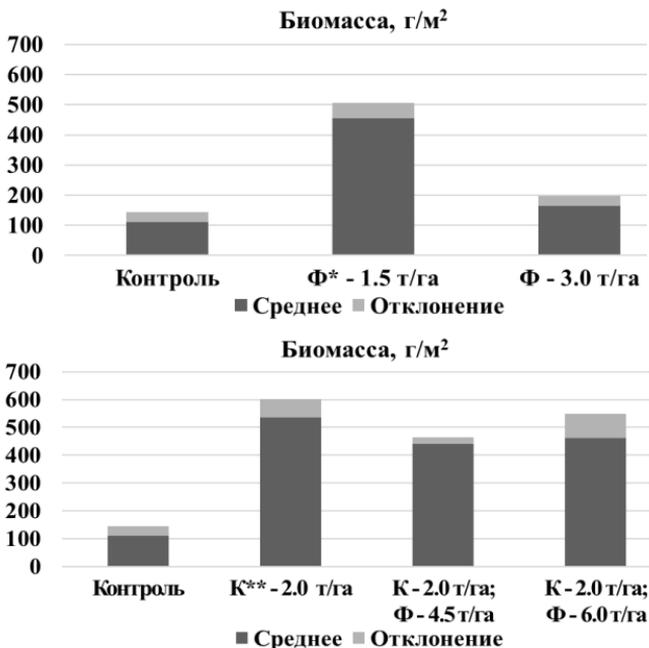


Рисунок. Биомасса травостоя, г/м². * – Φ (фосфогипс); ** – К (компост).

Таблица. Общее поглощение углерода, CO₂, г/м² за сезон.

Контроль	Φ* 1.5 т/га	Φ 3.0 т/га	Φ 4.5 т/га + К** 2.0 т/га	Φ 6.0 т/га + К 2.0 т/га
-819.8	590.0	-680.3	730.5	-1195.1

Примечание: * – Φ (фосфогипс); ** – К (компост).

Заключение. Проведенные исследования показали перспективы использования опробованных агротехнологий применения компоста из перепелиного помета и фосфогипса в качестве природно-климатических проектов, с формированием больших запасов травянистой биомассы и экологичной утилизацией отходов производства фосфорных удобрений.

Литература

1. Tilaki G.A.D., Rahmani R., Hoseini S.A., Vasenev I. Acta Ecologica Sinica. 42, 1, 82–89 (2022).
2. Hou L., Kong W., Qiu Q., Yao Y., Bao K., Zhang L., Jia H., Vasenev I., Wei X. Agriculture, Ecosystems and Environment. 336, 108020 (2022).

3. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования: учебное пособие / А.Л. Черногоров, П.А. Чекмарев, И.И. Васенев, Г.Д. Гогмачадзе. – Москва: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012. – 268 с.

4. Vasenev I.I., Shcherbakov A.P., Vaseneva E.G., Degteva M.Yu., Basic agroecological monitoring in Methodological guide and normative materials for the development of adaptive landscape farming systems, Kursk, Russia, 143–152 (2001).

5. Цифровые технологии агроэкологического мониторинга и оптимизации земледелия: монография / Под ред. И.И. Васенёва. – М., 2022. – 240 с.

6. Егорова Р.А. Баланс углерода в травяных экосистемах // Современные проблемы науки и образования – 2013.-№ 6. (приложение «Биологические науки»). – С. 9.

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

УДК 631.417

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОЙ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

П.В. Васильев, Д.О. Лагуткина, Г.Д. Холостов, Ю.С. Белозеров
Санкт-Петербургский государственный университет,
st097601@student.spbu.ru

Amino acid fertilizers show effectiveness in seeds germination. The work reviews the use of such fertilizers as a pre-sowing seed treatment. Research was conducted with using barley and radish seeds, and «Yasna Amino» fertilizer as a treatment. In result, germination energy, percentage of germinated seeds, and length of shoots increased. Actually, in certain cases, treatment seeds with amino acid fertilizer attested toxic influence of high amino acids concentration.

В настоящее время всё большую популярность обретает применение аминокислотных подкормок в сельском хозяйстве. Однако механизмы работы данного типа препаратов до сих пор мало изучены. В основе производства большинства таких подкормок лежит протеазный гидролиз белкового сырья. В работе изучается применение протеазного гидролизата белков крови сельскохозяйственных животных для предпосевной обработки семян.

В качестве объекта исследования используется препарат «Ясна Амино» (производство ООО «Содружество»). В препарате содержится 150 г/л аминокислот, 90 г/л свободных кислот, 88 г/л углерода органических веществ и 1 г/л железа.

Для обработки использовались семена ячменя и редиса. Для этого 30 семян помещались в чашку Петри и обрабатывались растворами аминокислот в различном разбавлении: 1:500, 1:1000, 1:2500, 1:5000. По истечении трех суток считалась энергия прорастания, а по истечении пяти суток определялись всхожесть семян, длина корней и стеблей. В качестве контроля была взят образец с дистиллированной водой. Все исследования проводились в трехкратной повторности.

Наибольшая энергия прорастания наблюдалась при использовании раствора, где препарат был разбавлен с дистиллированной водой в 5000 раз – 96 % для ячменя и 85 % для редиса, наименьшая энергия прорастания наблюдалась при использовании раствора, где препарат был разбавлен в 500 раз – 68 % для ячменя и 51 % для редиса, в контрольном образце энергия прорастания достигала 82 %.

По всхожести семян наилучший результат был при обработке препаратом, разбавленным в 5000 раз – 98 % для ячменя и 91 % для редиса, наихудшее значение было всё так же при разбавлении препарата в 500 раз – 72 % для ячменя и 64 % для редиса. Также стоит отметить, что при разбавлении препарата в 500 и 1000 раз, многие семена погибли, что говорит о токсичном воздействии большой концентрации аминокислот.

Побеги ячменя и риса достигали среднего значения длины при разбавлении препарата в 5000 раз – средняя длина стебля ячменя составляла 11.9 см, а корня – 9.5 см, для редиса – 9.1 см и 7.2 см, соответственно. Наихудший результат был при разбавлении гидролизата в 500 раз – длина побегов не превышала 6.4 см, а длина корня – 3.7 см. Средняя длина побегов контрольной группы была всегда меньше, чем при разбавлении препарата в 5000 раз, и больше, чем при остальных разбавлениях. Средняя длина корней была больше при разбавлении препарата в 2500 раз у обеих культур (табл.).

Полученные в ходе исследования данные показывают эффективность работы аминокислотных регуляторов роста для предпосевной обработки семян. Однако в дальнейшем требуются дополнительные исследования на других культурах и проведение более масштабных полевых опытов. Также стоит учитывать, что при предпосевной обработке семян требуется соблюдать осторожность с дозировкой препаратов.

Таблица. Данные по длине корней и стеблей при обработке семян аминокислотным препаратом.

Соотношение препарата с дистиллированной водой	Ячмень		Редис	
	Средняя длина побега, см	Средняя длина корня, см	Средняя длина побега, см	Средняя длина корня, см
Контроль (H ₂ O)	11.2	7.6	8.3	5.4
1:500	6.4	3.2	3.1	3.7
1:1000	7.5	4.9	4.2	5.1
1:2500	10.3	8.4	7.6	6.9
1:5000	11.9	9.5	9.1	7.2

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 632.9

ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ
КУКУРУЗЫ НА ТЁМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ЮЖНОЙ
ЧАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. Васюнова¹, Н.А. Перченко^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Томск, Россия

¹ovasyunova@yandex.ru, ²perchenko-nina@mail.ru

The paper presents the results of tests of antifungal and bacterial drugs to combat corn diseases in the spring and autumn period of 2022 in the Kozhevnikovsky district. They proved to be fungicides, while the greatest effect was obtained from the treatment of corn with an antifungal drug.

Кукуруза обыкновенная *Zea mays* (Linnaeus, 1753) в настоящее время является одной из наиболее распространенных и продуктивных культур мирового земледелия. Цель данной работы – исследование влияния новых препаратов для борьбы с заболеваниями кукурузы в Кожевниковском районе Томской области.

Для почв южного района области характерно сильное промерзание и медленное оттаивание [1]. Опыт заложен на темно-серой оподзоленной почве, которая характеризуется невысоким содержанием гумуса, слабокислой реакцией почвенной среды, средним содержанием по-

движного фосфора и невысоким обменного калия [2]. Окраска почвы однородная темно-серая на протяжении 30 см, структура мелкокомковатая. Начиная с 40 см и ниже по почвенному профилю наблюдалась неоднородная бурая окраска с незначительными кутанами. Структура ореховато-комковатая.

Объектом исследования стал гибрид кукурузы Кубанский 105. Схема опыта выглядела следующим образом: контроль – без обработки препаратами; обработка противогрибковым препаратом, а также обработка бактериальным препаратом. Площадь опыта составила 3 га, каждый вариант опыта занимал по 1 га. Посев кукурузы был проведен 14 мая 2022 года, а 7 июня – сделана фунгицидная обработка противогрибковым и бактериальным препаратами, разработанными в лаборатории Новосибирского государственного аграрного университета.

Проведенный эксперимент выявил эффективность противогрибкового препарата, проявившуюся в полном уничтожении таких заболеваний, как септориоз и бактериальная пятнистость листьев. Кроме того, препарат стимулирует рост растений и придает устойчивость к абиотическим стрессам.

Говоря об экономической эффективности, нужно отметить, что примененная технология возделывания гибрида кукурузы выгодна, так как приводит к снижению себестоимости продукции, повышению рентабельности, увеличению чистого дохода. Рентабельность продукции и чистый доход от применения противогрибкового препарата в 4 раза выше, чем на контроле.

Литература

1. Фузелла Т.Ш. Количественная оценка и картографирование энергопотенциала гумусового слоя для почв Томской области. Интерэкспо Гео-Сибирь, vol. 4, no. 2, 2013, pp. 113–115.

2. Системы земледелия Томской области на ландшафтной основе. Часть 1 – СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН, 2018 – Томск. – 266 с.

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

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОМИЦЕТОВ *ALTERNARIA ALTERNATA* И *FUSARIUM OXYSPORUM* ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕДИ

В.Д. Волкова

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения,

Институт проблем экологии и эволюции РАН

Москва, v_v_d_2000@mail.ru

The ability of the mycelium of two types of micromycetes – melanized *Alternaria alternata* and hyaline *Fusarium oxysporum* to sorb copper cations when grown in Czapek's liquid medium – was compared. Range of tested Cu^{++} concentrations: 0.05–0.5 mg/dm³. *A. alternata* showed higher sorption activity at almost all levels of copper content in the medium.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) уже много десятилетий остается важной экологической проблемой. Подавляющая часть ремедиационных приемов основана на физико-химических технологиях с использованием современных материалов, в первую очередь, с сорбирующими свойствами. Большое внимание в этом отношении заслуживает биоремедиация.

Анализ метаболических и экологических особенностей грибов свидетельствует о высоком биоремедиационном потенциале многих видов. Однако, необходимы подробные исследования зависимости сорбционной активности мицелия в конкретных условиях среды.

Задача данной работы заключалась в сравнении способности мицелия двух видов микромицетов – меланизированного *Alternaria alternata* и гиалинового *Fusarium oxysporum* сорбировать катионы меди при выращивании в жидкой среде Чапека. Диапазон тестируемых концентраций Cu^{++} : 0; 0.05; 0.1; 0.25; 0.5 мг /дм³.

По сорбционной способности меланизированная культура *A. alternata* превосходила *F. oxysporum*. Процент извлечения мицелием грибов Cu^{++} из среды достигал 40 % при культивировании *F. oxysporum* и вдвое больше при росте *A. alternata*. Подавляющая часть меди сорбируется клеточными стенками гиф и смывается водой. Внутрь клеток мицелия проникает небольшое количество – максимум 0.16 мкг Cu^{++} /г сухого мицелия *A. Alternata*. *F. oxysporum*, не имеющий внутриклеточных защитных меланинов, накапливал Cu^{++} (от 2 до 14 раз в зависимости от концентрации меди в среде) меньше.

Полученные результаты и анализ литературы дают основание полагать, что у исследованных видов механизмы устойчивости к Cu^{++} и

сорбции различны: у фузариума они определяются в основном барьерными функциями клеточных стенок гиф, а у альтернэрии значимую роль в защите от токсического действия играет меланин.

Таким образом, в нашей работе показан в целом высокий процент извлечения меди микромицетами *F. osyosporum* и *A. alternata* из среды культивирования. Условия среды, а именно исходное содержание меди, в значительной степени влияют на сорбционную активность как меланизированных, так и гиалиновых форм микромицетов.

Выражаю признательность к.б.н. Е.В. Федосеевой за поддержку и консультации в этой работе.

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

УДК 631.42:624.13:631.8:635.938(470-25)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЛИТА И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ РАЗНЫХ ФОРМ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ПОД РУЛОННЫМИ И СЕЯНЫМИ ГАЗОНАМИ

В.К. Гвоздь, Т.М. Джанчаров

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

The experience is based on the thesis that the content of heavy metals in soils under lawns is influenced by the use of complex fertilizers and sorption-active materials.

В основу опыта положен тезис о том, что на содержание тяжёлых металлов в почвах под газонами влияет использование комплексных удобрений и сорбционно-активных материалов.

Цинк, свинец, медь оказывают ингибирующее действие на рост корней газонных трав, на содержание фотосинтетических пигментов и интенсивность фотосинтеза, тем самым уменьшают подземную и надземную биомассу [1]. В связи с этим встает вопрос: как можно снизить миграцию загрязняющих веществ из почвы в организм растений.

Цель исследования: анализ содержания тяжёлых металлов в почве под газонами при применении структуроулучшающей добавки перлит и комплексных удобрений разных форм.

В качестве адсорбента тяжёлых металлов в почве был выбран пористый материал перлит. В умеренно-континентальном климате Москвы перлит может быть высокоэффективным за счет способности удержания влаги и загрязняющих веществ массой в 8 раз больше, чем его

собственная [2], нейтрального уровня pH_{KCl} и способности изолировать и уменьшать среднесуточные перепады температур [3].

Объекты и методы. Почва на опытном участке Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева является урбанизированной вследствие ремонтных работ и негативного антропогенного вмешательства от близлежащей дороги. Почва имеет супесчаный гранулометрический состав [4].

В качестве тестируемых культур были выбраны рулонные и сеяные газоны, как наиболее типичные для городских условий. В опыте с газонными культурами использовали три формы удобрений:

1. Водорастворимое удобрение производства ЕвроХим, содержащее 18 % азота, 18 % фосфора и 18 % калия, которое вносили с поливом. 2. Гранулированная тукосмесь Фертика марки 11.3-12-26. 3. Органиноминеральное удобрения Буйского химического завода (БХЗ), марка 10-7-7 с содержанием гуминовых соединений 10 %.

Для оценки содержания тяжелых металлов в почве отбирали объединенные пробы по ГОСТ 28168-89 [5]. Массовую концентрацию тяжелых металлов (Hg, Pb, Zn, Cd, Cu, As) мг/кг в почве определяли по ГОСТ ISO 22036-2014. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС) [6].

Результаты. Анализ содержания свинца мг/кг в почве под рулонными газонами показал, что внесение комплексных удобрений на фоне перлита позволило снизить поступление тяжёлого металла 1 класса опасности, свинца, в почву. Так, при внесении водорастворимого удобрения ЕвроХим (N18:P18:K18) на фоне перлита содержание свинца в почве снизилось на 4.13 мг/кг, при внесении гранулированного удобрения Фертика (N11.3:P12:K26) на фоне перлита содержание свинца в почве снизилось на 2.86 мг/кг, при внесении органиноминерального удобрения БХЗ (N10:P7:K7) на фоне перлита содержание свинца в почве снизилось на 0.63 мг/кг.

Установлено снижение содержания тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь) в условиях антропогенной нагрузки на рост газонных трав, которое достигнуто при применении на рулонных газонах совместно структуроулучшителя (перлит) и гранулированного удобрения марки Фертика, на сеяных газонах водорастворимого удобрения марки ЕвроХим и органиноминерального удобрения Буйского химического завода. Выявлена специфика сорбирования тяжелых металлов при выращивании газонных травостоев в условиях мегаполиса.

Литература

1. Оценка влияния структуроулучшающих добавок и минеральных удобрений на содержание тяжелых металлов в городских почвах под газонами / В.К. Гвоздь, Т.М. Джанчаров, Д.И. Шаламов [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 86–90. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-018. – EDN WHZAGF.

2. Perlite Institute All Rights Reserved – Perlite for Water Quality Management <https://www.perlite.org/wp-content/uploads/2018/09/Perlite-for-Water-Quality.pdf> 2018.

3. Promdee K., Wathanakul P., Kheoruenromne I., Prabuddham P. Use of Perlite for Improving Some Physical Properties of Soils and Macronutrients Quantity of Multiply Onion // CRMA Journal, 2006, I. 4, Vol. 1. – P. 188–197.

4. Гвоздь В.К. Технология посадки рогоза узколистного на торфяном грунте для достижения максимального накопления органического углерода в почве / В.К. Гвоздь, Д.И. Шаламов // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5(59). – DOI 10.51419/202135523. – EDN GNJEKT.

5. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. Стандартиформ, 2008.

6. ГОСТ ISO 22036-2014. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС).

Работа рекомендована асс. кафедры экологии Д.И. Шаламовым.

УДК 641.46

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ГРУНТА ДРЕВНИХ ПОГРЕБАЛЬНЫХ И БЫТОВЫХ СОСУДОВ

Е.И. Грачева¹, Н.Н. Каширская²

¹Камышинский филиал ГАПОУ «Волгоградский медицинский колледж», г. Камышин, gelizaveta172@gmail.com

²ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

Pure bacterial cultures have been isolated from the soils of ancient burial and household vessels, which can be used as probiotics and are associated with the production of antibacterial and antioxidant metabolites.

Впервые из грунта древних погребальных и бытовых сосудов были выделены чистые культуры бактерий, связанных с присутствием за-

упокойной пищи. Оценка их таксономической принадлежности показала наиболее близкое сходство со штаммами *Heyndrickxia coagulans DSM1* и *Heyndrickxia acidiproducens SL213*. Новые штаммы *Heyndrickxia*, близкие к штамму *H. Coagulans DSM1*, выделены из грунта кувшина и миски аланской культуры (погребение 1452 курганного могильника «Братские первые курганы»), а также из грунта стеклянной бутылочки Урартской культуры, найденной в отложениях поселения «Мецамор», Армения. Новый штамм, близкий к *H. acidiproducens strain SL213*, выделен из керамического кувшинчика этого же поселения. Многочисленные штаммы *Heyndrickxia coagulans* (ранее – *Bacillus coagulans*) в настоящее время используются в качестве безопасного пробиотика для людей и животных (Wu et al., 2022). Хотя наиболее распространенными видами пробиотиков являются молочнокислые бактерии *Lactobacillus spp.*, использование спорообразующих бактерий *Heyndrickxia* имеет преимущества, поскольку продукты, их содержащие, могут храниться длительное время. Тесты *in vitro* подтверждают безопасность этих микроорганизмов для здоровья человека (Bang et al., 2021). Известно, что *Heyndrickxia acidiproducens* (ранее – *Bacillus acidiproducens*) вырабатывает антибактериальные и антиоксидантные метаболиты, эффективные в отношении патогенов с множественной лекарственной устойчивостью (Koilybayeva et al., 2023). Таким образом, грунты из заполнения древних погребальных и бытовых сосудов могут служить источником микроорганизмов, используемых в медицине и фармацевтике.

Литература

1. Bang W.Y. et al, (2021). Genomic-, phenotypic-, and toxicity-based safety assessment and probiotic potency of *Bacillus coagulans* IDCC 1201 isolated from green malt. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 48 (5–6), kuab026.
2. Koilybayeva M. et al, (2023). GC–MS Profiling of Volatile Metabolites Produced by Some *Bacillus* spp. and Evaluation of Their Antibacterial and Antibiotic Activities.
3. Wu Y.P. et al, (2022). Assessing the safety and probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* 13002 based on complete genome and phenotype analysis. *LWT*, 155, 112847.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант 22-68-00010.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. археологического почвоведения ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

ВЛИЯНИЕ ГЛИОТОКСИНА
НА АКТИВНОСТЬ В-1,4-ГЛЮКОЗИДАЗЫ В ПОЧВЕ

Е.В. Гурина, А.В. Яшников

Тюменский государственный университет, gurinalenag@gmail.com

The study examined the effect of gliotoxin, a metabolite with antimicrobial properties produced by *Trichoderma* spp. on the activity of the enzyme β -1,4-glucosidase in soil. The stimulating effect of gliotoxin on glucosidase activity has been shown.

Использование в сельском хозяйстве пестицидов даже в современных условиях является важным источником диффузного химического загрязнения, которое трудно контролировать. Поэтому мировое хозяйство заинтересовано в снижении зависимости от химических факторов производства и развитии и внедрении агробиотехнологий, а именно в создании биопестицидов. Глиотоксин (ГТ) – вторичный метаболит, с антимикробными свойствами, продуцируемый *Trichoderma* spp. может рассматриваться в качестве альтернативы пестицидам. В рамках этого исследования проведена оценка влияния глиотоксина на активность β -1,4-глюкозидазы в почве. Глюкозидаза – фермент, катализирующий гидролиз концевых 1,4-связанных остатков β -D-глюкозы из β -D-глюкозидов, включая короткоцепочечные олигомеры целлюлозы (вызывает деградацию сахара). Глиотоксин вносили в почву (дерново-подзолистые) в концентрациях 500 мкМ, 100 мкМ, 50 мкМ и 10 мкМ. Активность β -1,4-глюкозидазы оценивали в динамике (на 7 и 60 день после внесения глиотоксина в почву) (рис.). Через 7 дней после внесения глиотоксина активность глюкозидазы увеличилась на 47.2 % в образцах с 500 мкМ ГТ (при сравнении с контролем), на 11.6 % в образцах с 100 мкМ, на 90.5 % в образцах с 50 мкМ ГТ и на 24.6 % в образцах с 10 мкМ ГТ ($p < 0.05$). К концу эксперимента (60-й день инкубации) глюкозидазная активность продолжала стимулироваться глиотоксином. В образцах с 500 мкМ глиотоксина активность глюкозидазы была выше, чем в контроле в 5.9 раза, с 100 мкМ ГТ – в 4.8 раза, с 50 мкМ ГТ – в 8.1 раза ($p < 0.001$). Различия, отмечаемые между контролем и образцами с 10 мкМ ГТ, статистически достоверными не были ($p = 0.34$).

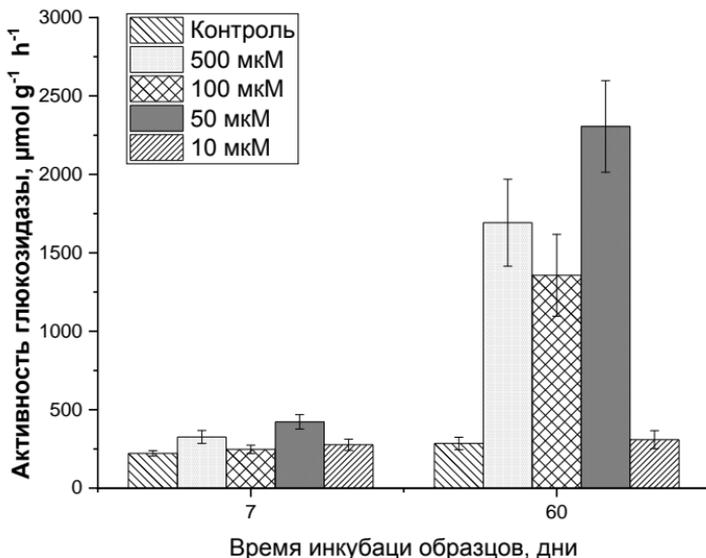


Рисунок. Действие разных концентраций глиотоксина на активность β -1,4-глюкозидазы.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.В. Васильченко.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ПРИМЕРЕ ПШЕНИЦЫ СОРТА «ЗЛАТА»

И.А. Гусев

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ivangusev1304@mail.ru

This study aims to investigate the impact of different dosages of complex fertilizer on the quality parameters of cereal crops, focusing on the spring wheat variety «Zlata». The objective is to determine the optimal fertilizer dosage that achieves the best results in terms of yield, grain quantity and quality, root system length, and ear length of this wheat variety.

Цель исследования: изучение влияния различных доз комплексного удобрения на качественные показатели зерновых культур на примере яровой пшеницы сорта «Злата». В задачи исследования входило определить оптимальную дозу удобрения, которая позволит достичь

наилучших результатов в отношении урожайности, количества и качества зерна, длины корневой системы и длины колоса у данного сорта пшеницы.

Материалы и методы исследования. Опыт был заложен в 2023 году (26 мая) на территории Агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве объекта была выбрана яровая пшеница сорта «Злата». В опыте изучалось 3 варианта в 3-кратной повторности (табл.).

Таблица. Схема опыта.

№	Вариант	Код
1	Экологический (контроль)	Э
2	Традиционный (12.5 г/м ²)	Тр
3	Инновационный (25 г/м ²)	Ин

В режиме мониторинга (еженедельно) отслеживались такие показатели как: высота пшеницы, кучность, наличие девиаций среди растений, появление сорных растений.

Был произведен анализ массы, размера и формы зерен. Эти показатели позволили нам определить вариант с наибольшей коммерческой ценностью урожая. Анализ длины корневой системы позволил нам оценить степень различия развитости и способности обеспечения растений питательными веществами. Так же нами была доказана прямая взаимосвязь между длиной колоса, массой зерен и их количеством.

В ходе исследований было выяснено, что самый большой урожай дала пшеница, обрабатываемая по инновационному варианту. Урожайность составила 40.1 ц/га. Урожайность пшеницы, обрабатываемой по экологическому и традиционному варианту составила 31.6 и 36.9 ц/га, соответственно. При этом, в инновационном варианте наблюдалось самое большое количество колосьев на м² – 528, а также среднее количество зерен в колосе – 23.

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ
ПОСЕЛЕНИЯ ТАРХАНКУТ (XIV–XII ВВ. ДО Н.Э.)

А.М. Евстигнеев¹, Н.Н. Каширская²

¹Тульский государственный университет, г. Тула,
eustigneew.oleg2015@yandex.ru

²ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН,
г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

Studies of biological activity on the territory of ancient corrals have revealed maximum values in a smaller corral. At the same time, the high number of saprotrophic bacteria and fungi in the lower layers of a residential building indicates its economic purpose and long-term use.

Биологическая активность почв определяется активностью почвенной микробиоты. В палеопочвах и культурных слоях значительная часть микробных сообществ находится в покоящемся состоянии и сохраняет в себе ряд параметров, присущих им на момент погребения.

Целью работы была оценка биологической активности почв поселения Тарханкут (XIV–XII вв. до н.э.) по численности термофильных и сапротрофных бактерий, растущих на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде, и по численности грибов, растущих на среде Чапека. Образцы отбирались из трех шурфов, заложенных в средней части малого загона, в средней части большого загона и с восточной стороны за стеной большого загона, где могла располагаться жилая постройка.

Наибольшая численность термофильных бактерий, сохранившихся на глубине до 30 см, была выявлена в средней части малого загона. В верхнем слое численность этой группы составляла здесь около 2 млн КОЕ / г почвы. В средней части большого загона и в зоне предполагаемой жилой постройки численность термофильных бактерий в верхнем слое была в 20 и 3 раза меньше, чем в центре малого загона. Численность сапротрофных бактерий варьировала от 4 до 13 млн КОЕ / г почвы. Наибольшая их численность в слоях 0–20 см была отмечена в шурфах малого загона и жилой постройки. В большом загоне на этой же глубине значение данного показателя было меньше в 1.5 раза. В слоях на глубине 20–60 см шурф жилой постройки отличался стабильно высокой численностью сапротрофов, а в шурфах загонов наблюдалось ее заметное снижение с глубиной. Численность грибов, растущих на среде Чапека, в шурфах большого и малого загонов снижалась с глубиной в 18 и 55 раз соответственно. В шурфе жилой постройки это снижение

было более плавным; здесь выявлена высокая численность грибов в нижней части профиля – от 90 до 120 тыс. КОЕ / г почвы. Максимальной численностью грибов характеризовался верхний слой шурфа малого загона – до 440 тыс. КОЕ / г почвы.

Таким образом, наибольшая биологическая активность была выявлена в помещениях с меньшей площадью. Высокие показатели численности сапротрофных бактерий и грибов в нижних слоях жилой постройки свидетельствуют о ее хозяйственном назначении и длительном использовании.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант 22-68-00010.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. археологического почвоведения ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ ВЮ-ДОНА И ГУМАТА КАЛИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННОГО КАЛИЯ В ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ КАРБОНАТНОМ ПОД ГОРОХОМ

С.С. Карташев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
semyonrus357@gmail.com

The content of exchangeable potassium in ordinary carbonate chernozem during the cultivation of peas is given. It has been established that when ВЮ-Don and Potassium Humate are included in the tank mixture, the content of exchangeable potassium in the soil increases by a statistically significant amount.

Одной из главных целей современного сельского хозяйства является снижение негативного воздействия на окружающую среду в ходе использования органических и минеральных удобрений. Один из способов снизить экологическую опасность, одновременно улучшая сельскохозяйственное производство, – это применение гуминовых препаратов. По своей природе гуминовые препараты являются биологически активными веществами, стимулирующими рост растений, способствующими повышению доступности азота, фосфора и калия и, как итог, – росту урожайности. Калий способствует повышению устойчивости растений к неблагоприятным условиям, таким как засуха, уязвимость культур к болезням и т.п.

Полевой опыт закладывался в 2022 году на стационаре агрохимии и защиты растений ФГБНУ ФРАНЦ на чернозёме обыкновенном карбонатном. В качестве гуминовых препаратов использовали «Гумат калия», производящийся компанией Флексом на основе торфа, и ВЮ-Дон, получаемый из биогумуса. Проводилось сравнение участков без внесения минеральных удобрений и с внесением в почву азофоски в физической массе N40P40K40. Суммарное количество выпавших осадков за период май-июнь – 41 мм. Гуминовые препараты вносились фоллиарно. Средняя температура воздуха за два месяца составляла 19,3 °С. Определение обменного калия проходило по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91).

Первый отбор образцов почв производился до внесения гуминовых препаратов. На делянках без внесения минерального удобрения среднее содержание калия составляет 523 мг/кг. После внесения азофоски среднее содержание калия увеличилось до 573 мг/кг. Второй отбор производился после сбора урожая (рис.).

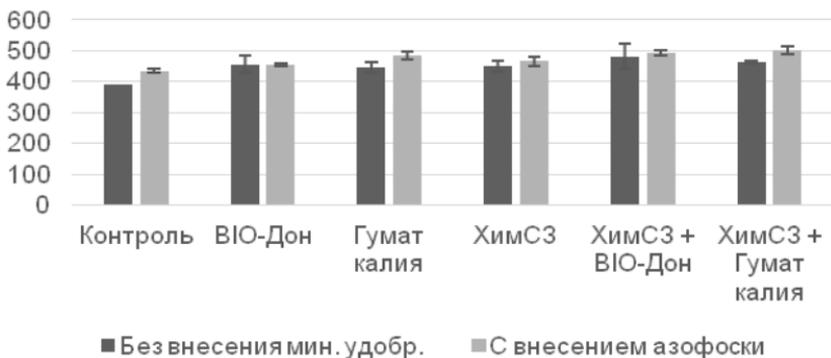


Рисунок. Усреднённое содержание обменного калия в чернозёме обыкновенном карбонатном.

Наблюдается достоверно подтверждённая тенденция к увеличению содержания обменного калия при внесении гуминовых препаратов ВЮ-Дон и гумата калия. При использовании препаратов в баковой смеси с пестицидами наблюдается незначительное увеличение содержания обменного калия.

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

ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ И СРОКА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПШЕНИЦЫ
СОРТА «АГРОС» В УСЛОВИЯХ МЕЛКОДЕЛЯНОЧНОГО ОПЫТА

М.О. Каушкаль, А.К. Маковецкий
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
mokaushkal@gmail.com

Study of the effect of dose and timing of fertilizer application on productive characteristics of wheat, variety «Agros» in shallow-drained conditions. Determination of optimal conditions for increasing yield, grain quality and development of wheat. The experiment was conducted with different combinations of dose and term of fertilizer application.

Цель опыта: изучить влияние препаратов, их дозы и срока внесения удобрений на продуктивные характеристики пшеницы сорта «Агрос» и определить оптимальные условия подкормки для повышения урожайности, качества зерна и других параметров роста и развития пшеницы.

Задачи: определить оптимальную дозу удобрений для достижения максимальной урожайности пшеницы сорта "Агрос" в условиях мелкоделяночного опыта; исследовать влияние срока внесения удобрений на качество зерна пшеницы и другие параметры роста и развития; оценить влияние различных комбинаций дозы и срока внесения удобрений на физиологические характеристики растений, такие как высота, масса зерна и другие; изучить влияние удобрений на содержание питательных веществ в зерне пшеницы; анализировать экономическую эффективность применения удобрений; предложить рекомендации для сельскохозяйственных предприятий относительно оптимальной стратегии внесения удобрений для повышения продуктивности пшеницы сорта «Агрос».

Материалы и методы исследования. Опыт заложен 26 мая 2023 года на территории агроэкологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве тестового объекта была выбрана яровая пшеница сорта «Агрос». Среди тестируемых удобрений использовались препараты «Биоэлементс», а именно «Двойные корни», «Органик», «Севооборот». В опыте 3 варианта (табл.) каждый из которых заложен в 3-х кратной повторности.

Таблица. Схема опыта.

№	Вариант	Код варианта
1	Севооборот 2.5 кг/га	С/О
2	Органик 2 кг/га	Орг
3	Двойные корни 0.5 кг/га	Дв

Для оценки формирования урожайности и качества яровой пшеницы в режиме мониторинга (1 раз в 10 дней) оценивались следующие показатели: высота растений, кустистость, наличие девиаций, наличие сорных растений. Уборка урожая была произведена 28 августа.

Результаты: в ходе исследований, проведенных в период с 26 мая по 28 августа 2023 года, осуществлен замер высоты растений пшеницы, фото фиксация проективного покрытия участков и отобраны образцы для проведения агрохимического почвенного анализа, измерена длина корневой системы, длина колоса, получена масса зерен. Данные укосов показывают, что применение удобрений оказало значительное положительное влияние на продуктивные показатели яровой пшеницы сорта «Агрос». Максимальная урожайность наблюдался для варианта Двойные корни – 69.2 ц/га.

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

УДК 631.51

ПОЧВЕННАЯ ЭМИССИЯ ЗАКИСИ АЗОТА ПРИ НУЛЕВОЙ И ТРАДИЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ

Д.М. Костецкий, А.В. Бурова, Е.Л. Бабенко, Е.Г. Зинчук, К.В. Иващенко
Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург,
dan_kost@vk.com

A 20-day laboratory experiment was carried out on the upper layers (0–5 cm) of heavy loamy agrochernozeem under traditional plowing and no-till, sampling Rostov region. No-till with nitrogen fertilizers had higher nitrous oxide (N₂O) emission than for plowing, which can be explained by both a higher content of soil organic matter and greater microbial activity.

Сельскохозяйственные почвы – один из крупнейших источников эмиссии закиси азота (N₂O), величина которой может обуславливаться как внесением в почву удобрений, так и технологией ее обработки. В России влияние ресурсосберегающих технологий на почвенную эмиссию N₂O изучено слабо. Одной из таких технологий является нулевая

обработка, исключая механическую обработку почв. В связи с этим нами была поставлена цель провести сравнительный анализ влияния традиционной и нулевой обработки почв на эмиссию N_2O с разными дозами азотных удобрений.

Для этого был проведен 20-дневный лабораторный эксперимент на верхних слоях (0–5 см; ненарушенное сложение) агрочернозема тяжелоуглинистого с традиционной и нулевой (14 лет) обработками, отобранных в Ростовской области. В течение эксперимента постепенно увеличивали температуру воздуха с 12 до 22 °С и поддерживали постоянную влажность (34±2 %). Азотные удобрения вносили в двух дозах (N_{40} и N_{90}), в качестве контроля использовался вариант без внесения удобрений. Концентрацию N_2O измеряли с помощью газового хроматографа (детектор электронного захвата). Основываясь на полученных данных, рассчитывали кумулятивные потоки N_2O за 20-дневный период инкубации (табл.).

Таблица. Кумулятивные потоки закиси азота из агрочерноземов тяжелоуглинистых с разными обработками, N_2O , мкг $N/m^2 \cdot 20$ сут.

Варианты	Нулевая обработка	Традиционная вспашка
Контроль	10±4	11±1
N_{40}	101±43	20±4
N_{90}	303±213	56±14

Кумулятивные потоки N_2O из агрочерноземов без внесения удобрений не различались значимо между обработками. Внесение удобрений повышало эмиссию N_2O , причем это изменение для нулевой обработки было в 5 раз больше чем для вспашки ($P < 0.05$). Кроме того, для традиционной и нулевой обработки почвы оценивали содержание органического углерода (1.78 и 2.26 %), $pH_{\text{кол}}$ (7.53 и 7.4), $N-NO_3$ (6.53 и 3.4 мг/кг), $N-NH_4^+$ (3.23 и 4.68 мг/кг), углерод микробной биомассы (254 и 898 мкг С/г) и плотность (0.90 и 0.98 г/см³). За исключением плотности все рассчитанные показатели имели значимые различия ($P < 0.05$).

Таким образом, повышенная эмиссия N_2O из агрочернозема с азотными удобрениями и нулевой обработкой может объясняться как более высоким содержанием органического вещества, так большей биогенностью почв.

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

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОВОЛОКНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ
ЗЕМЛЯНИКИ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

К.В. Кужугет

Тувинский государственный университет, г. Кызыл

The results of research on the use of agrofibre in the cultivation of strawberries in the conditions of the dry steppe zone of the Republic of Tyva are presented. The study showed that the shelter of strawberry plants with agrofibre significantly increases the yield of fruits, as well as suppresses the growth and development of weeds. According to the variants, deviations in the biological yield of strawberries, which ranges from 0.7 to 6.8 %, are calculated. Among the strawberry varieties, the Feya variety showed high biological yield – 32.14 c/ha.

Экспериментальная часть работы выполнена в учебно-опытном поле кафедры агрономии ТувГУ. Почвы – светло-каштановые, легкосуглинистые, по мощности гумусового горизонта маломощные укороченного профиля. Механический состав в основном легкосуглинистый, реже супесчаный.

Схемы посадки зависят и от срока эксплуатации кустов: чем он короче, тем плотнее следует высаживать растения. В опыте применяются следующие способы посадки земляники: плантация – однострочная рядовая посадка с расстоянием 80 см в междурядьях и 20–25 см в рядах и между растениями в ряду 10–15 см. При однострочной посадке требуется регулярный уход за посаженными растениями. Еще один достаточно оригинальный способ посадки садовой земляники – ленточный по двухрядной схеме с мульчированием черной светонепроницаемой пленкой-агроволокно расстояние между лентами и рядами (70+35), а между растениями 20–25 см. При таком способе выращивания земляника располагается достаточно компактно и не разрастается на территории. В настоящее время в мире культивируют много разных сортов земляники садовой, а их урожайность различна. Исходя из этого, необходимо произвести правильный подбор сортов. В нашем опыте подобраны 3 разных сортообразца: рубиновый клоун, фея, фестивальная ромашка. Их биологическая урожайность рассчитана в виде таблицы.

Видно, что наибольшей урожайностью обладает сорт Фея, биологическая урожайность которой составляет 32.14 ц/га. Результаты исследования показали, что Фея является более подходящим сортом для нашего региона. Посадка земляники с использованием агроволокна дает

хороший урожай, по сравнению с открытой плантацией отклонение составляет от 0.7 до 6.8 %.

Таблица. Биологическая урожайность земляники

Сорт	Биологическая урожайность, ц/га		Отклонение ±, %
	Без мульчирования	Мульчирование с агроволокном	
Фея	30.3	32.14	+6.1
Фестивальная ромашка	25	26.7	+6.8
Рубиновый клоун	26.3	26.5	+0.7

В заключении можно отметить, что, в условиях Тувы можно практиковать два способа посадки садовой земляники. Для нашего региона с засушливым климатом наиболее эффективный способ посадки – второй, так как агроволокно позволяет получать богатый урожай, значительно упрощая процесс выращивания земляники.

Работа рекомендована ст. преп. Н.Д. Чадамба.

УДК 631.427

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ
В ГРАЖДАНСКОЙ НАУКЕ

А.А. Кузьмина

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева,
г. Санкт-Петербург, 28akuz@mail.ru

This paper presents the possibility of developing citizen science projects for soil environmental monitoring using the bait-lamina test and tea bag index methods.

Последние несколько десятилетий могут быть охарактеризованы значительными темпами глобализации и научно-технического развития, внедрением высоких информационных технологий, цифровизацией и совершенствованием методов научных исследований. Такие качественные изменения неминуемо приводят и к стремительному приросту научного знания. К сожалению, научные организации не всегда располагают достаточными человеческими ресурсами и временем для обработки поступающей информации. Одним из решений данной проблемы

может стать вовлечение в исследовательский процесс школьников, волонтеров, фермеров и других людей, не имеющих непосредственного отношения к научной деятельности. В настоящее время идет активное распространение гражданской науки – намеренного сотрудничества, в котором члены общества участвуют в научных исследованиях для получения новых научных знаний. Наиболее востребованы в гражданской науке проекты, связанные с общественным экологическим мониторингом. Однако в России привлечение научных волонтеров к исследованиям все еще не является широко распространенным явлением. В свою очередь, привлечение общественности к почвенно-экологическому мониторингу будет способствовать получению ценных результатов, что повысит эффективность исследований, направленных на поддержание здоровья и нормального функционирования почв.

Среди методов оценки биологической активности почв, которые являются малозатратными, доступными, простыми в выполнении и могут быть рекомендованы для проведения общественного почвенно-экологического мониторинга, можно выделить bait-lamina test (BLT) и tea bag index (ТБИ). Оба эти метода успешно апробированы в условиях Ленинградской области в естественных экосистемах (Лисинский учебно-опытный лесхоз) и урбоэкосистемах (сады Русского музея) в период с мая по сентябрь 2023 г. В ходе данных исследований проведена оценка микробиологической активности и трофической активности макро- и мезопедофауны естественных и антропогенно-преобразованных почв. Показано, что наиболее оптимальным временем проведения исследований трофической активности – в начале и конце вегетационного сезона.

В целом, проведенные исследования подтверждают эффективность и простоту методов BLT и ТБИ и позволяют рекомендовать их для проведения почвенно-экологического мониторинга с привлечением научных волонтеров.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева Е.В. Пятиной.

УДК 631.4

УСКОРЕНИЕ КОМПСТИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ФРАКЦИИ
НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
С ПОМОЩЬЮ БИОПРЕПАРАТОВ

М.В. Кутенкова, М.О. Каушкаль

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, LizaAndMaha@gmail.com

The study evaluates the effect of 4 different brands, but of the same series, of biological products on the process of composting cattle manure. Temperature, pH, organic carbon, total nitrogen, carbon-to-nitrogen ratio, mass, humidity, odor, composting phase and decomposition stage are estimated.

Целью исследования является оценка влияния биопрепаратов на процесс компстирования навоза (побочного продукта животноводства, в посл. ППЖ) крупного рогатого скота (в посл. КРС).

Материалы и методы исследования. Опыт был заложен 01.08.2023 г. в лабораторных условиях ООО «Терра Экология Инжиниринг» по адресу: Московская область, г. Серпухов, ул. Рабоче-Крестьянская, д. 51/7. В качестве исходного субстрата использовали навоз КРС, представленный представителями АНО «ИСРПО» и ООО «Стройинжсервис-2», а также 4 биопрепарата, представленные ООО «Терра Экология Инжиниринг».

Для увеличения пористости смеси, удерживания влажности и поддержания температуры в процессе компстирования к субстрату добавляли сухие компоненты (опилки) в соотношении 10:1 (на 2 кг навоза 0.2 кг опилок). Биопрепараты разбавлялись водой также в соотношении 10:1 (на литр воды 0.1 л. биопрепарата). Всего в исследовании 5 образцов, один из которых контрольный, в другие были добавлены биопрепараты одной серии, но разных марок (различаются штампами бактерий в их составе) (в посл. БП).

Для оценки влияния биопрепаратов на процесс органического разложения навоза в режиме мониторинга (1 раз в неделю) фиксировались следующие показатели: температура °С, pH, общий органический углерод %, общий азот %, отношение углерода к азоту (C/N), масса кг, влажность %, запах, фаза компстирования, стадия разложения.

Результаты. Применение биопрепаратов ускоряет процесс компстирования на 30 дней при соблюдении условий аэрирования, нейтрализует неприятные запахи, увеличивает скорость минерализации органических остатков. После завершения процесса компстирования

субстрат становится рассыпчатым и структурированным материалом с землистым (приемлемым) запахом.

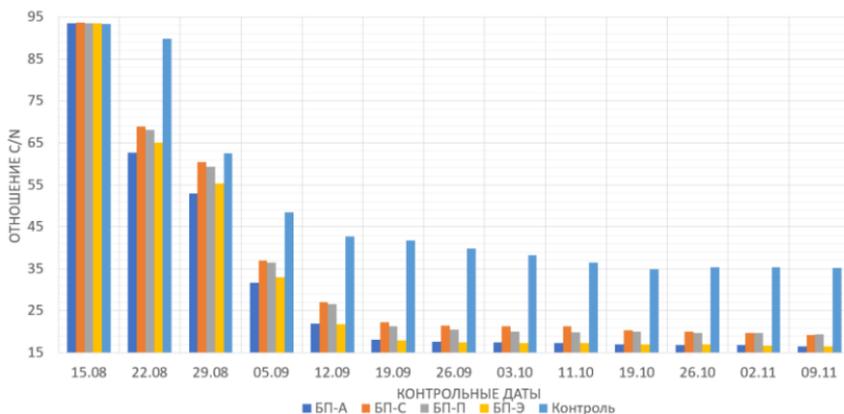


Рисунок. Отношение углерода к азоту в пяти образцах за период исследования.

Видно (рис.), что наилучший результат показывает образец, обработанный биопрепаратом «БП-А»: зафиксирован максимальный рост температуры смеси до 51 °С, соотношение углерода и азота, характерное для полупревшего навоза достигнуто значительно раньше других образцов.

Работа рекомендована ст. преп. С.Ю. Ермаковым.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВАХ И ПОЧВОПОДОБНЫХ ТЕЛАХ ВЫСОКОГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕЙСКОГО УЩЕЛЬЯ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ

И.Д. Кушнов, Р.Х. Темботов

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН
st084838@student.spbu.ru

Supraglacial sediments of the Tsey Glacier and local soils were studied in terms of essential nutrients content. Results revealed low content of ammonium and potassium in almost all samples, except of top horizons, probably due to plant litter. However, high values of mobile phosphorus were observed due to parent material weathering and litter input.

В условиях глобальных изменений климата важность почвенных ресурсов перигляциальных зон для сельского хозяйства существенно возрастет. Целью работы является изучение распределения элементов питания в почвах и ледниковых отложениях в пределах Цейского ущелья (Центральный Кавказ). Образцы ледниковых отложений (1–3), пелозема легкосуглинистого на моренных отложениях (4–5), подбура на делювиальных отложениях (6–7) и бурозема серогумусового (8–11) были отобраны для определения содержания основных элементов питания стандартными методами (табл.).

Таблица. Содержание основных элементов питания.

№	Горизонт и глубина, см	N-NO ₃ , мг/кг	N-NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
1	0–5	2.20±0.36	0.65±0.52	428.33±23.50	71.33±6.43
2	0–5	2.06±0.37	2.99±0.16	477.67±38.79	119.33±9.87
3	0–5	2.44±0.73	0.10±0.03	440.00±7.00	68.00±2.00
4	AУ, 0–7	1.54±0.42	0.12±0.01	465.00±43.14	108.00±17.09
5	R, 7–↓	1.50±0.32	0.06±0.10	431.67±4.00	136.00±4.00
6	O, 0–7	3.32±0.48	0.22±0.10	261.67±24.17	193.33±25.17
7	Bf, 7–13	3.11±1.48	0.12±0.01	389.00±52.31	72.67±4.16
8	O, 0–1	24.90±9.99	40.57±3.51	388.50±45.27	390.00±79.87
9	AУ, 1–6	7.54±3.85	32.37±1.68	314.50±65.76	148.00±42.43
10	BM, 6–18	2.51±0.28	2.99±0.94	230.00±39.95	72.00±13.11
11	C, 18–↓	2.48±0.70	0.70±0.49	194.00±10.39	70.00±4.00

Результаты показывают низкое содержание аммонийного и нитратного азота во всех изученных образцах, за исключением верхних горизонтов (O, AУ) в буроземе, что предположительно связано с его нахождением в грабово-буковом лесу, обильным листовым опадом и его быстрым разложением. Содержание калия повышено в верхних горизонтах, предположительно из-за поступления продуктов выветривания горных пород и опада. Отмечается высокое содержание фосфора в ледниковых отложениях, что может быть вызвано автохтонным поступлением из Цейского ущелья и с горных склонов органоминерального вещества.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке НЦМУ «Агротехнологии будущего».

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

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ АМИНОКИСЛОТНОЙ ПОДКОРМКИ НА РАННИЙ РОСТ РАСТЕНИЙ КЛЕВЕРА

Д.О. Лагуткина, П.В. Васильев, Г.Д. Холостов, Ю.С. Белозеров
Санкт-Петербургский государственный университет,
st097734@student.spbu.ru

Summary. Currently, preparations based on amino acids are actively used in crop production amino acids. One of such preparations is «Yasna amino» (production of «Sodrugestvo»). This preparation is a product of protease hydrolysis of blood of farm animals. In this work, we decided to test the effect of foliar spraying, at early stages of development, this preparation on the morphological and biochemical properties of clover grown under pot culture conditions.

В настоящее время в растениеводстве активно применяются препараты на основе аминокислот. Одним из таких препаратов является «Ясна аминок» (производство ООО «Содружество»). Данный препарат является продуктом протеазного гидролиза крови сельскохозяйственных животных. В данной работе мы решили проверить, как влияет внекорневое опрыскивание этим препаратом на ранних этапах развития на морфологические и биохимические свойства клевера, выращенного в условиях горшечной культуры.

В качестве объектов исследования используется препарат «Ясна Амино» (производство ООО «Содружество»), в данном препарате содержится 150 г/л аминокислот, 90 г/л свободных кислот, 88 г/л углерода органических веществ и 1 г/л железа.

Для выращивания клевера был взят стандартный покупной грунт, который равномерно засыпался в два горшка, куда помещалось по 120 семян клевера. Через 2 недели после всходов растения опрыскивались препаратом «Ясна аминок», разведенным в 3000 раз, в качестве контроля проводилось опрыскивание дистиллированной водой того же объема. Ещё через 2 недели проводилось повторное опрыскивание. Через неделю после каждого опрыскивания проводился замер 20 растений и вычислялась их средняя длина.

В качестве биохимических показателей были выбраны: содержание хлорофилла *a* и *b* в ацетоновых вытяжках, которое изучалось спектрометрическим методом; зольность и содержание органических веществ. Применялся метод потери при прокаливании.

По результатам измерения длины побега было выявлено, что после опрыскивания аминокислотным препаратом, средняя длина побегов после первого опрыскивания увеличилась, по сравнению с контролем, с 4.7 см до 6.2 см, а после второго опрыскивания с 7.3 см до 8.9 см.

По данным биохимического исследования установлено увеличение содержания фотосинтетических пигментов в растениях, опрысканных аминокислотным препаратом, что говорит об усилении процессов фотосинтеза. Так же это объясняет относительное уменьшение зольности в обработанных образцах клевера.

Выявлен высокий потенциал применения аминокислотных регуляторов роста в сельском хозяйстве. Однако требуются дополнительные полевые исследования с целью создания рабочих программ, обработка, интегрирующая в себе как минеральные компоненты и средства защиты растений, так и регуляторы роста на основе аминокислот.

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.417

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЕРМИКОПОСТОВ

А.А. Леонтьев, Г.Д. Холостов

Санкт-Петербургский государственный университет,
dasher678@gmail.com, Kholostov14@mail.ru

This publication was devoted to assessment of biochemical composition of organic matter in sewage sludges with additives and vermicomposts acquired from them. The content of different organic matter fractions changed significantly in vermicomposts compared to initial substrates.

Вермикомпостирование – перспективный метод переработки органических отходов, включая осадки очистных сооружений. Конечным продуктом переработки являются вермикомпосты – хорошие органические мелиоранты с выраженными удобрительными свойствами.

Осадки сточных вод (ОСВ) являются сложным субстратом для вермикомпостирования ввиду физических и химических свойств материала. Для оптимизации свойств субстрата и создания продуктивной вермиккультуры вносятся органические наполнители, богатые целлюлозой. Внесение минеральных наполнителей (например, глинистого мине-

рала вермикулита) также может привести к улучшению физических свойств вермикомпоста.

Органическое вещество природных объектов (ОВПО), к которым относятся почвы, донные осадки, ОСВ и др., имеет сложный химический состав. В данной работе использовался метод биохимического фракционирования с использованием органических растворителей для подробной характеристики индивидуальных соединений в составе органического вещества ОСВ.

Цель работы – охарактеризовать биохимический состав органического вещества вермикомпостов и исходных субстратов.

В качестве объектов были выбраны следующие субстраты: 1) ОСВ с добавлением опилок лиственных пород деревьев (1:1 по объёму); 2) ОСВ с добавлением вермикулита (1:1); 3) смесь ОСВ, опилок и вермикулита (1:1:1), а также вермикомпосты, полученные вермикультивированием *Eisenia foetida* в течение 6 недель. На 1 литр субстрата приходилось 12 червей.

В объектах исследования были определены: содержание меланиновых веществ (МВ), гликопротеиновых конъюгатов (ГПК), битумоидов А и С (ХБА и СББС), протогуминовых веществ (ПГВ), а также их доля от общего содержания органического вещества.

Вермикомпостирование смесей с добавлением опилок приводило к существенному снижению содержания фракций ГПК и ПГВ, а также возрастанию содержания МВ и содержания СББС. Вермикомпостирование смесей с добавлением вермикулита приводило к существенному увеличению содержания ПГВ и СББС, снижению содержания МВ. Вермикомпостирование смесей с добавлением опилок и вермикулита способствовало достоверному возрастанию содержания МВ, а также снижению содержания СББС и ПГВ (табл.).

Таблица. Содержание фракций органического вещества и потери при прокаливании в исходных смесях (исх.) и вермикомпостах (верм.), г/кг.

Объект	ППП	ГПК	МВ	ХБА	СББС	ПГВ
ИВ (исх.)	301.0	36.1	77.7	21.8	21.6	123.6
ИВ (верм.)	339.9	32.9	67.6	21.9	33.5	147.3
ИОВ (исх.)	291.3	34.8	52.0	17.1	25.4	121.8
ИОВ (верм.)	294.8	36.8	77.2	17.9	21.9	78.5
ИО (исх.)	831.6	46.2	44.0	20.2	48.9	124.9
ИО (верм.)	862.8	25.1	58.8	19.6	56.0	73.0
НСР ₀₅	97.87	6.38	11.42	3.53	6.60	20.41

ХБА – битумоиды А, извлекали хлороформом; СББС – битумоиды С, извлекали спиртобензольной смесью. ИО – это ОСВ с добавлением опилок листовных пород деревьев (1:1 по объёму); ИВ – ОСВ с добавлением вермикулита (1:1); ИОВ – смесь ОСВ, опилок и вермикулита (1:1:1).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.861

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ВЕРМИКОМПОСТА НА РОСТ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ

И.П. Мельникова, Ф.С. Запорожко, С.Н. Горбов

Южный федеральный университет

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,

Ростов-на-Дону, i.melnikova7@mail.ru

Humic preparations derived from vermicompost are natural polymeric compounds that are formed during the decomposition of organic matter by vermiculture. These substances are dark brown or black in color and have numerous positive properties for soil and plants.

Плюсы препаратов из вермикомпоста в сравнении с другими органическими удобрениями заключаются в том, что они при более низкой концентрации гуминовых веществ содержат также культуру полезных микроорганизмов, преимущественно бактерии р. *Bacillus*, (Полиенко и др., 2015). Кроме того, такие препараты получают из местного сырья, что особенно важно для тех регионов, где отсутствуют залежи торфа и бурого угля.

Для нашего исследования мы использовали конский навоз, обработанный микроорганизмами и подвергшийся гумификации, сроком в полтора месяца. Навоз компостировался в вермикультуре (гибридный красный калифорнийский червь Старатель, относящийся к компостным червям вида *Eisenia foetida*), затем из него были получены экстракты гуминовых соединений, с которыми велись дальнейшие исследования.

Предметом исследования являлось влияние экстрактов гуминовых веществ из конского навоза на рост проростков ярового ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare* L. сорта «Ратник».

Нами были получены экстракты гуминовых кислот с помощью растворов щёлочи (NaOH), соли натрия (Na₂CO₃) и горячей дистиллированной воды (H₂O), после чего был заложен модельный опыт. Вегетаци-

онный опыт осуществлялся с использованием гидропонного метода выращивания растений. В качестве питательной среды выступала смесь Прянишникова. Срок проращивания составил 2 дня, затем, отбирали приблизительно одинаковые по размеру проростки в количестве 5 штук и измеряли длину побегов и корней.

После ряда экспериментов можно сделать следующие выводы: максимальный эффект на длину побега оказал экстракт на основе гидроксида натрия, увеличив его на 115.8 % (по сравнению с контролем), а вот карбонат натрия влияет в большей степени на корень – 155.8 % (по сравнению с контролем). Экстракт из горячей дистиллированной воды также дал статистически достоверный положительный эффект, но менее выраженный – 118.4 % для корня и 108.2 % для побега.

Таким образом, гуминовые препараты по степени воздействия на растение в целом (побег + корень) можно расположить в следующий ряд $ГВ_{H_2O} < ГВ_{NaOH} < ГВ_{Na_2CO_3}$. Учитывая, что исследовалось действие гуминовых препаратов на начальных стадиях развития проростков, можно предположить, что в дальнейшем вариант с более развитой корневой системой может оказаться более предпочтительным.

Литература

Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горовцов А.В. и др. Влияние гуминового удобрения ВЮ-Дон на качество зерна мягкой озимой пшеницы ДонЭко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 171–173.

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

УДК 633:631.547.15

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

А.В. Монгуш-оол

Тувинский государственный университет, г. Кызыл,
mongushool0905@mail.ru

Microgreens are young plants that are grown on specially prepared soils and eaten as a green decoration or as part of various dishes. Microgreens are a healthy product rich in vitamins, minerals and antioxidants. In recent years, interest in micro-greenery has increased significantly, both among consumers and manufacturers. However, it is important to investigate the influence of various factors on the growth and development of microgreens in order to ensure optimal growing conditions.

Введение. Микрозелень – это молодые растения, которые выращиваются на специально подготовленных почвах и употребляются в пищу в виде зеленого украшения или в составе различных блюд. Микрозелень является полезным продуктом, богатым витаминами, минеральными элементами и антиоксидантами. В последние годы интерес к микрозелени значительно возрос, как среди потребителей, так и среди производителей. Однако, важно исследовать влияние различных факторов на рост и развитие микрозелени, чтобы обеспечить оптимальные условия для выращивания.

Методы. В данном исследовании были проанализированы различные источники света и их влияние на рост и развитие микрозелени. Были выбраны следующие источники света: солнечный свет, искусственное освещение с использованием светодиодных ламп (марка MiniFerner Samsung 5000K+660nm, 40Вт 80 см) Количественные характеристики освещения при выращивании микрозелени включают интенсивность света от 2000 до 3000 люксов на площади в 1 м², длительность светового дня от 12 до 16 часов.

Для исследования были использованы два вида микрозелени – руккола и редис.

Исследование проводилось в контролируемых условиях. Растения были выращены на специальных подложках (джутовые коврики, производитель ООО «Амальгама» Никольские ПроРостки), постоянно поддерживаемых оптимальными условиями влажности и температуры. Каждый вид микрозелени размещался в отдельной секции с определенным источником света.

Результаты. После проведения исследования были получены следующие результаты. Первоначально, все виды микрозелени демонстрировали хороший рост и развитие при использовании солнечного света. Однако, при использовании искусственного освещения с использованием светодиодных ламп были наблюдаемы различия в росте и развитии.

Наиболее успешный рост наблюдался при использовании светодиодных ламп с фиолетовым спектром света. Микрозелень, выращенная под таким источником света, демонстрировала лучшую фотосинтетическую активность и более интенсивное развитие корневой системы. Кроме того, было замечено, что при использовании светодиодных ламп с фиолетовым спектром света, у микрозелени наблюдалась более яркая окраска листьев, что свидетельствует о большем содержании хлорофилла.

Заключение. Исследование показало, что выбор источника света играет важную роль в росте и развитии микрозелени. Использование

светодиодных ламп с фиолетовым спектром света способствует более интенсивному росту и развитию микрорзелени, по сравнению с другими источниками света. Эти результаты могут быть использованы производителями микрорзелени для оптимизации процесса выращивания и повышения качества продукции.

Работа рекомендована преподавателем Э-С.А. Куулар.

УДК 63:631:631.4:631.42

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И ХОД АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ХЛОПКА (ОБЗОР)

О.Р. Нажмиддинова, Г.А. Дусматова, М. Кушбакова
Андижанский государственный университет, Узбекистан, Андижан,
najimiddinovp@gmail.com

Agrotechnical activities in cotton cultivation include preparing the land for planting, collecting cotton stalks, weeding, fertilizing, autumn plowing, leveling the field. High-quality implementation of cotton agro-measures on time is a guarantee of high productivity.

Агротехнические мероприятия при выращивании хлопчатника включают подготовку земли к посадке, сбор стеблей хлопчатника, прополку, внесение удобрений, осеннюю вспашку, выравнивание поля. Качественное выполнение сельскохозяйственных мероприятий в установленные сроки – залог высокой урожайности. В целях повышения урожайности, улучшения качества почвы и снижения себестоимости одним из основных мероприятий в хозяйстве считается своевременное и широкое принятие комплекса мер против вредителей и болезней хлопчатника [1, 2].

Осенняя вспашка для очистки полей от сорняков, создания благоприятных условий для раннего орошения, предпосевных работ и подготовки к посадке, стимулирования всходов хлопчатника, обеспечивает нормальное развитие проростка хлопчатника. Обработка почвы – одно из важнейших мероприятий, обеспечивающих хорошее развитие растений при выращивании урожая хлопка. На участках, зараженных вилтом, стебли хлопчатника собирают вместе с корнями на глубине 14–16 см и удаляют с поля. Осеннюю вспашку принято проводить с 25 октября по 15 декабря, при этом почву вспашивают на глубину 30 см. После посадки семян почва почти всегда уплотняется. Вот почему важно бороться с сорняками, сохранять рыхлый поверхностный слой почвы. Рыхление

почвы между рядами хлопка увеличивает ее водопроницаемость и позволяет делать глубокие борозды. Это обеспечивает качественный полив и эффективное использование воды. Обработка почвы при раннем поливе и перед посадкой, дольше сохраняет влагу, накопленную осенью, зимой и ранней весной. Разрыхление почвы, внесение семян на одинаковую глубину обеспечивают их хорошую всхожесть и развитие. Кусты хлопчатника хорошо развиваются только в том случае, если семена посеяны в соответствующие сроки, а ростки собраны в течение 8–10 дней. Если почва из-за осадков уплотнилась, необходимо в короткий срок принять меры. Поскольку в уплотненной почве нарушается воздухообмен (аэрация), увеличивается испарение воды, снижается пористость почвы. В результате ростки погибают, а также могут сгнить. Кроме того, в результате сильного повышения температуры воздуха в засоленных почвах, в результате испарения подземных вод, различные соли накапливаются на поверхности почвы и вызывают гибель всходов.

Одним из важных агротехнических мероприятий при выращивании хлопчатника является унификация рассады. Благодаря оптимальному размещению кустов хлопчатника растение быстро развивается и дает возможность получения высокого урожая. При выращивании удаляют больные, поздно проросшие побеги, оставляя сильные и здоровые. Для реализации данного мероприятия на каждый гектар земли необходимо 5–6 человек рабочей силы. Самым удобным временем для проведения мероприятий по унификации считается время, когда на рассаде хлопчатника появляется 1–2 бутона. Разъединение кустов должно завершиться в короткий срок, то есть за 4–5 дней. При нарушении агротехнических приемов (недостаточном рыхлении почвы, ненормированной заделке семян в почву, неправильной установке рядов, повреждении корней при пересадке и недостаточном уходе за растениями) естественным образом снижается урожайность.

Литература

1. Азимбоев С.А. «Основы земледелия, почвоведения и агрохимии». Ташкент. 2006. С. 66.
2. Турсунов Х.Х. Тупрокшунослик. Ташкент 2017. С 63.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ
НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ПАХОТНОГО СЛОЯ
ПО СКОРОСТИ ПРОДУЦИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

В.А. Наседкина

ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет
nasedkinavika@bk.ru

The paper considers the influence of tillage methods on the dynamics of the rate of carbon dioxide production in the layers of agrochernozeem in the conditions of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. When using minimal technologies, there is a tendency to increase the production of CO₂ in a layer of 10–20 cm.

Цель работы: оценить влияние технологий обработки на динамику продуцирования углекислого газа в почвенных слоях агрочернозема.

Полевые наблюдения осуществлялись на производственном опыте ООО «ОПХ «Дары Малиновки» в Красноярской лесостепи. Почвенные пробы отбирали в сроки, приуроченные к фазам развития сельскохозяйственных культур, из слоев 0–10 и 10–20 см. Схема опыта: 1. Отвальная (st) – вспашка на глубину 25–27 см: в вегетационный сезон 2017 года почва обрабатывалась по типу раннего пара, далее, в 2018 году – вспашка на глубину 25–27 см; 2. Минимальная (поверхностное дискование) – на глубину 10–12 см: в 2017 году почва обрабатывалась по типу стернового пара, в 2018 году – боронование с предпосевной культивацией на 5–7 см; 3. Плоскорезная (культивация) – на глубину 10–12 см: в 2017 году почва обрабатывалась по типу стернового пара, на следующий год – боронование с предпосевной культивацией на 5–7 см. В 2018 году возделывали яровую пшеницу, в вегетационный сезон 2019 года – ячмень. Скорость продуцирования углекислого газа определяли по методу В.И. Штатнова в модификации Г.М. Оганова.

Результаты наблюдений за режимом углекислоты в почве свидетельствуют о «пилообразном» характере ее динамики. В условиях парования, в середине вегетационного сезона 2017 года, интенсивность продуцирования CO₂ соответствовала среднему уровню при вспашке плугом (14–15 мг CO₂ / 10 г/сут.) и слабому – при безотвальных рыхлениях (7 мг CO₂ / 10 г/сут.). В дальнейшем, вне зависимости от способа обработки, уровень активности характеризовался как слабый. Динамика продуцирования CO₂ агрочерноземов в период парования статистически значимо проявлялась при использовании отвальной обработки ($t_{\phi} > t_{\tau}$).

На бесплужных фонах, напротив, характер выделения CO_2 от июля к сентябрю существенно не менялся. В течение вегетационного сезона 2018 года, наблюдались некоторые различия. Здесь интересно отметить более высокие уровни продуцирования CO_2 в слое 10–20 см в условиях отвальной обработки (6.2 и 12.8 мг CO_2 / 10 г/сут. в слоях 0–10 и 10–20 см, соответственно) Пик биологической активности почвы приходился на период, совпадающий с фазой кущения яровой пшеницы и повышенным температурным режимом данного срока наблюдений. При использовании минимальных технологий обработки выявлен разнонаправленный характер динамики CO_2 . В период вегетации ячменя существенной внутрисезонной динамики продуцирования углекислоты не обнаруживалось.

Заключение. Биологическая активность исследуемых вариантов соответствовала слабому уровню и определялась видом предшествующей культуры. Существенной дифференциации между слоями по скорости эмиссии не выявлено. При использовании минимальных технологий обнаруживается тенденция к увеличению продуцирования CO_2 в слое 10–20 см.

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

УДК 631.46, 574.21

АММОНИФИКАТОРЫ ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ЗАСОЛЕНИЯ

М.Р. Нурмухаммад, О.Х. Эргашева, Н.С. Пахрадинова
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
o.ergasheva@nuu.uz

The research was aimed at studying the quantitative composition of ammonifying bacteria in saline gray-earth meadow soils. The results showed that the number of ammonifiers varied according to the seasons (spring, summer, autumn), the degree of salinity and the genetic horizon. The largest number of ammonifiers was revealed in the spring. As salinity increased, the activity of ammonifiers decreased.

В формировании плодородия почвы большую роль играют агрономически важные группы микроорганизмов, которые участвуют в почвообразовательном процессе. Особенно важны процессы, связанные с образованием питательных веществ для высших растений и повышением почвенного плодородия: аммонификация, нитрификация, азотфикса-

ция, процессы разложения клетчатки, маслянокислое брожение и др. По численности организмов можно проводить индикацию состояния почвы и характеризовать направленность происходящих в ней процессов.

Известно, что азот, содержащийся в растительных остатках, тканях животных, микроорганизмов, почвенном гумусе и вносимый с навозом, зелеными удобрениями и т.д., обычно находится в составе органических соединений, которые подвержены первому микробиологическому процессу – аммонификации, сопровождающемуся выделением аммиака. Процесс аммонификации осуществляют бактерии-аммонификаторы. Их содержание характеризует обогащенность почвы азотсодержащими органическими веществами (Теппер Е.З., 2004).

Наши исследования были направлены на изучение количественного состава аммонифицирующих бактерий. Результаты исследований по выявлению численности аммонификаторов по сезонам года (весна, лето, осень) в исследуемых почвах показали, что наибольшее количество аммонифицирующих бактерий обнаруживалось в орошаемых сероземно-луговых почвах и исчислялось миллионами на 1 г почвы. Самое большое количество аммонификаторов выявлено весной, когда их численность составляла 1300–2030 тыс/г почвы. Летом их содержание резко падало до 915–1190 тыс/г почвы, а осенью с некоторым понижением температуры наблюдалось повышение их численности до 1150–1810 тыс/г почвы.

Результаты исследований показали, что в исследуемых почвах из аммонификаторов значительное место занимают группы спорообразующих бактерий: *Bac. megaterium*, *Bac. subtilis*, *Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus* и др.

Следует отметить определенную закономерность в характере вертикального распределения аммонификаторов по профилю. Количество аммонифицирующих бактерий изменялось как в зависимости от степени засоления, так по глубине. Во всех изученных почвах в соответствии с характером распределения гумуса и азота вниз по профилю, а также при увеличении засоления почвы прослеживались закономерное снижение численности аммонификаторов.

Литература

Теппер Е.З. Практикум по микробиологии // Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

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

ВЛИЯНИЕ ПЕРЛИТА И ВЕРМИКУЛИТА НА УКОРЕНЕНИЕ
ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

В.А. Ондар

Тувинский государственный университет, г. Кызыл
valentinadavaa98@mail.ru

In the conditions of the hot and dry climate of Tuva, the use of vermiculite as a moisture sorbent in the soil creates more favorable conditions for rooting, growth and development of lignified cuttings of black currant in comparison with perlite.

Мелиорация земель осуществляется в целях повышения продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечения гарантированного производства сельскохозяйственной продукции. Выращивание растений с использованием мелиоративных приемов практикуется издавна. В настоящее время в сельском хозяйстве в качестве мелиорантов используют различные материалы природного и химического происхождения. В своих исследованиях мы изучали эффективность применения различных компонентов на укоренение одревесневших черенков черной смородины.

Флодово-ягодные культуры более требовательны к внешним условиям, особенно температурному и водному режимам, а территория Тувы входит в аридную зону рискованного земледелия. Холодная малоснежная зима, жаркое лето, малое количество осадков и большая амплитуда абсолютных и суточных температур – характерные черты климата региона. Такие суровые условия вызывают быстрое старение плодово-ягодных культур, и чтобы получать стабильно высокий урожай необходимо проводить обновление культур.

Опыт был заложен по схеме: контроль (без добавления компонентов), вариант с перлитом, вариант с вермикулитом. Почва светло-каштановая, легкосуглинистая, с маломощным 4–6 см гумусовым горизонтом, содержание гумуса составляет 2.01 %. Перлит и вермикулит добавляли в соотношении 5:1, на каждый вариант высаживали по 100 шт. черенков.

Результаты опыта показали, что применение перлита и вермикулита способствовало укоренению одревесневших черенков. Наблюдения показали, что через месяц после посадки черенков на варианте с добавлением в почву перлита укоренились 46 % черенков, на варианте с добавлением вермикулита укоренились 56 % черенков, что на 18 % и

28 % больше соответственно, чем на контрольном варианте. Однако из-за жаркой погоды и быстрого усыхания верхнего слоя почвы к осени остаются живыми не все укоренившиеся черенки. Так на варианте с применением перлита прирост дали 23 шт. или 50 % от укоренившихся черенков, на варианте с применением вермикулита 30 шт. или 53 % укоренившихся черенков и всего 12 шт. или 12 % от высаженных и 43 % от укоренившихся черенков на контрольном варианте без добавления мелиорантов в почву.

Таким образом, в условиях жаркого и сухого климата Тувы применение вермикулита в качестве влагосорбента в почвогрунте создает более благоприятные условия для укоренения, роста и развития одревесневших черенков черной смородины в сравнении с перлитом. На вариантах с применением вермикулита и перлита показатели прироста однолетних веток и количества корешков в 2 раза больше, чем на контрольном варианте.

Работа рекомендована к.б.н., доц. С.О. Канзываа.

УДК 631.423.5, 595.132

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМАТОД ПО ПРОФИЛЮ ЗАСОЛЕННЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ

Н.С. Пахрадинова, Ш. Эшназаров, О.Х. Эргашева

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека
o.ergasheva@nuu.uz

Soil invertebrates are bioindicators that ensure soil fertility and determine the state of the environment. As a result of our research, the saline soils of the region revealed the fauna of phytonematodes in wheat agrocenoses of varying degrees of salinity, 33 species and 1173 individuals of phytonematodes were identified on irrigated gray-earth meadow soils. The identified phytonematodes belong to 2 subclasses, 7 genera, 16 families and 21 genera.

Повышение продуктивности почв, защита окружающей среды – одна из важнейших проблем современности. Почвенные беспозвоночные являются биоиндикаторами экологического состояния почвы, а также организмами обеспечивающими их плодородие. Нематоды непосредственно связаны со свойствами почв. Отдельные группы фитонематод тесно связаны со специфическими условиями обитания. По мнению большинства авторов, на распространение фитонематод влияют агрохимические, агрофизические, физико-

химические свойства и биологическая активность почвы, режим увлажнения, климатические условия, тип агроценоза.

Экологический метод диагностики почв, разработанный М.С. Гиляровым, основан на анализе состава беспозвоночных почв, соотношения отдельных компонентов, численности и экологических особенностей популяции. «Эти показатели могут быть использованы как индикатор свойств почвы, ее плодородия: каждый вид заселяет те местообитания, где создаются оптимальные условия для его жизнедеятельности». Метод с успехом применялся и в тех случаях, когда коррелятивная связь между типом растительности и типом почвы выражена нечетко и возникли затруднения в определении типа, разновидности почвы.

Отмечено, что фитонематоды различаются по эколого-трофическому составу в исследованных почвах. Сапрофаги образуют биоценотический комплекс нематод в гумусовых почвах. В результате изучения фауны фитонематод на орошаемых сероземно-луговых почвах разной степени засоления установлено, что состав их видов и эколого-трофических групп зависит от типов почв, их химического состава, гумуса и уровня засоления.

В результате наших исследований на засоленных почвах региона выявлена фауна фитонематод в агроценозах пшеницы различной степени засоления, на орошаемых сероземных луговых почвах выявлено 33 вида и 1173 особи фитонематод. Выявленные фитонематоды относятся к 2 подклассам, 7 родам, 16 семействам и 21 роду.

При сравнении качественных и количественных показателей фитонематод в почвах с разным уровнем засоления установлено, что фитонематоды распределены в почвах неравномерно. В слоях 0–10 и 10–20 см слабозасоленных почв были широко распространены нематоды, большинство из которых составляли фитогельминты. В средне- и сильно засоленных почвах нематоды были широко распространены в слоях 10–20 и 20–30 см. Установлено, что по мере увеличения засоленности почвы общая численность фитонематод уменьшается.

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

The cultivation of microgreens is an urgent research topic in modern agricultural science. Interest in microgreens has increased significantly in recent years due to its high content of nutrients such as vitamins, minerals and antioxidants. One of the key factors influencing the success of growing microgreens is the choice of a suitable substrate.

Введение. Интерес к микрозелени значительно возрос в последние годы благодаря высокому содержанию в ней полезных веществ, таких как витамины, минеральные вещества и антиоксиданты. Один из ключевых факторов, влияющих на успешность выращивания микрозелени, – это выбор подходящего субстрата. Субстрат представляет собой материал, на котором растения развиваются и получают необходимые питательные вещества. Оптимальный субстрат должен обеспечивать не только достаточное количество питательных веществ, но и хорошую воздухопроницаемость, влагоудерживающую способность и подходящий уровень pH.

В данной статье будет приведена методология исследования эффективности использования различных субстратов при выращивании микрозелени. Будут рассмотрены результаты и интерпретация полученных данных. Полученные результаты позволят сделать выводы о наиболее эффективном субстрате для выращивания микрозелени и его значимости для общества.

Методы. В исследовании были использованы различные субстраты: грунт (Обогащенный грунт для рассады, производитель Россия компания Parterra Грунт изготовлен на основе природных компонентов: торфа, естественных структурирующих раскисляющих и удобрительных материалов. Азот – 150 мг/л, Фосфор – 270 мг/л, Калий – 300, pH солевой суспензии – 6.0–6.5 мг/г), перлит и вермикулит. Для проведения эксперимента были использованы семена двух видов растений, предназначенных для выращивания микрозелени, таких как руккола и редис. Семена были посеяны на каждый из субстратов и выращивались в специальных условиях с контролируемой освещенностью, температурой и влажностью.

Результаты. Субстрат вермикулит показал наилучший результат в росте микрозелени, обеспечивая оптимальное соотношение влаги и воздуха, а также достаточное количество питательных веществ. Рост растений на указанном субстрате был более интенсивным, листья стали более сочными с насыщенными цветом. Субстраты грунт и перлит тоже обеспечили рост микрозелени, однако результаты были менее выраженными. На грунте рост был более медленным, а листья не достигали такой насыщенности цвета, как на других субстратах.

Перлит обеспечил хорошую воздухопроницаемость и влагоудерживающую способность, но питательные вещества были менее доступны для растений, что также сказалось на их росте и развитии.

Заключение. На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что выбор субстрата является важным фактором при выращивании микрозелени.

Вермикулит оказался наиболее эффективным субстратом, обеспечивая оптимальные условия для роста и развития растений. Грунт и перлит также могут быть использованы, однако не обеспечивают такие высокие результаты.

Работа рекомендована преподаватель Э.С.А. Куулар.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ПУЛОВ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

Н.П. Самохина

Тюменский государственный университет, samokhina_np@mail.ru

Post-agricultural restoration of arable soils increased microbial carbon pool and enzymatic activity. This intensified mineralization of soil organic matter and provided nutrients for plants.

Ферментный пул почвы является ключевым фактором трансформации почвенного органического вещества и играет важную роль в биогеохимических циклах углерода (С), азота, фосфора и других органических элементов [1].

Активность гидролитических ферментов (β -глюкозидаза, хитиназа) в почвах пашни, залежей 8, 14 и 17 лет, сформированных на зональных серых почвах (Luvic Phaeozem) и в почве под лесным биоценозом (серая типичная, Luvic Phaeozem) была определена методом флюоро-

генно-меченных субстратов [2]. Стандартные методы применялись для определения пулов органического ($C_{орг}$) и микробного С (C_{mic}) [3].

Средние содержания $C_{орг}$ (36 гС/кг) и C_{mic} (496 мкг С/г почвы) в почвах 17-летней залежи (на глубине 0–30 см) в 2–3 раза выше соответствующих значений в пахотных почвах (18 гС/кг и 175 мкг С/г почвы, соответственно). Активность β -глюкозидазы (248 нМ МУФ г⁻¹ почвы ч⁻¹) и хитиназы (65 нМ МУФ г⁻¹ почвы ч⁻¹) в почве 14-летней залежи в 1.6–3.0 раза выше, чем в пахотной почве (156 и 22 нМ МУФ г⁻¹ почвы ч⁻¹, соответственно). Активность гидролитических ферментов в почве 17-летней залежи сопоставима с аналогичными величинами в почве под естественным лесом.

Увеличение содержания C_{mic} на залежных участках по сравнению с пахотной почвой обусловлено рядом факторов: 1) поступлением свежего органического вещества, которое служит источником энергии и структурных элементов для микроорганизмов; 2) уменьшением плотности почвы и 3) ее агрегированием вследствие поступления глюкотеинов с ризосферными выделениями при постагрогенной сукцессии растительности, что обеспечивает улучшение почвенных водно-физических свойств для роста микроорганизмов. Возрастание пула C_{mic} в постагрогенных почвах увеличивает активность гидролитических ферментов.

С увеличением ферментативной активности в постагрогенных почвах ускоряются процессы разложения органического вещества, поскольку гидролитические ферменты выполняют первоначальную деструкцию свежих растительных остатков и являются ключевыми активаторами процессов разложения органического вещества в почвах. Они осуществляют расщепление углеводов, таких как целлюлоза и хитин, а также белков, что способствует ускорению процессов минерализации органического вещества почв и обеспечению растения питательными веществами [1].

Литература

1. Хазиев Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2015. № 2 (78). С. 14–24.
2. Marx M.-C., Wood M., Jarvis S.C. A microplate fluorometric assay for the study of enzyme diversity in soils // Soil Biology & Biochemistry. – 2001. – V. 33. – P. 1633–1640.
3. Ovsepyan L., Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Ya. Conversion of cropland to natural vegetation boosts microbial and enzyme

activities in soil // Science of the Total Environment. 2020. V. 743. (140829)
DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140829

Исследование выполнено при поддержке проекта «Устойчивость и функции почвенного углерода в агросистемах России (CarboRus)», № 075-15-2021-610.

Работа рекомендована к.г.-м.н., с.н.с., Е.А. Филимоненко

УДК 631.4

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ТОЧЕЧНОГО ПОСЕВА

М.Н. Сулова, М.О. Каушкаль
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
mari.suslova.98@inbox.ru

This study examines the assessment of the impact of various cultivation technologies on the quality of spring wheat. The study is based on field observations and statistical analysis.

Цель исследования: разработать технологию возделывания культур, позволяющую повысить устойчивость яровой пшеницы сорта «Эстер» к неблагоприятным факторам.

Исследование проводилось в 2022 году в течение вегетационного периода на яровой пшенице сорта «Эстер» (с 26 мая по 26 августа) на территории агроэкологического стационара РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

В опыте 3 варианта, каждый из которых заложен в 3-х кратной повторности; расположение делянок рендомизированное.

1. Экологическая технология (фон) органическое удобрение (навоз) 5 кг/ 4 м².

2. Традиционная технология Фон + N15 (Аммиачная селитра) P20 (Суперфосфат простой) K10 (Хлористый калий)

3. Инновационная технология Фон + 5 кг навоза N30 (Аммиачная селитра) P40 (Суперфосфат простой) K20 (Хлористый калий)

Методы исследования. В динамике (1 раз в 7 дней) для оценки формирования и функционирования растений яровой пшеницы в различные фазы роста при помощи измерительного оборудования были оценены следующие показатели:

1. Качественные показатели растений: высота стебля (см), длина колоса (см) и урожайность.

2. Метеорологические условия – среднесуточная температура воздуха, сумма осадков, влажность почвы.

Результаты. Длины стебля до фазы созревания в исследуемых вариантах в среднем для экологического метода составили – 38.6 см, традиционного – 39.5 см, инновационного – 40.4 см.

Урожайность в исследуемых вариантах составила для экологического метода 40 ц/га, традиционного – 51 ц/га, инновационного – 63 ц/га.

Экологический вариант (являлся контролем) менее эффективен, по сравнению с традиционным и инновационным способом внесения удобрений. Инновационный способ же имеет существенную прибавку к традиционному, которая составила 19 %.

Проанализировав метеорологические условия в течение вегетационного периода развития яровой пшеницы было выявлено: количество осадков в период кущения-колошения и трубкования было оказалось ниже нормы, повышение средних максимальных температур в период вегетации повлияло на сокращение вегетационного периода на 6 дней.

Инновационная технология возделывания продемонстрировала устойчивость яровой пшеницы сорта «Эстер» к внешним погодным факторам.

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

УДК 631.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА АГРОЭКОСИСТЕМ

М.И. Титова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tmi01.maria@gmail.com

The article presents a review of the scientific research literature on the features of using the eddy covariance method in field agroecosystems. The analysis of the available data in the conditions of field agroecosystems is carried out.

На сегодняшний день существует достаточное количество научных работ и исследований, свидетельствующих о глобальном изменении климата и заставляющих без сомнений принять этот факт. Накопленный на данный момент объем данных позволяет предположить, что

ожидаемые изменения климата будут иметь неодинаковые последствия в различных климатических зонах. Аграрная отрасль, как отрасль производства, сильнее других зависящая от климата, наиболее активно по сравнению с другими отраслями реагирует на действующие глобальные изменения распределения температур, осадков и ветров. Мы уже можем наблюдать на различных территориях смену агроклиматического потенциала, а соответственно и других показателей, вытекающих из него: фитосанитарных характеристик, показателей почвенного плодородия и урожайности (продуктивности агроэкосистемы).

В связи с зачастую очень резкими и контрастными скачками климатических показателей и такими же ответными реакциями агроэкосистем появляется необходимость комплексных исследований их характеристик. С этой целью может быть использован метод турбулентных пульсаций (eddy covariance – вихревых ковариаций), представляющий собой единственный метод позволяющий измерить вертикальные потоки тепла, водяного пара и других газов (CO_2 , CH_4 , N_2O и т.д.) на уровне экосистемы. Что особенно важно при оценке цикла углерода, т.к. не существует других методов, которые бы позволили напрямую оценивать баланс углерода экосистемы, а не отдельных ее частей. Физический смысл метода заключается в статистической оценке количества молекул интересующего вещества, которые переместились из атмосферы в экосистему или наоборот за счет высокоскоростного измерения (более 10 Гц) изменений концентрации и вертикальной составляющей ветра. Математически это оценивается по ковариации вертикальной компоненты скорости ветра и сухой мольной доли интересующего компонента атмосферы.

При этом большинство исследований данным методом до сих пор посвящено естественным и, в первую очередь, лесным сообществам. Однако по последним отчетам МГЭИК на долю сельского, лесного хозяйства и других видов землепользования приходится около 13 % антропогенных выбросов CO_2 , 44 % метана и 81 % закиси азота (N_2O) во всем мире в 2007–2016 годах, что составляет 23 % от общего объема выбросов антропогенных парниковых газов.

В работе будут рассмотрены особенности применения метода турбулентных пульсаций на уровне агроэкосистем: маленькие футпринты, оценка продуктивности, разделение общего экосистемного обмена на фотосинтез и дыхание почвы, определение потенциальной продуктивности культуры из этих данных. Также будут рассмотрены особенности и трудности, возникающие при измерении потоков более редко изучаемых парниковых газов – метана и оксида азота I.

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

ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ
ПО ИНТЕНСИВНОСТИ СИСТЕМ ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

П.А. Филиппов

ФГБНУ Агрофизический НИИ, Санкт-Петербург, filpetr1988r@bk.ru

This study is devoted to a key problem for agricultural production in the North-West of Russia. We are talking about the fertility of the most common soddy-podzolic soils in the region. It was found that the type of crop rotation and means of reproducing soil fertility (ameliorants, organic and mineral fertilizers) have a pronounced impact on the intensity of the processes of weathering of minerals, transformation of organic matter and processes of vertical migration-sedimentation.

Данное исследование посвящено ключевой для сельскохозяйственного производства Северо-Запада России проблеме. Речь идёт о плодородии наиболее распространённых в регионе дерново-подзолистых почв. В качестве основных объектов исследования в данном полевом эксперименте служили типичная дерново-слабоподзолистая почва, а также полевые и овощные культуры полевого и овощекормового севооборотов, наиболее широко представленные в структуре посевных площадей. Менковский филиал Агрофизического института, служил материальной базой для эксперимента, расположен в пределах обширной озёрно-ледниковой равнины, где основными почвообразующими породами обычно выступают маломощные моренные отложения и озёрно-ледниковые пески и супеси, подстилаемые красноцветными девонскими песками.

Для реализации методических принципов типичности и технологической гетерогенности перед закладкой полевого опыта искусственно формировались три вида почвы по уровню окультуренности (среднеокультуренная, хорошо окультуренная и высокоокультуренная). Однако исходной для формирования этих почвенных разностей служила среднеокультуренная дерново-слабоподзолистая почва, ставшая таковой вследствие деградации прежней хорошо окультуренной почвы.

Перед закладкой опыта почва в пахотном слое обладала плотностью твёрдой фазы 2.33–2.42 г/см³, общей пористостью 43.4–45.2 %, непрочной комковато-порошистой структурой, наименьшей влагоёмкостью 23.6–24.4 %, влажностью устойчивого завядания 6.8–7.1 %. По гранулометрическому составу почва опыта крупнопылевато-мелкопесчаная супесь.

Через 12 лет проведения эксперимента при оценке обеспеченности глинистыми частицами аккумулятивно-элювиальной толщи было установлено, что в полевом севообороте за счёт снижения интенсивности биологического выветривания под посевами трав удалось во многом сохранить запас физической глины, хотя полностью предотвратить его оказалось невозможным.

Фактические темпы обезиливания аккумулятивно-элювиального слоя достигли в среднегодовом выражении 0.05 в полевом и 0.28 % – в овощекормовом севообороте. То есть, повышение интенсивности обработки почвы усилило негативный миграционный процесс в 5.7 раза. Также это привело к увеличению коэффициента иллювиальности илистой и глинистой фракции с 3.0 и 1.6 в полевом севообороте до 4.8 и 1.9 ед. – в овощекормовом севообороте, т.е. в 1.6 и 1.2 раза, соответственно.

На фоне искусственно созданной в эксперименте агротехнологической неоднородности, охватывающей практически всё разнообразие возможных в производственных условиях уровней интенсивности ведения земледелия, было установлено, что тип севооборота и средства воспроизводства почвенного плодородия (мелиоранты, органические и минеральные удобрения) оказывают выраженное влияние на интенсивность процессов выветривания минералов, трансформации органического вещества и процессы вертикальной миграции-осаждения. Внутрпочвенные преобразования на фоне любых систем воспроизводства почвенного плодородия продолжают сохранять естественные зональные черты аккумулятивно-элювиально-иллювиального перераспределения гранулометрических фракций.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф., член-корр. РАН А.И. Ивановым.

УДК 631.417.1

ВЛИЯНИЕ БИОЧАРА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМОВ В ПОЧВЕ

С.М. Фортова

МГУ имени М.В. Ломоносова, fortovas21@gmail.com

Biochar is a carbon-containing compound, a product of pyrolysis. A micromodel experiment with biochar was conducted to determine how biochar affects microorganisms and soil organic compounds.

The results of the experiment confirm the high sorption capacity of biochar and indicate a more active growth of microorganisms with biochar.

Биочар – продукт неполного сгорания (пиролиза) биомассы в условиях недостатка кислорода. Биочар способен сорбировать на своей поверхности различные загрязняющие вещества благодаря высокой сорбционной способности и высокой удельной поверхности. Количество исследований влияния биочара на почвенные микроорганизмы сравнительно невелико.

Целью данной работы является изучение изменений состава органического вещества и биологической активности почвы при внесении биочара в микромоделльном эксперименте.

При проведении микромоделльного эксперимента использовались микрокосмы с почвой (по 5 г почвы в каждом). Исследовались образцы из верхних горизонтов трех разных почвы: подзола, дерново-подзолистой и серой лесной почвы. Биочар был получен при высоких температурах из древесного сырья. Микрокосмы инкубировались в течение 1 месяца при постоянной температуре и влажности. В половину микрокосмов (общее количество 24) в начале эксперимента был добавлен биочар в количестве 1 г, другая половина использовалась в качестве контрольного варианта. Образцы для аналитических исследований были взяты до и после инкубации. Дальнейшие анализы проводились химическими методами с использованием нескольких видов экстракции и хроматографии.

По результатам гель-фильтрационной хроматографии было показано, что соединения с более высокой молекулярной массой присутствовали в контрольном варианте, в то время как в почве с добавлением биочара эти соединения были адсорбированы. Для определения источников органических соединений был проведен анализ n-алканов: в варианте с биочаром присутствовало значительно больше алканов, связанных с микроорганизмами, в то время как в контрольном варианте преобладали алканы растительного происхождения.

Полученные результаты аналитических исследований подтверждают высокую сорбционную способность биочара и свидетельствуют о более активном росте микроорганизмов в варианте с биочаром. Рост активности микроорганизмов может быть связан с сорбцией биочаром токсичных соединений и метаболитов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. П.В. Красильниковым.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ
СВОЙСТВ ВЕРМИКОМПОСТОВ

Г.Д. Холостов, А.А. Леонтьев, Е.В. Сазанова, Ю.С. Белозеров
Санкт-Петербургский государственный университет,
kholostov14@mail.ru

Currently, the vermicomposting method has proven itself to be an effective tool for valorization of low-value organic raw materials. At the same time, it is still difficult to assess the nutritional properties of compost. We have developed a new simple method for evaluating nutrient substrates.

В настоящее время метод вермикомпостирования зарекомендовал себя как эффективный инструмент валоризации малоценного органического сырья. При этом всё еще трудно давать оценку питательным свойствам компостов. Нами разработан новый простой метод оценки питательных субстратов.

В качестве объектов исследования использовались вытяжки из 6 субстратов: конский навоз и вермикомпост из этого навоза, илы сточных вод и вермикомпост из илов, торфосмесь с доломитом и вермикомпост из этой смеси. В состав вытяжки входила лимонная кислота 40 г/л и ЭДТА 80 г/л.

В чашки Петри помещались по 50 семян ячменя и заливались 30 мл разбавленной в 300 раз вытяжкой из субстратов. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода и исходный раствор, имитирующий корневые эксудаты. Затем чашки Петри с семенами помещались в биологический термостат, разогретый до 25 °С. Через три дня считалась энергия прорастания, через 5 дней всхожесть семян и длина корней и побегов. В качестве сравнения проводился химический анализ вермикомпостов стандартными методами для определения следующих показателей: валовое содержание калия, азота и фосфора, содержание углерода органических веществ и базальное дыхание. Эти анализы проводились с целью сравнения нашего метода с другим методом (Chandra Sekhar, 2020), основанном на бальной оценке химических показателей компостов и вермикомпостов. По результатам бальной оценки вермикомпостов, наилучшими питательными свойствами обладал вермикомпост, полученный из илов сточных вод (2.79 баллов), наихудшими вермикомпост из конского навоза (2.19 баллов). По нашим данным, по всем показателям лучше всего себя показала вытяжка из вермикомпоста из илов сточных вод (энергия прорастания 86 %, длина корней 7.09 см,

длина побега – 4.51 см). наихудшие результаты у обоих вариантов контроля (энергия прорастания 53 %, длина корней – 3.89 см, длина побега – 1.63 см). Среди исследуемых образцов наихудший результат по энергии прорастания у вермикомпоста из конского навоза (энергия прорастания 66 %, длина корней 6.19 см, длина побега – 4.03 см).

Полученные данные показывают высокую схожесть в результатах, полученных нашим методом и другой методикой. При этом наш метод является быстрым и недорогим анализом.

Литература

Chandra Sekhar, M., and G. Venkatesam. Assessment of Quality of Compost Derived from Municipal Solid Waste // Handbook of Solid Waste Management: Sustainability through Circular Economy (2020): 1–21

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

Секция V

Популяризация почвоведения

THE AGRO ECOLOGY TRAINING EVENT IN GWAGWALADA AREA
COUNCIL OF THE FEDERAL CAPITAL TERRITORY ABUJA,
NIGERIA

Michael Adedotun Oke, maof2020@gmail.com

The fertilizer is so expensive in the markets, farmers needed to turn within, learn about agroecology, and embrace technology in order to practice organic farming. They also needed to be able to receive instruction and participate in some step-down training to encourage them to engage in all levels of organic farming, as well as to embrace technology, accept basic extension messages, and engage in a variety of farming activities. The Index of the visits and training purposes of Organic Farming. To conduct a practical demonstration and step-down training regarding organic farming. To encourage the advancement of organic technologies in practical farming operations. To involve the interested public in ensuring the availability of basic technology to resolve issues, and encourage organic farming, and make it replicable, using low-tech solutions to obtain competitive and feasible means of ensuring profitability and readily achieving performance index. It was heartening to see so many women attend the training, and they are prepared to use the technology that was being introduced at the time. When feasible, each trainer would set aside particular days to meet together wearing gathered, The training provided to the fifty women farmers was quite educational, and the many extension messages piqued their interest and understanding of the subject. The majority of the participants were able to agree on the day of the training. On the day of the course, most of the participants were able to reach an agreement. Despite the short notice, the participant attended and asked numerous questions. While some participants were able to attend, others found it difficult because of the market day and how it affected aspects of the training. There were responses given. Second, there are partial interfaces with the farmers; some are ignorant, but they were still able to comprehend and participate in the debate, and they expressed interest in additional step-down training days.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ:
ЗНАЧИМОСТЬ И ЦЕЛЕВЫЕ АУДИТОРИИ

А.А. Гербер, К.В. Ручкина

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, gerber.anna@list.ru, ruchkinakristina99@mail.ru

This paper discusses the importance of popularizing soil science and provides an example of dividing the target audience into segments and approaches to promotion in each of them.

В современных условиях актуальность популяризации знаний в области почвоведения становится все более значимой в связи со снижением интереса к данной науке у абитуриентов. Среди факторов, затрудняющих популяризацию, можно выделить недостаток информации о возможностях и перспективах в области почвоведения и отсутствие конкретной профессии, из-за чего выбор падает на другие более распространенные специальности. В такой ситуации крайне важной становится целенаправленная и систематическая работа по популяризации науки среди молодежи.

На кафедре почвоведения и экологии почв НИ ТГУ разрабатываются программы продвижения, которые, на данный момент, охватывают несколько сегментов целевой аудитории: 1. Дети дошкольного и младшего школьного возраста (5–7 лет). Для них разработан цикл научно-популярных лекций и мастер-классов, посвященных почве и ее обитателям, роли почвы в природе и жизни человека. Один из успешных образовательных проектов «В ТГУ с пелёнок» был запущен в 2019 году и реализован на базе прогимназии и детского сада с лекциями и практическими занятиями по почвоведению. 2. Обучающиеся 6–8 классов. Для них проводятся более углубленные лекции и занятия, на которых они знакомятся с основами почвоведения, методами исследования и классификацией почв. Примером являются ознакомительные мероприятия, такие как «Живая земля», «День открытых дверей», различные профориентационные площадки. 3. Работа с обучающимися 9–11 классов по профилю «биология» и «химия», более научно ориентирована и включает лекции и практические занятия по основам почвенной химии и физики, географии почв, а также знакомство с почвенными лабораториями и актуальными исследованиями.

Важным инструментом для определения целевой аудитории является проведение мероприятий, ориентированных на разные возраст-

ные группы. В этом году мы получили уникальный опыт, объединившись со студентами Института искусств и культуры для организации Всемирного дня почв и подготовили выставку художественных работ, выполненных почвенными красками с использованием природных материалов, а также серию плакатов о проблемах деградации почв. Этот опыт позволил нам привлечь больше внимания к науке, используя не только научную составляющую, но и искусство.

Для эффективной популяризации почвоведения необходимо отчетливо понимать целевую аудиторию и ее потребности, исходя из чего разрабатывать соответствующие мероприятия, используя современные технологии и методы.

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

УДК 502.1

КРУЖОК ЭКОЛОГИИ – МОИ ПЕРВЫЕ ШАГИ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

М.Г. Деткова

Санкт-Петербургский государственный университет

detkova_m06@mail.ru

Choosing a profession can be really challenging decision. The Ecology Club, which lessons including practise and excursions beside the theory material, played a significant role in shaping my interest in ecology, specifically soil science.

Выбор профессии – один из самых трудных в жизни. Кому-то помогают сделать этот выбор школьные уроки. Кому-то – занятия по программам дополнительного образования, проще говоря – занятия в кружках. Когда я училась в пятом классе, проходил набор в кружки по самым разным направлениям: спортивные, художественные, краеведение и т.п. А я, как и некоторые мои одноклассники, выбрала кружок экологии. Так я попала в программу дополнительного экологического образования к М.А. Надпорожской. Для Марины Алексеевны это тоже была работа дополнительная, по диплому она почвовед-агрохимик, а основное место работы – СПбГУ.

Сначала мы изучали азы экологии. Разбирались, что такое экосистемы, какие они бывают, как сложно устроены. И оказалось, что фундамент любой наземной экосистемы – почва. Про почву мы узнали из уроков по предмету «Окружающий мир» в четвертом классе. Нам рассказали, что почва является важнейшим элементом наземных экоси-

стем, а для человека почва является поставщиком многих продуктов питания. В учебнике раздел о почвах так и назывался – «Земля-кормилица». Также на уроках говорили и о том, как важно бережно относиться к почве и способствовать ее сохранению. На уроках географии в 7 классе узнали о разнообразии и свойствах почв основных биоклиматических зон нашей страны.

На уроке дают комплекс отвлеченных сведений. Если почву школьники никогда не видели, то эти знания усвоить трудно. На занятиях кружка преподаватель приносила почвенные образцы. Их можно было потрогать и рассмотреть. Строение почвы мы изучали с наглядным игровым пособием «Черный чемоданчик» [1]. Еще лучше представить изучаемые экологические объекты помогали экскурсии. Мы ходили не просто по Петергофу, а по урбоэкосистеме, разбирались в ее сложном устройстве. Вот лист на дубе, еще зеленый. А вот другой – уже пожелтел, упал и скоро начнет становиться частью городской почвы. Почва – фундамент экосистемы, также определяет и состояние растительности, атмосферы, поверхностных и грунтовых вод. Закрепить получаемые знания помогали школьные исследовательские работы. Я принимала участие в исследованиях, где объектами были подзолы сосновых лесов и малые городские водоемы [1]. Оттачивали «кружковцы» полученные знания и умения, участвуя в конференциях и олимпиадах. Например, я сделала доклады на заседаниях школьной секции шести Докучаевских чтений с 2017 по 2022 гг. Таким образом, занятия в кружке экологии стали для меня отправной точкой в формировании интересов к научной работе и выборе профессии.

Литература

1. Экология Петергофа глазами школьников. URL: <https://ecology-petergof.ru> (дата обращения: 14.01.2024).

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

МЕСТО ДОКУЧАЕВСКИХ МОЛОДЕЖНЫХ ЧТЕНИЙ
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСВЕЩЕНИИ
И ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ

М.А. Лазарева

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ
ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева
margoflams@mail.ru

Participation of schoolchildren in Dokuchaev's readings is an element of the thorough system of environmental education. At the school section, the schoolchildren consolidates and develops knowledge on the basics of soil science, agrochemistry and soil ecology, develops an ecological worldview, broadens of outlook, receive a career guidance on the field of environmental studies and protection. Readings also play an important role in environmental awareness. At the Dokuchaev Central Soil Science Museum many young soil scientists first get acquainted with the extensive collections of soil monoliths, thematic exhibitions reflecting the diversity of soils in bioclimatic zones, various aspects of the impact of human activity on soils.

Решение о проведении ежегодных Докучаевских чтений было принято на совместном заседании кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ и Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП) в 1997 году. 13–15 апреля 1998 года состоялись первые Докучаевские чтения. Называлась конференция «Почвы и почвенный покров современных наземных экосистем». С 1998 г. конференция становится ежегодной [1, 2].

Докучаевские чтения ориентированы на школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых (до 35 лет включительно). Целями организации конференции являются: 1) апробация результатов научных исследований и обмен опытом; 2) привлечение внимания школьников к научно-исследовательской работе по изучению почвоведения, агрохимии, экологических проблем окружающей среды; 3) приобретение навыков организаторской работы.

Всего за период 1998–2023 гг. было проведено 26 Докучаевских молодежных чтений, в которых приняли участие более 5000 человек из 70 ВУЗов и 40 НИИ из почти 50 городов России и стран ближнего и дальнего зарубежья (более 10 стран – Италия, Чехия, Германия, Австрия, Индия, США, Китай, Малайзия, Казахстан, Беларусь, Украина и др.).

Традиционно с 2002 г. в рамках конференции в ЦМП организуется школьная секция. Участие школьников в Чтениях входит в сквозную

систему экологического образования, разработанную и реализуемую сотрудниками кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ и Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева. На школьной секции происходит закрепление и развитие знаний ребят по основам почвоведения, агрохимии и экологии почв, приобретение навыков правильно и свободно использовать специальные термины и понятия, строить причинно-следственные логические заключения. Благодаря широкому спектру тем, обсуждаемых на секции, расширяется представление учащихся о сложности объекта, его многофункциональности. Кроме того, познание начал почвоведения дает широкие возможности для развития экологического мировоззрения школьников, расширения кругозора, профессиональной ориентации в области изучения и охраны окружающей среды (эколог, почвовед, химик-аналитик, ландшафтный дизайнер), укрепляется понимание значимости почвы в экосистеме, бережного отношения к ресурсу.

Важную роль Чтения играют и в экологическом просвещении. В залах ЦМП многие молодые почвоведы именно здесь впервые знакомятся с обширными коллекциями почвенных монолитов, тематическими экспозициями, отражающими разнообразие почв биоклиматических зон, различные аспекты воздействия человеческой деятельности на почвы. Ежегодно в рамках конференции на базе музея организуются выставки, посвященные жизненному и творческому пути знаменитых ученых-почвоведов.

Литература

1. Докучаевская научная школа – молодым почвоводам России (опыт проведения молодежных научных конференций почвоведов СПбГУ). Хроника // Вестник СПбГУ. 1999. Сер. 3. Вып. 1 (№ 3). С. 135–136.
2. Растворова О.Г., Русаков А.В. «Докучаевские молодежные чтения» 98 «Почвы и почвенный покров современных наземных экосистем» // Почвоведение. 1999. № 2. С. 280–281.

ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В СМЕЖНЫХ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ЗНАНИЯ

М.Н. Лазарева, Я.Д. Иванов, А.И. Рудинская, Р.С. Шухвостов
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
lazarevamn2001@mail.ru

In this work, the main attention is paid to the consideration of the importance of soil from an agronomic and geological point of view. The results of research conducted in the framework of these two areas are presented in a popular scientific form. The need to popularize soil science is explained by the problems outlined in the article related to the often insufficient and superficial knowledge of the general population about soils. This work is an attempt to present in a popular scientific form the uniqueness of the soil as a natural historical natural object in the relationship of soil science with related scientific disciplines.

К сожалению, в последнее время становится очевидным возрастание риска деградации почвенных ресурсов, их загрязнение и истощение. Нарушение почвенного покрова и нерациональное использование почвы приводит к ряду общемировых проблем, в числе которых угроза голода, ухудшение экологической ситуации и др. Порой они обусловлены потребительским отношением человека к земле, неосознанному нанесению ей вреда, что, в свою очередь, часто связано с недостаточной осведомленностью людей о значении и роли почвы в их жизни.

Целью данной работы является популяризация такой многогранной и важной естественно-научной области знания как почвоведение.

В работе особое внимание уделено роли почвоведения в других естественных дисциплинах, а именно агрохимии, археологии и геологии. Идея рассмотрения значения почвы именно с этих, на первый взгляд, диаметрально противоположных позиций, уходит корнями в историю развития науки почвоведения второй половины XIX века. На сегодняшний день важнейшей задачей в области агрономического направления является сохранение и повышение почвенного плодородия. В связи с этим нами была проработана теория прорастания семян перспективной в настоящее время сельскохозяйственной культуры амаранта, т.к. решение об использовании агрохимических средств должны быть основаны на физиологии выращиваемых растений.

С постепенным накоплением знаний в области естественных наук исследователям стала ясна взаимосвязь почвоведения с такими смежными дисциплинами, как геология, география, археология и др.

В качестве примера применения почвоведения в геологии приведены результаты исследования разреза, заложенного на среднепалеолитическом археологическом комплексе Хотылёво-І. Анализ лабораторных данных, а также морфологическое описание 20-метровой толщи выявили наличие палеопочв, позволивших провести реконструкцию климатической и геологической обстановки прошлого на данной территории.

Такой разноплановый взгляд на почву даже на примере этих двух областей знаний раскрывает уникальность этого природного объекта и позволяет приблизиться к пониманию глобальности и фундаментальному значению почвоведения в биосфере.

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

УДК 631.46

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕРЕСА К ПОЧВОВЕДЕНИЮ СРЕДИ МОЛОДЁЖИ ЧЕРЕЗ ПРОФИЛЬНЫЕ КОНКУРСЫ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

А.А. Леонтьев, Е.Д. Андросова

Санкт-Петербургский государственный университет
dasher678@gmail.com, eugenia.androsova@gmail.com

Studying soils is vital to resolving the global food problem. At the same time soil science is underrepresented in school schedules. This study is dedicated to assessing the level of knowledge about soil fauna in pupils interested in nature sciences, and further interest engagement in soil science.

В рамках школьной программы, изучению почв и почвоведения уделяется очень малое количество времени. Между тем, почвоведение как наука занимается исследованием таких важнейших аспектов, как происхождение, экологические функции, деградация почв и многих других. Почвоведение является также связующим звеном между многими науками, а грамотный подход к исследованию почвообразующих и деградационных процессов является залогом решения продовольственной проблемы. Таким образом, повышение заинтересованности и осведомлённости молодёжи в вопросах почвоведения является важным фактором для развития этой науки и, следовательно, решения поставленных перед нею проблем в будущем.

Цель работы заключалась в оценке уровня знаний школьников, заинтересованных в биологических исследованиях, 7–9 классов о фауне почв, и повышении интереса к изучению биологии почв и почв как та-

ковых. Платформой для реализации был выбран цикл мероприятий «открытый региональный слёт-конкурс юных зоологов "Соседи по планете"» и «День биoproфессий», которые проводились Эколого-Биологическим центром «Крестовский остров».

В рамках практического этапа Конкурса была организована станция «Обитатели подземного царства» Задания были направлены на оценку знаний о биологическом разнообразии почвенной и напочвенной фауны, её экологических функций, а также о влиянии выпаса на процессы деградации почв. Ответы оценивались по 10-балльной шкале. В конкурсе участвовало 14 команд из 4 обучающихся 7–9 классов. Характер распределения был бимодальным с преобладанием оценок «5» и «7» (рис.), что говорит о различном уровне осведомлённости учащихся. Мероприятие «День биoproфессий» проводилось в день объявления результатов Конкурса для его участников (56 человек), с целью ознакомления участников с институтами и университетами через общение со студентами. Авторы подготовили стендовый доклад о кафедре почвоведения и экологии почв СПбГУ, провели консультации с заинтересовавшимися обучающимися. В результате мероприятия трое участников высказали заинтересованность в обучении по направлению «Почвоведение» по окончании школы.

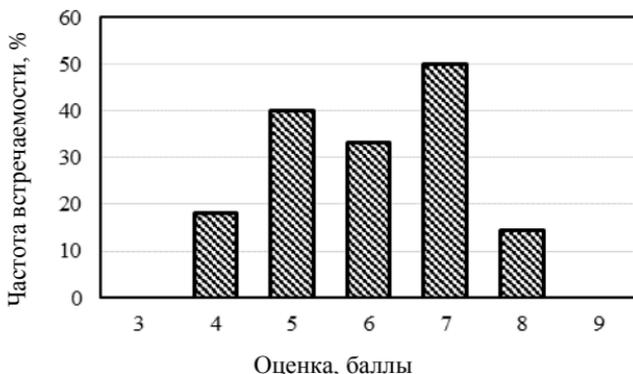


Рисунок. Частота встречаемости оценок за станцию «Обитатели подземного царства» практического этапа «открытый региональный слёт-конкурс юных зоологов "Соседи по планете"». Выборка из 14 команд, включавших 4 учащихся 7–9 классов.

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

ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ (ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС)

В.Г. Линник

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского,
linnik@geokhi.ru

The problematic issues of formalization of soil-geographical data as an appropriate model of the structure of the soil cover are analyzed.

Рождение почвоведения, как самостоятельной научной дисциплины, связано с именем В.В. Докучаева, предложившим рассматривать почву как «самостоятельное естественно-историческое тело» [1], которое формируется и эволюционирует в результате взаимодействия пяти почвообразующих факторов: растительности, климата, почвообразующей породы, рельефа и геологического времени [3].

Традиционное почвоведение в представлениях В.В. Докучаева сформировалось как эмпирическая описательная наука. Теоретические исследования касались в общем случае объяснения закономерностей формирования структуры почвенного покрова в зависимости от факторов почвообразования.

Формализация факторного подхода В.В. Докучаева в почвоведении была выполнена Г. Иенни [2], который представил модель почвообразования в виде следующей формулы, получившей название *clorpt*-уравнения: $s = f(cl, o, r, p, t, :)$, где *cl* – климат; *o* – организмы; *r* – рельеф (топография); *p* – почвообразующая порода; *t* – возраст почвы; точки – это дополнительные факторы почвообразования, такие как пожар и т.д.

В настоящее время формализация почвенно-географической информации пошла по пути, который в 1994 г. Алекс МакБрайтни предложил назвать «педометрикой» [4] по аналогии с термином «биометрика».

Интеграция разнородной почвенной информации стала выполняться при создании банков данных почвенной информации и геоинформационных систем (ГИС). В рамках педометрики формализованная модель Г. Иенни *clorpt* трансформировалась в пространственную модель структуры почвенного покрова SCORPAN [4] $S = f(s, c, o, r, p, a, n)$, где *S* – почвенные классы (или атрибуты) – результат моделирования; *f* – функция; *s* – другие ранее измеренные свойства почвы; *c* – климат; *o* – организмы; *r* – рельеф; *p* – литология; *a* – возраст; *n* – географические координаты.

Литература

1. Докучаев, В.В. Русский чернозем. Москва-Ленинград: ОГИЗ Сельхозиздат. 1936. – 551 с.
2. Иенни Г. Факторы почвообразования. М., 1948. 346 с.
3. Glinka K.D. Dokuchaiev's Ideas in the Development of Pedology and Cognate Sciences, 1st ed.; Series: Akademiia Nauk SSR. Russian pedological investigations; The Academy: Leningrad, USSR, 1927. 34 p.
4. McBratney A.B. Mendonça Santos M.L. Minasny B. On digital soil mapping. Geoderma. Vol. 117. № 1–2. 2003. p. 3–52.

Исследование проведено в рамках бюджетной темы ГЕОХИ РАН.

Работа рекомендована д.т.н., профессором Б.К. Зуевым.

УДК 001.92

ЭСТЕТИКА ПОЧВ КАК МЕТОД ИХ ПОЗНАНИЯ

М.А. Чепурнова, А.В. Хирк

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

The use of the aesthetic function of the soil is an important element of knowledge and popularization of soil science. Aesthetics can interest a student and reveal to the average citizen such a unique object as Soil. For a specialist aesthetic knowledge may increase the involvement of young researchers in scientific activities.

Методы научного познания природы многочисленны, среди них есть и философские, в которых выделяется раздел эстетики – познания чувственного. Рассматривая почву как объект искусства, мы можем получить дополнительную информацию, улучшить ее восприятие, получить эстетическое удовольствие. Использование эстетической функции почвы – важный элемент познания и популяризации почвоведения, способный заинтересовать школьника и раскрыть обывателю такой уникальный объект как Почва. Эстетическое познание в научном пути специалиста поможет взглянуть на объект исследования с новой, необычной стороны, а также повысить вовлечённость в научную деятельность молодых учёных.

Взаимосвязь почвы и искусства многосторонняя. В традиционном понимании почва как предмет искусства – источник натуральных пигментов с древних времен и до настоящего времени. Глинистая почва издавна используется как материал для создания скульптур и инсталляций. Однако, Почва может быть и объектом искус-

ства, искусства самой Природы. Она настолько красива, что ряд художников изображает её на своих картинах (например, А.А. Иванов, В. Ван Гог, И.И. Левитан). Почва сама по себе представляет картину, хорошо знакомую большинству почвоведов. Она может быть упорядоченной системой горизонтов, а может быть хаотичным полотном турбаций или разноцветными пятнами оглеения. Картина почвенного профиля – зеркало ландшафта, через которое можно любоваться красотой природных процессов. Увидеть этот мир под ногами непросто, это может сделать только почвовед с помощью своих профессиональных навыков. Поделиться красотой природы сложно, но возможно, посредством фотографии или почвенных монолитов.

Мы, как научно-эстетическая группа SoilART, раскрываем эстетику почв с разных сторон. Наша миссия – популяризация знаний о почве, раскрытие интересного, неизвестного и прекрасного мира под ногами. Деятельность группы затрагивает научно-эстетическое просвещение для школьников, абитуриентов, студентов и специалистов-почвоведов методом лекций, мастер-классов и выставок. На лекциях слушателям раскрывается эстетическая функция почв, а также возможности направления Science-art, его история и примеры с точки зрения естественных наук. Лекции чаще всего сопровождаются мастер-классами, на которых участники могут прочувствовать почву, самостоятельно сделать почвенный объект искусства. Несколько лекций и мастер-классов SoilART было проведено на научных конференциях: «Горизонты Будущего», «Мерзлотные почвы в атропоцене», где почвоведы-специалисты могли посмотреть на объект изучения с новой эстетической стороны. Количество участников на таких мероприятиях варьирует от 10–15 человек до 40 и более. Например, в 2023 году было проведено 8 различных мастер-классов, в том числе и на Всероссийском Фестивале НАУКА 0+, на котором с эстетикой почв познакомилось за два дня более 80 человек, в основном это были абитуриенты и студенты МГУ.

Выставки SoilART неоднократно проводились на разных площадках, а сейчас существует постоянная экспозиция на факультете почвоведения МГУ. Представленные произведения почвенного искусства – картины, инсталляций и монолиты не только приносят эстетическое удовольствие студентам, сотрудникам и посетителям университета, но и являются иллюстративным материалом к семинарским занятиям по почвоведению. Ежедневно выставку видят десятки студентов и сотрудников МГУ.

Нужна ли популяризация почвоведения с эстетической точки зрения? Несомненно. Об этом свидетельствует увеличение заинтересо-

ванных слушателей семинаров SoilART, посетителей мастерской, а также новые присоединяющиеся к научно-эстетической группе студенты. В аудитории есть и почвоведы, физики-ядерщики, географы, журналисты, ботаники, биологи, художники, студенты, сотрудники, просто люди со стороны, родители, дети – десятки человек уходят от нас с горящими глазами и объектами искусства из почвы.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.В. Матышаком.

Школьная секция

*Познавая почвы: конференция
для юных исследователей*

УДК 631.46

ИССЛЕДОВАНИЕ АЗОТОФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ
ПОЧВЫ В РАМКАХ СОЗДАНИЯ ВСЕРОССИЙСКОГО АТЛАСА
ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Е.А. Баранова, С.П. Вокуева

ГБОУ гимназия № 177 Красногвардейского района, г. Санкт-Петербур
vodolaz74@yandex.ru

Isolation of free-living nitrogen-fixing microorganisms from soils located in the Pskov region and St. Petersburg. Participation in the creation of the All-Russian Atlas of soil microorganisms.

Актуальность темы исследования: микробы являются важной частью экосистемы и выполняют в ней полезные функции. Азотфиксация – процесс, в ходе которого почва становится более плодородной

Интенсивная эксплуатация сельскохозяйственных земель сопровождается постоянным внесением минеральных удобрений, пестицидов, но многолетнее применение ведет к снижению качества продукции растениеводства, загрязнению окружающей среды, нарушению естественных механизмов восстановления почв. Поэтому в настоящее время вместо минеральных удобрений создают микробные препараты.

В отличие от минеральных удобрений, они имеют ряд преимуществ: не загрязняют окружающую среду, безвредны для человека и животных, так как представляют собой штаммы естественных почвенных микроорганизмов

Цель работы – выделить из почв, расположенных на территории Псковской области и Санкт-Петербурга, свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы.

Материалы и методы. Теоретическую основу работы составили методические материалы, предоставленные Новосибирским государственным университетом. Методологической основой исследования являются принципы наблюдения, описания и сравнения полученных данных.

Объект исследования: почва из различных мест и территорий.

Предмет исследования: азотфиксирующие бактерии.

Проблема: Совместное с организаторами и Новосибирским институтом участие в создании Всероссийского атласа почвенных микроорганизмов.

Гипотеза: в различных почвах различный микробиологический состав.

Результаты

1. Проведена оценка почв.
2. Представители рода *Azotobacter* выделены не во всех образцах.
3. Для данных почв характерен недостаток фосфора.
4. Отправлены на исследования отобранные образцы почв и выделенных бактерий.
5. Внесены данные по почвенным и бактериальным образцам в базу данных атласа почвенных микроорганизмов.

Литература

1. URL: <https://atlas.niboch.nsc.ru/node/add/sample> (дата обращения: 15.02.23)
 2. URL: <https://microbeatlas.ru> (дата обращения: 15.02.23)
- Работа рекомендована Н.А. Смирновой.

УДК 641.46

ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ПОЙМЫ ДОНА В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕЛА РУССКАЯ БУЙЛОВКА

К.Д. Глебов¹, Н.Н. Каширская²

¹МКОУ Русско-Буйловская СОШ, с. Русская Буйловка,
Kirillglebov556@gmail.ru

²ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН,
г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

The phosphatase activity in the dry areas of the floodplain meadow was 2.3 times higher than in the coastal areas with low herbage. At the same time, the maximal value of this indicator found in coastal area with high grass growth. Soil disturbance can lead to a decrease in phosphatase activity because of the oppression of the plant and microbial communities.

Важным показателем плодородия почвы является активность фермента фосфатазы, которая может различаться в зависимости от потребности растений и микроорганизмов в неорганическом фосфоре. Целью нашей работы была оценка фосфатазной активности верхнего слоя (0–10 см) почв приозерных и сухих луговых участков поймы Дона по оптической плотности окрашенного раствора фенолфталеина, образованного из бесцветного фенолфталеинфосфата натрия под действием почвенных фосфатаз. Результаты работы представлены на рисунке. Фосфатазная активность на приозерных участках (№ 1–6) возростала в ряду озеро Мальчик – озеро Безымянное – озеро Кругленькое. Увеличе-

ние этого показателя было отмечено на участках с более высоким травостоем. На сухих участках луга под разнотравьем и злаками (№ 7, 8) фосфатазная активность была выше, чем на участке с преобладанием осота розового (№ 9). Наименьшая фосфатазная активность отмечена на участке нарушенной почвы с проективным покрытием единственного вида – ястребинки зонтичной – менее 100 % (№ 10), а также в кислой почве муравейника с минимальным присутствием растительных корней (№ 11).

Таким образом, на сухих участках луга фосфатазная активность была в 2.3 раза выше, чем на приозерных участках с низким травостоем (озеро Мальчик), однако максимальное значение этого показателя было выявлено на участке с высоким травостоем. Нарушение почвы может приводить к снижению фосфатазной активности в результате угнетения растительного и микробного сообщества.

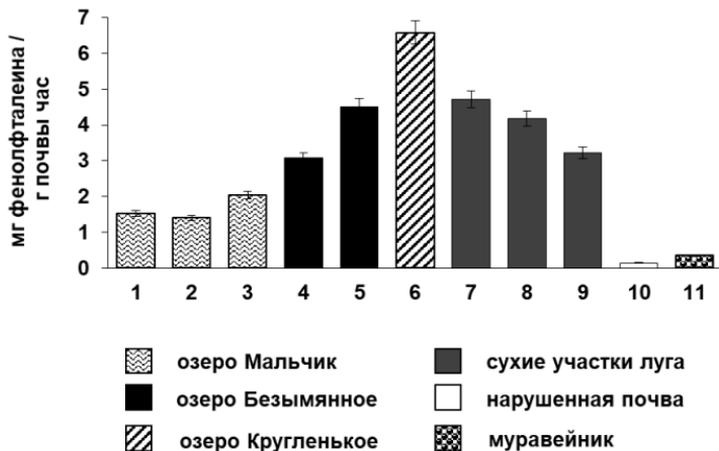


Рисунок. Фосфатазная активность верхнего слоя почвы на берегах луговых озер и на сухих участках пойменного луга.

Работа рекомендована учителем химии и биологии МКОУ СОШ Русско-Буйловская Т.П. Каширской.

УДК 58.001

О ЧЕМ МОЛЧИТ ХОЗЯЙКА МЕДНОЙ ГОРЫ ИЛИ РОЛЬ
УРАЛЬСКИХ САМОЦВЕТОВ В НАУКЕ И КУЛЬТУРЕ

И.А. Евсеев, 8 лет

Детско-юношеский творческий центр «Васильевский остров»,
Биоэкологическая лаборатория, dianabakieva@gmail.com

Данное исследование было посвящено значимости конкретных минералов (яшмы и малахита) не только в науке, но и их отражению в культуре России.

Автором исследования были отобраны наиболее популярные в литературе уральские самоцветы (в частности, упор был сделан на рассказы П. Бажова, в которых данные минералы подвергаются не только поэтизации, но и мифологизации), проанализирована геологическая, культурологическая и краеведческая литература, изучены экспонаты петербургских музеев, а также произведен научный опыт по воссозданию одного из минералов в домашних условиях.

Изучение культурологической роли выбранных минералов позволило определить высокий уровень значимости данных самоцветов в истории человечества (к примеру, добыча малахита была развита в Древнем Египте, он почитался как символ богини Хатхор).

В соответствии с геологическими исследованиями были определены месторождения яшмы и малахита, обозначенные в литературе (карьеры в г. Орск, Сибай, Гумешки). Уточнено, что добыча минералов производилась карьерным способом, который привел к нарушению почвенных систем в значительных масштабах. Разрушение почвенно-растительных грунтов и добыча огромных массивов почв ради малого количества самоцветов повлекло за собой пожары серосодержащей руды в котлованах карьеров.

Следующим этапом были проанализированы экспонаты Центрального научно-исследовательского геологоразведочного музея имени академика Ф.Н. Чернышева (ЦНИГР МУЗЕЙ) на предмет присутствия самоцветов и вариаций и качество их обработки. Изучены экспозиции Государственного Эрмитажа и Исаакиевского собора на наличие в них уральских самоцветов. В научной беседе с сотрудниками Эрмитажа была получена информация, что литературные источники не являются достоверными: колонны и каминь в Малахитовом зале выполнены не из цельного камня (как было обозначено в рассказах), а представляют собой лишь тонкий верхний слой. Данная техника впоследствии получила название «Русская мозаика».

Поиск информации относительно малахита и яшмы привел к открытию, что месторождения данных минералов в России почти исчерпаны, и приобрести тот или иной камень сегодня очень трудно и дорого (было выявлено мифологизированное объяснение исчезновения минералов на основе литературных источников). В связи с чем автором был определен проблемный вопрос: можно ли создать малахит в домашних условиях. Путем химического эксперимента (окисления медного купороса с дальнейшим прессованием и нагревом получившегося осадка) были получены два образца малахита: более темного и более светлого оттенков ($\text{CuSO}_4 + \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$). Часть полученных в домашних условиях минералов была использована для следующего этапа эксперимента: переработки малахита в зеленую краску.

Таким образом, полученная теоретическая информация и практический эксперимент позволили сделать вывод о высоком уровне значимости и малахита, и яшмы в науке и культуре России, необходимости сохранения геологического богатства и разнообразия страны, потребности в восстановлении почвенно-растительных грунтов в местах заброшенных карьеров и ликвидации масштабных экологических последствий разработок на значительных территориях РФ.

Работа рекомендована Захаровой Н.А., к.м.н., руководитель биоэкологической лаборатории ГБУДО «Васильевский остров»

УДК 631.41

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

И.Х. Зармаев, Т.Н. Токмакова

ГБОУ СОШ № 430 Петродворцового района Санкт-Петербурга

имени героя РФ Н.И. Филина

ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ»

tntokmakova@mail.ru, vertik-the-slime@yandex.ru

In this work, we determined soil acidities using «Agrochemist» test system. We also provided improvised means to determine soil acidity. The study identified soil samples with the lowest and highest acidity.

Часто огородники и садоводы задаются вопросом: почему растения растут и развиваются плохо, хотя вроде бы все агротехнические приемы делаются правильно? Во многих случаях причина – уровень кислотности почвы.

Поэтому определение и исправление кислотности почвы – это первое, что надо делать при подготовке к посадке огородных культур или закладке сада.

Кислотность почвы определяется количеством в ней ионов водорода. Если их много, почва кислая, если мало – щелочная.

Практическая значимость: данные нашей исследовательской работы можно использовать на уроках биологии, химии и географии.

Цель работы: определить кислотность почвы различных образцов с помощью тест-системы «Агрохимик».

Кислотность почвы – это содержание в почвенном растворе ионов водорода. Показатель кислотности – pH – выражается числом от 1 до 14 (для большинства видов почв – от 4.0 до 8.5).

Преимущества тест-системы «Агрохимик»: определение кислотности в оптимальном для анализа интервале pH – от 5 до 8; профессиональный уровень достоверности анализа; простой и надежный способ для условий сада и огорода; контрастная и понятная шкала-определитель.

Для эксперимента мы взяли 4 образца почвенных грунтов: «Гладиолусы», «Сенполия», «Герань» и почвенный грунт «Живая земля».

В ходе выполнения исследовательской работы мы сделали следующие выводы:

1. Ознакомились в научно-популярной литературе и материалах Интернет-источников по данной теме.

2. Ознакомились с подручными методами определения кислотности

3. Провели эксперимент с целью определения кислотности почвы образцов.

4. Выявили образцы почв с наименьшей (№ 1 – почвенный грунт гладиолусов (pH от 6.5 до 7.0) и № 2 – почвенный грунт сенполии (pH от 6.5 до 7.0)) и наибольшей (№ 3 – почвенный грунт герани (pH от 5.5 до 6.0) и № 4 – грунт цветочный «Живая земля» (pH от 5.5 до 6.0)) кислотностью.

5. Познакомили учащихся школы с результатами исследования.

Следует помнить, что не все овощные, плодовые и ягодные культуры предъявляют одинаковые требования к реакции почвенного раствора, и учитывать это при известковании почвы под ту или иную культуру.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА
ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА

(НА ПРИМЕРЕ БУЛЬВАРА НА ФУЧИКА Г. КАЗАНЬ)

Д.Ю. Козина^{1,2}, К.А. Гимадеева^{1,2},

А.Б. Александрова^{1,3}, И.Г. Кайнова²

¹МБУДО ЦДТ «Танкодром», ²МБОУ «СОШ № 144»,

³ИПЭН АН РТ, Казань, adabl@mail.ru

The soil cover of the public space of the residential microdistrict «Boulevard on Fuchika» Azino-2 in Kazan is represented by replantazems and ekranozems. In the spatial distribution of physicochemical properties of soils, soil areas with less favorable properties were found to be confined to the boundaries of pedestrian roads.

Согласно правилам градостроительства, в качестве общественных пространств, общественных центров в жилых микрорайонах выступают бульвары. Они конструируются с целью объединения жилых кварталов посредством проектируемых прогулочной, детской игровой зон, окруженных газонами с травянистой и древесной растительностью, произрастающей на городских почвах. Почвы служат источниками питательных элементов растений и обеспечивают их эстетическую ценность, поэтому изучение почв, формирующихся в условиях города, является актуальной задачей.

Цель исследования: изучить почвы общественной территории «Бульвар на Фучика» в микрорайоне Азино-2 г. Казань. Задачи: 1. исследовать морфологические особенности почв; 2. изучить физико-химические свойства почв; 3. построить почвенную катю и картограммы свойств почв. Результаты работы могут использоваться в целях планирования ассортимента посадочного материала в зеленом градостроительстве.

Закладка почвенных прикопок и отбор образцов проводился на больших по площади десяти газонах, прилегающих к пешеходной зоне общественного пространства «Бульвар на Фучика». Физико-химические свойства почв определялись общепринятыми в почвоведении методами.

Выводы:

1. Проективное покрытие растительности (ППР) газонов общественного пространства «бульвар на Фучика» варьировало от 50 до 100 %. ППР 50 % было на участках газонов на расстоянии 0.5–1.0 м от

границы пешеходных дорог, 100 % – на участках газонов на расстоянии более 2–3 м от границы пешеходных дорог.

Мощность искусственно-гумусированного слоя газонов составила в среднем 8 ± 0.5 см. Цвет верхнего горизонта варьировал от серого до серо-коричневого и коричневого тонов. Исследованные почвы характеризовались песчаным, супесчаным и легкосуглинистым гранулометрическим составом. Комковатая структура отмечалась у 80 % газонов. В профиле почв всех газонов были включения антропогенного характера 1–5 %.

2. Почвы характеризовались нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Содержание органического углерода в среднем составило 5.3 ± 0.7 % и характеризовалось как высокое. Сложение почв варьировало от слабо уплотненной до уплотненной.

3. Составлены почвенная карта и картограммы рН водной вытяжки и содержания гумуса с использованием программы QGIS.

Работа рекомендована к.б.н. Александровой А.Б.

УДК 631.468

СОСТОЯНИЕ ПЕДОФАУНЫ САДОВ РУССКОГО МУЗЕЯ

А.В. Мандрыкина

ГБОУ лицей № 179, г. Санкт-Петербург, enkolovo2020@gmail.com

Macro- and mesopedofauna have a strong influence on the urban ecosystems. This paper presents an evaluation of the condition of pedofauna in the gardens of the Russian Museum of St. Petersburg using bait-lamina test.

Сады Русского музея являются культурным достоянием Санкт-Петербурга и излюбленным местом отдыха горожан и гостей города. Кроме того, они выполняют ряд важнейших экологических функций и участвуют в поддержании состояния городских экосистем. Неотъемлемой частью последних являются почвенные беспозвоночные животные, оказывающие положительное влияние на здоровье почв. Интегральным показателем состояния почвенной фауны является ее трофическая активность (ТА). Поэтому целью исследования было определение ТА макро- и мезопедофауны методом приманочных пластин.

Изучение ТА проводилось с мая по сентябрь 2023 г. на 11 пробных площадках, расположенных в пределах Летнего и Михайловского садов. Почвенный покров садов представлен урбостратоземами. Исследование проводилось методом приманочных пластин (bait-lamina test),

предложенном в 1990-м году von Törne [1]. В качестве приманки была использована смесь микрокристаллической целлюлозы (70 %) и измельченной крапивы (30 %). Время экспонирования составляло 7 дней. ТА оценивалась по степени потребления приманки.

В целом средние значения степени потребления приманки для обоих садов схожи (для Летнего сада – 17.9 %, для Михайловского сада – 14.2 %). Это указывает на сходные эдафические условия. Однако в пределах каждого сада ТА на разных пробных площадках неодинакова. Наибольшая ТА для Летнего сада отмечена на площадках № 1, 2, наименьшая – на № 5, 6. В Михайловском саду наибольшая ТА зафиксирована на площадках № 1, 5, наименьшая – № 2, 4. Оптимальные условия функционирования почвенной биоты отмечены в начале и конце вегетационного периода (средняя степень потребления приманки для обоих садов в мае – 25.1 %, в сентябре – 21.1 %).

Таким образом, с помощью приманочных пластин определена трофическая активность макро- и мезопедагофауны. Отмечены различия в состоянии биоты между исследованными площадками и выявлена сезонная динамика ее функционирования.

Литература

1. von Törne E. Assessing feeding activities of soil-living animals. I. Baitlamina-tests // *Pedobiologia*. – 1990. – Vol. 34. – P. 89–101.

Автор выражает благодарность заведующему сектором учета и мониторинга зеленых насаждений садов Русского музея, к.б.н. Е.А. Жуковой и инженеру садово-паркового хозяйства садов Русского музея В.С. Гончаровой за содействие в проведении полевых работ.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева Е.В. Пятиной.

ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭМБРИОЗЕМОВ РУССКО-
БУЙЛОВСКОГО ПЕСЧАНОГО КАРЬЕРА

Г.В. Нагорнова¹, К.С. Дедова¹, Н.Н. Каширская²

¹МКОУ Русско-Буйловская СОШ, с. Русская Буйловка,
monbt.gaby@mail.ru

²ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН,
г. Пушкино, nkashirskaya81@gmail.com

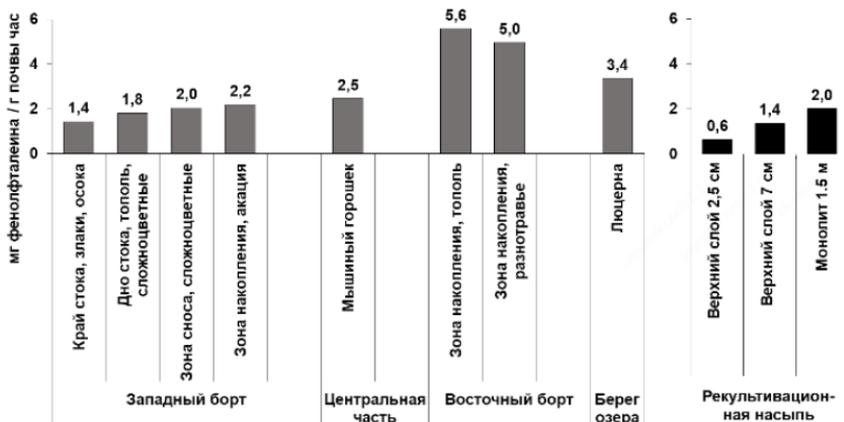
In a sand quarry, the minimum values of phosphatase activity found in the zones of demolition of soil material, and the maximum values – in the zones of its accumulation.

Формирование эмбриоземов связано с деятельностью почвенных ферментов, в том числе – фосфатаз, обеспечивающих растения и микроорганизмы минеральным фосфором. Целью нашей работы было определение фосфатазной активности шестилетних эмбриоземов Русско-Буйловского песчаного карьера методом Галстяна – Арутюнян (Хазиев, 2005). В августе 2023 года впервые наблюдалось полное зарастание центральной части карьера мелколепестником канадским (*Erigeron canadensis*) и вытеснение солянки холмовой (*Salsola collina*) мышиным горошком (*Vicia cracca*). При этом, несмотря на обилие дождей, было отмечено уменьшение площади озера грунтовых вод, что, как мы полагаем, связано с их опусканием. На размытом дождями участке дна карьера был обнаружен разлом нижнего яруса рекультивационной насыпи. Монолит насыпи, представляющий собой спрессованные слои верхних почвенных горизонтов, снятых с территории карьера, расположен в зоне сноса песка и перекрыт песчаным слоем мощностью не более 7 см.

Фосфатазная активность на разных участках карьера представлена на рисунке. У западного борта фосфатазная активность в зоне накопления почвенно-грунтового материала была выше, чем на краю стока, и достигала 2.2 мг фенолфталеина / г почвы час. В центральной части карьера под мышиным горошком фосфатазная активность была сходна с активностью у западного борта. Под восточным бортом наблюдалось увеличение активности в 2.5–3 раза, что связано с высокой мощностью гумусированных горизонтов почвы в верхней части карьера над восточным бортом, в результате чего попадающий вниз почвенно-грунтовой материал в большей мере обогащен органическим веществом.

В рекультивационной насыпи отмечено более высокое значение фосфатазной активности в монолите, по сравнению с песчаным слоем

над монолитом. Здесь фосфатаза накапливалась, когда верхние слои почвы были экспонированы, до начала строительства карьера.



Работа рекомендована Каширской Т.П., учителем химии и биологии МКОУ СОШ Русско-Буйловская.

УДК 631.642

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПАРКА «СОСНОВКА» ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Н.А. Панкин¹, У.К. Братчук¹, В.С. Запанкова¹,
Д.А. Шадрин¹, И.А. Панкина², А.М. Запанкова¹

¹ГБОУ Лицей № 150, Санкт-Петербург,

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, pankina_ia@spbstu.ru

Currently, due to the deteriorating environmental situation, studies of the ecological state of soils still relevant. In this work, studies of the most important physico-chemical parameters of the soils of the Sosnovka Park have been carried out, and the results of the study have been evaluated.

По мнению экологов, в последнее время экологическая обстановка в Санкт-Петербурге довольно нестабильная, поскольку наш город является крупным промышленным и транспортным центром. Из-за негативных последствий деятельности человека есть риск ухудшения экологического состояния почв, в том числе в парковых зонах. А это может отрицательно сказаться на состоянии растительности и прилегающих водоемов.

Существует очень много факторов, указывающих на состояние почвы. К важнейшим из них относятся физические и физико-химические свойства почвы – гранулометрический состав почв, влагоемкость, рН и минеральный состав почв, содержание и состав органического вещества в почвах и др.

Цель научно-исследовательской работы:

- изучить историю почвоведения парка «Сосновка» г. Санкт-Петербурга;
- провести исследования важнейших физико-химических показателей почв;
- дать оценку экологического состояния почв исследуемого лесопарка.

В рамках поставленной цели решались следующие *задачи*: из литературных источников выяснить основную информацию о видах и свойствах почв Санкт-Петербурга; научиться отбирать пробы и готовить препараты; научиться работать с приборами и лабораторным оборудованием; выполнить запланированные эксперименты; сравнить полученные результаты с литературными данными; дать комплексную оценку полученным результатам.

Методы исследования. В работе были исследованы такие важнейшие свойства почв: влажность, влагоемкость, рН (активная кислотность), гранулометрический состав, микробиологические свойства почвы. Также проводили биотестирование с помощью проростков – метод, позволяющий оценить, насколько питательные компоненты, содержащиеся в почве, способствуют прорастанию семян. В качестве тест-объектов были взяты семена сои.

Все исследования проводили в лабораториях СПбПУ под руководством доцентов – научных консультантов.

Результаты исследования и их обсуждение. Влажность определяли весовым методом, которая получилась равной 65 %, т.е. показатель влажности почвы исследуемого образца имеет оптимальное значение для роста и развития растений. Влагоемкость почвы – способность почв вмещать и удерживать в себе определенное количество воды – имела значение почти 38 %. Поскольку эта влагоемкость входит в интервал от 30 до 40, то оценивается, как хорошая.

От уровня кислотности почвы существенно зависит растительность, поэтому рН – тоже важный показатель. Его определяли с помощью прибора рН 150-МИ, который оказался равным 7.90. По таблице градации кислотности почв исследуемый образец почвы относится к щелочным.

Еще одним важным показателем является гранулометрический состав почвы, входит во все мировые базы данных по агротехнологиям [1]. Гранулометрический анализ почвы – это механический анализ, изучающий фракционный состав и консистенцию почв. Данный анализ проводится в лабораторных условиях с заранее подготовленным образцом исследуемого продукта. Необходимо было установить состав почвы в соответствии с данными, нормируемыми ГОСТ 27593-88. В ходе проведения гранулометрического анализа с помощью «мокрого» метода было выявлено, что тип почвы лесопарка «Сосновка» – это суглинки. Из литературных данных известно, что суглинки – хорошо дренируемые и воздухопроницаемые почвы, содержат достаточное количество органических и минеральных веществ, доступных для растений [2]. С помощью микроскопического метода было выявлено, что исследуемые образцы почвы имеют очень разнообразный фракционный состав. При изучении микроскопических картин (при увеличении в 400 раз) в разных полях зрения были обнаружены частицы разного размера и формы. Результаты эксперимента по биотестированию показали, что все питательные вещества, растворенные в почве, благотворно влияют на прорастание и развитие растений.

Выводы. В результате проведенного литературного анализа и выполненных экспериментов было выявлено, что благополучное экологическое состояние почв парка «Сосновка» г. Санкт-Петербурга удовлетворяет нормативным требованиям безопасности по исследуемым показателям.

Литература

1. Химический анализ почв: Учеб. Пособие / Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. – СПб., Издательство С.-Петербургского университета. 1995. – 264 с.
2. Фаляхов И.И. Сельскохозяйственные технологии: Учебное пособие / И.И. Фаляхов. – Елабуга: Изд-во ЕИ(Ф) К(П)ФУ, 2015. – 111 с.

УДК 631.10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ СВИНЦА В ПОЧВЕ ДЕРЕВНИ КОЛТУШИ

А.А. Подберезко, А.А. Леонтьев

ГБОУ СОШ № 197 Санкт-Петербурга, podberezko.alena@yandex.ru

Determination of the content of mobile forms of lead in the soil of the village of Koltushi. A hypothesis has been put forward: the lead content in the soil exceeds the MPC, the lead content at the point by the road is the highest. The analysis showed that the maximum permissible concentration of

lead was exceeded. The distribution of metal over the site requires additional verification.

Деревня Колтуши с конца 90-х годов интенсивность потока машин резко возросла, что привело к антропогенному нарушению экологического равновесия этих ландшафтов.

На основании изучения розы ветров и интенсивности потока машин по Мягловскому и Колтушскому шоссе, была выдвинута гипотеза: содержание свинца в почве превышает ПДК, содержание свинца в точке у дороги самое высокое.

В качестве опытного участка мы использовали приусадебные участки домов 46, 48 общей площадью 23 сотки.

Участок был разделен на 3 квадрата. В каждом из них был заложен разрез. Разрез 1 – 5 м от дороги, разрез 2 – 50 м от дороги (рядом с топиамбуром), разрез 3 – 100 м. С каждой точки было отобрано по 5 образцов (с каждых 10 см). Почва определена как агрозем AlFe-гумусовый на опесчаненной морене.

Было решено определять подвижные формы металла методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Анализы проводили на кафедре почвоведения и экологии почв Института наук СПбГУ о Земле под руководством старшего преподавателя А.Г. Рюмина.

Для проведения анализов данным методом была осуществлена подготовка образцов, заключающаяся в обработке проб почв ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4.8. В дальнейшем из полученного раствора определялся металл, благодаря свойству его атомов поглощать в основном состоянии свет определенных длин волн, который они испускают в возбужденном состоянии.

Результаты измерений представлены в таблице. Проанализировав их, можно сказать, что наибольшее содержание свинца в почве наблюдается в образцах разрезов номер 1 и 2 с глубины 0–10 см и 10–20 см.

Таблица. Содержание Pb в исследуемых почвах, мг/кг.

Глубина, см	Разрез 1	Разрез 2	Разрез 3
0–10	10.1±0.3	17.0±0.8	4.1±0.4
10–20	9.1±0.8	5.8±0.3	4.5±0.4
20–30	6.5±0.4	5.9±0.4	4.4±0.4
30–40	3.3±0.9	3.4±0.5	8.5±1.1
40–50	5.9±0.3	3.3±0.0	2.6±0.6

ПДК подвижных форм свинца в почве (правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21) равны 6.0 мг/кг. В нашем случае норма превышена в гори-

зонтах 0–10, 10–20 и 20–30 см разреза 1, в горизонте 0–10 см разреза 2 и в горизонте 30–40 см разреза 3. Распределение металла по участку требует дополнительной проверки.

Работа рекомендована методистом научно-образовательных программ ЦМП им. В.В. Докучаева Е.Д. Чигалейчик.

УДК 631.92

ЗАЛЕЖНЫЕ ЗЕМЛИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ РОССИИ: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД ДЛЯ ЭКОЛОГИИ

А.А. Пьянова

МАОУ «СОШ № 12» г. Перми, subbotina@mail.ru

Different plant successions can have both negative and positive effects on soil fertility and ecosystem. The current state of fallows is need to research effective methods for improving the use and restoration of the lands and preserving natural biodiversity as well.

Обширно сформировавшиеся залежные земли остаются одной из ключевых проблем сельского хозяйства России. Заращение пашни оказывает влияние на изменение плодородия почв и общую экологическую обстановку в стране.

Целью данной работы являлось изучение вопроса о положительных и отрицательных последствиях оставления почв под залежь в нечерноземной зоне России для большего освещения данной темы.

На залежных землях могут сформироваться разные растительные сообщества (сукцессии), например, аборигенная или неофитная. Есть несколько основных факторов влияющих на то, какая система образуется на залежном участке: культуры, выращиваемые до забрасывания поля, рельеф, источники семян, расположение относительно дорог и других хозяйственных объектов. По моему мнению, аборигенная система лучше, так как обеспечивается сохранение видов растений и биоразнообразия, заложенного природой. Неофитные сукцессии же напротив вытесняет аборигенные растения, нарушая экосистему и цепи питания. Так же культуры неофитов более пластичны, быстро приспосабливаются к новым условиям, поэтому быстро занимают большие территории. Нами рассмотрено влияние неофитов на плодородие залежных почв на основе анализа литературных данных на примере борщевика Сосновского (Лаптева Е.М. и др., 2021; Смотрина Ю.А. и др., 2023) и козлятника восточного (Субботина М.Г. и др., 2015).

Таблица. Влияние растительных сукцессий на показатели плодородия постагрогенных почв.

Вариант сукцессии	Гумус, %	pH _{KCl}	Подвижные формы, мг/кг	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
Среднесуглинистая агропочва подзолистого типа				
Злаково-разнотравный луг	6.8	5.0	167	187
Борщевик Сосновского	8.5	5.6	265	253
Молодой осинник	4.1	5.5	140	145
Агродерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая почва				
Разнотравный луг	2.5	5.4	107	97
Козлятник восточный 15 лет	2.1	5.0	145	107

Можно отметить (табл.), что разные растительные сообщества могут оказывать как негативное влияние, так и положительное влияние на плодородие почвы. Поэтому этот вопрос требует внимания и для других организмов в составе формирующихся постагрогенных экосистем. Необходимы дополнительные исследования для разработки и реализации эффективных методов улучшения использования и восстановления залежных земель, а с другой стороны сохранения естественного биоразнообразия.

Работа рекомендована к.с.-х.н. М.Г. Субботиной.

УДК 631.4

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЫ АРКТИЧЕСКИХ ПУСТЫНЬ

С.М. Телегина

Специализированный учебно-научный центр УрФУ, Екатеринбург
teleginasmreserv@gmail.com

The soils of Arctic deserts are subject to anthropogenic influence due to the development of oil and gas production. Maintaining the process of soil self-purification is important for oil companies and the global community, as this will reduce environmental risks. The use of special decomposing bacteria will help eliminate the consequences of oil production.

В современном мире спрос на нефтепродукты возрастает, и освоение ресурсов Арктики приобретает все большие масштабы. В таких условиях антропогенное воздействие на почвы увеличивается, так как используется большое количество технических объектов, например,

гусеничного транспорта, нарушается структура почвенного покрова и нетронутые ранее ландшафты.

Арктические пустыни – это территории, покрытые ледовым покровом, распространённые, в основном, на островах и побережье Северного Ледовитого океана. Почвы арктических пустынь формируются в условиях сурового климата. К основным почвообразующим факторам можно отнести низкие температуры, большое количество влаги, практически полное отсутствие растительности и наличие вечной мерзлоты. Гумусовый слой полярных почв выражен слабо, что можно считать причиной их неплодородия и невозможности использования для сельского хозяйства: [1]. В таких условиях отсутствует процесс оглеения, который приводит к повышенной концентрации железа.

Наибольшему загрязнению почвы Арктики подвержены в районах нефтегазодобычи. Изменение климата вызывает увеличение глубины оттаивания многолетней мерзлоты, что становится причиной увеличения масштабов разливов нефти: [2]. Исследования в местах бывшего хранения и разгрузки нефтепродуктов показывают, что главной экологической проблемой в таком случае является очаги загрязнения нефтепродуктами. В рамках моего проекта предлагается использование биопрепаратов на основе бактерий, разлагающих углеводороды, для комплексной очистки от остатков нефтепродуктов арктических грунтов. Это ускорит процесс самоочищения почв. Предполагается использование бактерий родов *Deinococcus*, *Cellulomonas*, *Micrococcus*, *Planococcus* и *Pseudomonas*: [3]. Аналогичный опыт используется для очищения вод Мексиканского залива от разливов нефти. Необходимо также проводить мониторинговые мероприятия, связанные с оценкой антропогенного влияния на окружающую среду Арктики.

Использование актуальных методов экологических биотехнологий может сократить риски крупных нефтедобывающих компаний, таких как ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Лукойл» и другие. Разливы нефти могут значительно влиять на состояние и доступ к новым месторождениям. Государствам требуется адаптировать законодательство, связанное с эксплуатацией почв Арктики. На данный момент уже разработан Федеральный закон «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации». Так же, как и с контролем выработки парниковых газов, стоит ввести определённые квоты, лицензии на осуществление деятельности и установить правила использования почв Арктики для того, чтобы предотвратить возможные экологические катастрофы.

Литература

1. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). 2010. 414 с.
2. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. 1978, 173 с.
3. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. 1991, 304 с.

Работа рекомендована учителем химии и биологии Специализированного учебно-научного центра УрФУ Н.И. Феофиловой.

УДК 641.46

МИКРОСКОПИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, СОХРАНИВШИХСЯ В ГРУНТЕ ДРЕВНИХ ПОГРЕБАЛЬНЫХ СОСУДОВ

Д.Н. Шапочанская¹, С.А. Черезова², Н.Н. Каширская³

¹МКОУ Русско-Буйловская СОШ, с. Русская Буйловка,
d04785571@gmail.com

²ГБОУ Гимназия № 1 им. А.С. Пушкина, г. Севастополь,
Sofiazyer.s@gmail.com

³ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН,
г. Пушино, nkashirskaya81@gmail.com

Mixed cultures of lactic acid bacteria were isolated from the soils of the ancient burials. These cultures tested in sterile milk with the formation of a milk clot and in solutions of simple sugars by the intensity of cell growth.

Сосуды из древних захоронений могут служить источником для выделения микроорганизмов с полезными биотехнологическими свойствами. Целью нашей работы было выделить культуры микроорганизмов, связанные с производством пищевых продуктов. Объектами исследования служили ритуальные сосуды из погребений курганного могильника «Братские курганы» (Надтеречный район Чеченской Республики, III–IV вв. н.э.) и погребения «Нор Армавир», (Армавир, Армения, VII в. до н. э.). Грунт со дна сосудов помещали в пробирки со стерильным питательным бульоном MRS, разработанным для выделения молочнокислых бактерий из различных сред обитания. Здесь накопительная культура микроорганизмов развивалась в течение 2 суток. Затем капля бульона MRS помещалась на поверхность твердой среды MRS в чашке Петри и растиралась шпателем. Колонии молочнокислых бактерий выращивались в анаэробных

те при содержании $\text{CO}_2 > 10\%$ и температуре $35\text{ }^\circ\text{C}$. Микрокопирование клеток, окрашенных акридином оранжевым, проводилось с помощью люминесцентного микроскопа Leica DM 2000. Тестирование культур осуществлялось в стерильном молоке с образованием молочного сгустка и в растворах простых сахаров по интенсивности роста клеток.

В стерильном молоке смешанные культуры микроорганизмов, выделенные из сосудов III–IV вв. н.э., образовывали молочный сгусток при $40\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 3–12 часов. Культуры микроорганизмов, выделенные из сосудов VII в. до н. э., проявляли различные свойства. Из горшков № 2 и 3, а также из одноручного кувшина со сливом № 6, были получены культуры, образовавшие при сбраживании стерильного молока твердый сгусток в течение 2–3 дней. В сосудах № 3 и 6, с большой вероятностью, содержался кисломолочный продукт твердой консистенции, о чем свидетельствует обилие молочнокислых бактерий не только в грунте на дне, но и в области венчика сосуда. Культуры, полученные из двуручных кувшинов № 5 и 7, проявляли меньшую способность к сбраживанию молока. При этом была отмечена их высокая активность при сбраживании простых сахаров – раффинозы и сахарозы. Культуры из сосудов № 4, 8, 9 и 10 не были активны в стерильном молоке, однако в сосуде № 8 была выявлена способность к сбраживанию раффинозы. Во всех случаях клетки были представлены палочками длиной 1.7–2.2 мкм.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант 22-68-00010.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. археологического почвоведения ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

УДК 641.46

ФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ЗАБРОШЕННЫХ УСАДЕБ НА ТЕРРИТОРИИ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ СРЕДНЕГО ПОДОНЬЯ

П.Г. Шевченко¹, С.А. Черезова², Н.Н. Каширская³

¹МКОУ Русско-Буйловская СОШ, с. Русская Буйловка, tnsh77@mail.ru

²ГБОУ Гимназия № 1 им. А.С. Пушкина, г. Севастополь,

Sofiyayer.s@gmail.com

³ИФХиБПП РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, nkashirskaya81@gmail.com

In the soils of abandoned households in rural settlements in the middle reaches of the Don River, the lower level of phosphatase activity was 0.5–1.9, and its upper level was 0.9–5.2 mg of phenolphthalein / g of soil per hour.

В археологических исследованиях активность почвенных ферментов определяется для установления зон содержания скота. Целью нашей работы было оценить фосфатазную активность новых археологических объектов – сельских усадеб, заброшенных 10–30 лет назад. Образцы верхнего слоя почвы отбирались в августе 2023 года на территории двух сельских поселений среднего Подонья. Фосфатазную активность определяли методом Галстяна – Арутюнян (Хазиев, 2005). Результаты работы представлены на рисунке. Наименьшие показатели фосфатазной активности в почвах Украинской Буйловки, составляющие 0.5–0.7 мг фенолфталеина / г почвы час, были приняты в качестве фоновых. Нужно отметить, что этот уровень оказался в 2 раза ниже, чем в контрольной почве у храма Архангела Михаила (К). Во дворах усадьбы, заброшенной около 30 лет назад (Д1) и усадьбы, заброшенной около 10 лет назад (Д3), фосфатазная активность не превышала 1.8 мг фенолфталеина / г почвы час. Увеличение максимальных и средних показателей было отмечено на огороде между усадьбами 1 и 2 (О1-2) и во дворе усадьбы 2, заброшенной около 30 лет назад (Д2). На территории домовладений села Русская Буйловка изменчивость фосфатазной активности была выше. Почвы двора и огорода усадьбы 4, заброшенной 10 лет назад после длительного использования и расположенной на песчаном склоне надпойменной террасы (Д4, О4), отличались низкой активностью по сравнению с усадьбами вокруг заброшенных новостроек на водоразделе (Д5, О6). Заметное увеличение фосфатазной активности на территории усадьбы 4 было отмечено в зоне содержания животных (С4).

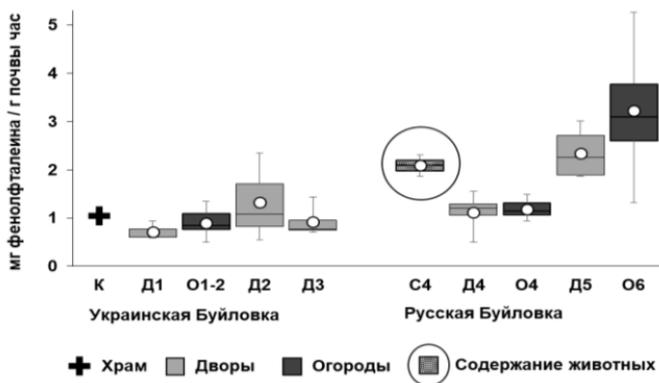


Рисунок. Фосфатазная активность на территории заброшенных усадеб Украинской и Русской Буйловки.

Работа рекомендована учителем химии и биологии МКОУ СОШ Русско-Буйловская Т.П. Каширской.

Алфавитный список авторов

Abdulvahed Khaledi Darvishan ...90	Братчук У.К. 250
Barakhov A.166	Браулов П.А. 147
Mandzhieva S.166	Бурова А.В. 192
Michael Adedotun Oke226	Бурукина Е.А. 17
Rajput P.....166	Бугова В.В..... 20
Soldatov A.166	Варфоломеева И.А. 172
Sushkova S.....166	Васенев П.И. 174
Абдуллаева Х.Б.6	Васильев П.В. 176, 200
Аброськин Д.П.9	Васюнова О.И. 178
Аверьянов А.А.91, 168	Вердиева В.Г..... 95
Александрова А.Б.246	Вокуева С.П. 240
Андрос В.А. 10	Волдырева Н.М..... 97, 140
Андросова Е.Д.91, 233	Волкова В.Д. 180
Бабенко Е.Л.192	Волкова Е.А. 9
Багдасаров И.Е. 12	Гаджиев И.Р. 104
Багрова С.М.91	Гвоздь В.К. 181
Бакаева Ю.С. 13	Гербер А.А. 227
Балкушкин Р.Н. 14	Гимадеева К.А. 246
Баранова Е.А.240	Гинзбург А.П. 99
Барахов А.В. 75	Глебов К.Д. 241
Батаков А.Д.36	Горбов С.Н. 203
Бауэр Т.В.....20	Гордиенко О.А..... 14, 100
Белов А.Е. 110	Горохова С.М..... 83, 102
Белозеров Ю.С. 176, 200, 223	Грачева Е.И. 183
Бережная Я.А.....169	Гриднева С.М. 19
Бертова В.П.92	Грицай М.А..... 20
Бобрин А.А.94	Гурина Е.В. 185
Богдан Е.В.146	Гусев И.А. 186
Бондарь З.И.171	Дедова К.С. 249
Борисова С.А. 16	Деткова М.Г. 228
	Джанчаров Т.М..... 181
	Дибирова Р.З..... 104
	Дусматова Г.А. 206

Евсеев И.А.	243	Кирякина Е.Р.	38
Евстигнеев А.М.	188	Козина Д.Ю.	246
Егоров П.Л.	22	Комкова Д.С.	108
Емельяненко В.И.	23	Костецкий Д.М.	192
		Кошелев А.В.	14
Жаксылыков Н.Б.	26	Кривенко Л.А.	110
Жигалева Я.С.	105	Кужугет К.В.	194
Журавлева В.И.	27	Кузьмина А.А.	195
		Кузякин Л.П.	99
Запанкова А.М.	250	Кулиева С.Н.	39
Запанкова В.С.	250	Кутенкова М.В.	197
Запорожко Ф.С.	203	Куулар К.А.	41
Зармаев И.Х.	244	Кушбакова М.	206
Зинчук Е.Г.	192	Кушнов И.Д.	198
Иванов Е.Д.	30	Лагуткина Д.О.	176, 200
Иванов Н.А.	135	Лазарева М.А.	42, 230
Иванов Я.Д.	232	Лазарева М.Н.	232
Иванова В.Д.	29	Ларина А.В.	110
Иванова В.Н.	32	Лацыник Е.С.	77
Иващенко К.В.	192	Лацинина А.Ю.	111
Илюшкова Е.М.	105	Лебедев И.И.	148
Исаев А.Г.	95	Леонтьев А.А. ...	201, 223, 233, 252
Исхакова Ш.М.	6	Линник В.Г.	235
		Лобанова Л.С.	150
Кабашнюк П.Ю.	77	Лунегова Л.И.	45
Кайнова И.Г.	246		
Калеро В.К.	36	Маадыр К.В.	113
Калинкина Т.Н.	33	Маковецкий А.К.	191
Калиновская А.Г.	10	Манакова О.И.	114
Карабач Е.А.	34	Мандрыкина А.В.	247
Карасева Т.А.	75	Маркин Ф.В.	116
Карташев С.С.	189	Масленников К.И.	117
Каушкаль М.О.	191, 197, 217	Махкамова Д.Ю.	6
Каширская Н.Н.	183, 188, 241, 249, 257, 258	Мегмерова В.О.	151
Кирилова И.Г.	36	Мелкумян А.Л.	75
Кирюшина А.П.	38	Мельник Т.Р.	72
Кирюшкина Е.И.	138	Мельникова И.П.	203
		Митрофанова А.Д.	44

Монгуш Н.А.	119	Рюмин М.Б.	55
Монгуш-оол А.В.	204	Сазанова Е.В.	223
Моргун Е.Н.	120	Сайранова П.Ш.	158
Морозов А.Д.	45	Салчак О.Б.	214
Нагорнова Г.В.	249	Салькова П.Г.	160
Нажмиддинова О.Р.	206	Сальник Н.В.	13
Наседкина В.А.	208	Самбрано Гари С.К.	36
Незнаева С.В.	47	Самохина Н.П.	215
Низамутдинов Т.И.	120	Сатыбалдин М.А.	57
Николаева В.А.	122	Сверчкова А.Э.	134
Носов Г.Н.	65	Севастьянова А.В.	59
Ноян А.Н.	48	Сергеева Ю.Д.	36
Нурмухаммад М.Р.	209	Сердюк В.В.	62
Обатнин В.А.	124	Сизоненко К.И.	74
Огородников С.С.	152	Силаев М.В.	162
Олюшин Т.М.	49	Скотарева А.Е.	135
Ондар В.А.	211	Смехунов А.Е.	75
Павлова В.А.	51	Собин Р.В.	99
Панкин Н.А.	250	Соколов А.А.	137
Панкина И.А.	250	Сулейманов А.Р.	120
Парамонова Е.А.	52	Султанова Н.С.	60
Пахрадинова Н.С.	84, 209, 212	Суслова М.Н.	217
Перченко Н.А.	178	Сушко К.С.	138
Петросян А.А.	126	Сятчихина Н.А.	97, 140
Печкин А.С.	120	Тамразова А.Р.	63
Пинской В.Н.	128	Телегина С.М.	255
Подберезко А.А.	252	Темботов Р.Х.	198
Полтава А.Н.	131	Терехов И.В.	65
Поляков В.А.	20	Тимофеев Е.В.	44
Почёмин Н.М.	154	Тимофеева М.В.	66
Прокофьева К.Д.	132	Титова М.И.	218
Прохоров А.А.	132, 156	Тлеужанова Р.Д.	68
Пьянкова П.А.	54	Токмакова Т.Н.	244
Пьянова А.А.	254	Толстоусова С.А.	71
Рудинская А.И.	232	Толстыгин К.Д.	162
Ручкина К.В.	227	Тынымбай Ш.М.	69
		Тюшкевич Ф.В.	72
		Тякин А.М.	97, 140

Филиппов П.А.	220
Фортова С.М.	221
Хасанова А.Х.	74
Хирк А.В.	236
Холостов Г.Д. ...	176, 200, 201, 223
Хохлова О.С.	134
Чаплыгин В.А.	75, 77
Чен П.А.	141
Чепурнова М.А.	80, 236
Черезова С.А.	257, 258
Черникова Н.П.	77
Чуванов С.В.	80
Шадрин Д.А.	250
Шапочанская Д.Н.	257
Шатровская М.О.	14, 81
Шевченко П.Г.	258
Шерстнев А.К.	52
Шишкин М.В.	91
Шухвостов Р.С.	232
Щуренко Н.М.	83, 102
Эгамбердиева З.О.	84
Эргашева О.Х.	84, 209, 212
Эшназаров Ш.	212
Юдина А.В.	86
Юрин А.С.	143
Яшников А.В.	185

Научное издание

**Материалы Международной научной конференции
XXVII Докучаевские молодежные чтения**

ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Печатается без издательского редактирования
Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин
Дизайн и подготовка обложки – М.А. Лазарева

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 01.03.2024 г.
Формат бумаги 60х90/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 15,00. Тираж 160 экз. Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ООО «Переплётный Центр»
191121, Санкт-Петербург, пр. Римского-Корсакова, д. 109-111
Тел.: (812) 622-01-23
email: 6220123@mail.ru