XXXII
Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых

ЛОМОНОСОВ-2025

Секция «Почвоведение»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва
МАКС Пресс
2025

Министерство образования и науки Российской Федерации
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
Международное содружество студенческих организаций и молодежи
Российский союз студенческих организаций
Молодежный совет МГУ
Студенческий союз МГУ
Факультет почвоведения МГУ

XXXII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых

ЛОМОНОСОВ-2025

Секция «Почвоведение»

16 апреля 2025 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МАКС ПРЕСС

МОСКВА – 2025

УДК 631.4
ББК 40.3
Л75

https://elibrary.ru/fghrgp

Л75 **ЛОМОНОСОВ-2025: XXXII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых.** Секция «Почвоведение», 16 апреля 2025 г. : Тезисы докладов / Сост. А.А. Астайкина, Л.А. Поздняков, А.А. Бобрик, В.А. Кузнецов. – Москва : Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2025. – 157 с.

ISBN 978-5-317-07397-8

https://doi.org/10.29003/m4649.978-5-317-07397-8

Сборник содержит тезисы докладов студентов, аспирантов и молодых ученых из более чем 35 учебных и научных организаций России. Представленные работы охватывают все основные направления в области почвоведения.

Ключевые слова: почвоведение, экология, химия почв, минералогия, микробиология, физика почв, эрозия, плодородие, агрохимия, урбанизация, загрязнение, ремедиация почв, оценка почв и земель, фитомасса, климатически активные газы, математическое моделирование, почвы, запасы углерода.

УДК 631.4
ББК 40.3

ISBN 978-5-317-07397-8

© Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, 2025
© Авторы докладов, 2025
© Оформление. ООО «МАКС Пресс», 2025

Содержание

Подсекция «Биология почв»..... 10

Алексеева П.А. Антагонистический потенциал мицелиальных организмов, ассоциированных с муравьями *Lasius niger* 10
Белкина П.Д. Грибы как потенциальные агенты биоповреждений поверхностей с наскальными изображениями в Игнатьевской пещере Челябинской области 11
Болдырева Е.Г. Сравнение грибной сукцессии по ходу разложение березового и дубового опада в модельных условиях 12
Бутыльская С.А., Кочетова В.С., Талагаев Н.В. Альгоиндикация состояния почв р-на «Ново-Переделкино» (г. Москва) 13
Винникова А.Д., Ажнова А.С., Ежов А.А. Влияние загрязнения медью на грибной комплекс подстилки в модельном эксперименте 14
Жаркова Е.К. Тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.): ризосферный эффект и влияние на биологическую азотфиксацию 15
Коваленко М.А. Оценка влияния температуры на микробиом нефтезагрязненной бурой полупустынной почвы 16
Кондратьева-Гринь А.В. Состав почвенных микробных сообществ в зоне влияния полигона твердых коммунальных отходов «Кучино» 18
Косенко Н.Р. Бактериальное население карстовых пещер Чеченской Республики 19
Куринова А.С., Храпай Е.С. Исследование изменений обилия бактерий рода *Azotobacter* в бурой лесной слабоненасыщенной почве при загрязнении мышьяком 20
Муквич Е.С. Содержание органического углерода, микробной биомассы и ее активности в почвах при изменении землепользования за 16-летний период (на примере Московской области) 21
Петренко М.В. Образование этилена дрожжевыми грибами разных таксономических и экологических групп 23
Погожев П.Е. Влияние условий двухлетнего экспонирования на внешней обшивке международной космической станции на микробное сообщество древней мерзлоты 24
Притула В.О. Влияние подтопления грунтовыми водами на активность уреазы чернозема 25
Савченко В.Е. Воздействие перхлората натрия на устойчивость микробных сообществ аридных почв 26
Савченко Н.Н., Храпай Е.С. Исследование люминесцентного способа микроскопирования под воздействием различных концентраций мышьяка на бурую лесную почву 27
Уваров Г.В. Перестройка микробного сообщества почв Московской области при ремедиации нефтезагрязнения с использованием биочара 28
Филатов И.Д., Новикова Д.В. Изменение численности и структуры бактериального комплекса грунтов арктической станции Остров Столбовой, загрязнённых нефтепродуктами. 29

Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»..... 30

Вартанов А.Н., Жилин Н.И., Жулидова Д.А., Земсков Ф.И. Особенности распределения и состава снежного покрова в пределах верхнего течения реки Клязьмы 30
Куркина Е.Д. Изменение активности глюкозидазы и дегидрогеназ коричневых почв черноморского побережья Кавказа при рекреационном воздействии 31
Кутузова Е.А., Пинской В.Н. Микробная биомасса и биомасса грибного мицелия пастбищных почв субальпийской зоны Восточного Кавказа 32
Пилипенко В.С. Влияние избыточного увлажнения на интенсивность ФДА гидролиза 34
Пирназаров О. влияние повышения засушливости и запыленности воздуха на пастбищах Каракумов 36
Помогаева Е.П. Влияние кроновых вод основных древесных пород на скорость разложения листового и хвойного опада Звенигородской биостанции МГУ 38

Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель» 40

Батаков А.Д. Влияние антибиотика ципрофлоксацина на микробный метаболический коэффициент в почвах разных типов 40
Киракосян М.А. Оценка нейтрального баланса деградации земель приморского края 41
Ломоносов М.С., Сериков К.П. Анализ фитоэффектов песчаной почвы, в разной степени загрязнённой мазутом, на тест-виды *Avena sativa и Sinapis alba* 42
Милюкова В.А. Анализ почвы районов города Перми на содержание яиц гельминтов 44
Новак К.Н., Огородникова С.В. Идентификация зон высокой продуктивности почв для нужд точного земледелия 45
Огородников С.С. Прогнозирование показателей плодородия почв на основе спектроотражательных характеристик 46
Рябова Н.В. Исследование сточных вод в целях снижения их негативного воздействия на объекты городской среды 47
Силин С.И., Макаров О.А. Оценка деградации почв на территории МГУ имени М.В. Ломоносова на Ленинских горах 48
Хомяков М.Д. Значение понятий «земля», «грунт», «почва» в рациональном природопользовании и землеустройстве 49

Подсекция «Почва-углерод-климат» 51

Восковская Е.В. Экологическая оценка пулов углерода в экосистемах сосновых лесов г. Курска 51
Деревенец Е.Н. Потоки парниковых газов из почв агроэкосистем карбонового полигона «Чашниково» при выращивании сидератов и многолетних трав 52
Корепанова Е.М. Зависимость затрат электроэнергии на собственные нужды от КПД CO_2-турбины в компрессорных циклах 53
Ловать Г.М. Депонирование углерода экосистемами в течение постагрогенной сукцессии на территории УОПЭЦ МГУ «Чашниково» 55

Малахеева А.В. В лабораторном эксперименте внесение биоуглей повышает содержание органического углерода в почве не зависимо от присутствия вегетирующих особей мискантуса 56
Морозова Е.Д., Деревенец Е.Н. Использование непищевых культур для ускоренного накопления углерода в системе почва-растение на малоплодородных пашнях севера Московской области 57
Мукашева А.М. Энергетическая целесообразность технологий на основе CO2-цикла в сравнении с традиционными 58
Прозоров А.А. Вклад напочвенного покрова в пулы углерода сосново-еловых лесов заказника «Звенигородская биостанция МГУ и карьер Сима» 59
Прокопова Д.О. Эмиссия и секвестрация CO_2 темно-серыми почвами природных и антропогенных экосистем Курской области 60
Скрипников П.Н., Носов Г.Н. Содержание и запасы неорганического углерода в почвах Ростовской агломерации 61
Смольский Е.Ю. Влияние кофейной шелухи и полимерного мелиоранта ГИПАН на эмиссию CO_2 (базальное дыхание) из дерново-подзолистой почвы в модельном эксперименте 62

Подсекция «Почвы урбанизированных и техногенных ландшафтов. Проблемы загрязнения и ремедиации почв» 64

Алексеенко Д.Д. Соединения серы в основных типах почв на юге полуострова Таймыр 64
Барахов А.В., Бауэр Т.В., Манджиева С.С., Минкина Т.М., Лацынник Е.С. Ремедиация загрязненных Ni почв с применением сорбентов и растений-гипераккумуляторов 65
Барбашев Ан.И., Дудникова Т.С., Попов В.Р., Шуваев Е.Г., Игнатова С.А. Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях бассейна реки Дон и Таганрогского залива 66
Бережная А.В. Состав лабильного органического вещества и биологическая активность грунта на поверхности отвалов угольных шахт 67
Грибанов Д.С., Марченко В.В., Негодаева М.А., Черникова Н.П. Оценка содержания полифенолов и флавоноидов в пижме обыкновенной и полыни горькой при антропогенной нагрузке 68
Девятов Д.В. Влияние социально-экономических и экологических решений на применения экосистемного подхода в восстановлении нарушенных городских территорий 69
Журба В.С. Влияние биоугля и гуминовых препаратов на содержание подвижных форм меди в условиях модельного загрязнения 71
Конохова К.С. Последствия теплового загрязнения в зимний период для зелёной инфраструктуры 72
Костикова В.А., Покида Л.С., Юхтенко Л.В. Морфология и экологическое состояние антропогенных почв города Ставрополя 73
Крепакова М.Р., Черникова Н.П. Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в пшенице мягкой (Triticum aestivum) при загрязнении почвы свинцом, кадмием и мышьяком из картофеля 75

Лацынник Е.С., Бауэр Т.В., Игнатова С.А. Влияние нанокомпозита на трансформацию меди в почвах зоны воздействия угледобывающей промышленности 76
Нестеркина Д.Д. Оценка количественных показателей углеводородокисляющих бактерий, выделенных из антропогенно изменённых почв с. Духовницкое 77
Привизенцева Д.А. Эффект воздействия гидроуглей на фитотоксичность чернозема обыкновенного 78
Сальник Н.В., Скрипников П.Н. Взаимосвязь содержания микроэлементов и органического вещества в профиле естественных почв Ростовской агломерации 80
Семина О.Ю. Свойства органического вещества подзолов криолитозоны и его изменение при антропогенной нагрузке 81
Смехунов А.Е., Черникова Н.П., Лацынник Е.С. Кабашнюк П.Ю. Изучение механизмов проявления адаптации пижмы обыкновенной на антропогенно-преобразованных почвах с использованием микроскопических методов 82
Фаррахова Г.Р., Дурягин А.В., Кирилова И.Г. Сравнительный анализ токсичности свежего и старого нефтяного загрязнения почв Сургутского района 83
Харбака В.А., Мельник Т.Р., Змеева М.В., Савиных С.М. Особенности распространения нефтяного и солевого загрязнений на грядово-мочажинном болоте (Сургутская низина, Западная Сибирь) 84
Цветкова Е.М., Федорова Е.Д. Формирование профиля техноземов на различных стадиях экологической сукцессии в пределах индустриального ландшафта 85
Цицуашвили В.С., Киричков М.В, Лацынник Е.С., Барахов А.В., Хатламаджиян А.А., Малиева В.Ю. Спектроскопия синхротронного излучения для определения структурной трансформации в системе «почва-металл-сорбент» 87
Шуваев Е.Г., Немцева А.А., Дудникова Т.С., Барбашев Ал.И., Попов В.Р. Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах импактной зоны предприятия угледобывающей промышленности 88
Щепетова А.А., Бабенко А.А., Черникова Н.П. Содержание фотосинтетических пигментов и мда в горчице сарептской (*brassica juncea*) при проведении фиторемедиации с использованием комплексных биосорбентов 89

Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв» 91

Галашев М.И. Водообеспеченность яблони в неорошаемых садах в связи с плотностью насаждений и системой содержания почвы 91
Алимова О.Д. Дерново-подзолистые почвы, развитые на коре выветривания элювии глинистой опоки, Брянской области, их физические и агрохимические характеристики 92
Ахарова А.С. Динамика агрохимических показателей староорошаемых угодий в условиях Среднего Поволжья 93

Беляев С.М. Фракционно-групповой состав органического вещества черноземов типичных остаточно-карбонатных Юго-Востока Республики Татарстан 94
Бердиев М., Бувабеков Б., Мажидов Ф. Мобильная установка капельного орошения низкого давления с фотоэлектрической системой 96
*Гуменная Е.А.*Содержания активно действующего вещества в доломитовой муке фирмы «ФАСКО» 98
Дмитренко Г.Д. Сравнительная характеристика базовых агрохимических показателей в почвосмесях разных производителей 99
Мокрикова А.Г., Ерин В.А., Калашников Н.Д. Влияние жидких минеральных удобрений на содержание нитратного азота в черноземе обыкновенном при возделывании озимой пшеницы по технологии no-till 101
Калмыкова Д.А., Шулаков А.Ю. Исследование зоокомпоста как удобрения для органического земледелия на базе продукта переработки отходов сельского хозяйства сапротрофами 102
Карпова А.В. Влияние гидрогеля на продуктивность озимой пшеницы и гороха в Ставропольском крае 103
Котик А.А. Оценка фиторемедиационного потенциала солеустойчивых культур на почвах, загрязнённых хлоридом натрия в условиях вегетационного опыта 104
Лазарева М.Н. Эффективность предпосевной обработки семян амаранта (*Amaranthus* L.) 105
Матвеева А.И. Морфологическое строение и агрохимические показатели агросерых почв в условиях Шошма-Ашитского ландшафтного района Предкамья Республики Татарстан 106
Наумов И.Д. К вопросу о повышении почвенного плодородия при производстве органической продукции 107
Носов Г.Н., Хатламаджиян А.А., Бесчетников В.В. Влияние гуминового препарата на цитоморфометрические показатели ячменя 109
Пузанков А.А. Влияние лесных полос на физические свойства и плодородие чернозёмов Ростовской области 110
Тимофеева А.Г., Бауэр Т.В., Бурачевская М.В., Ларина Э.В., Минкина Т.М., Манджиева С.С. Получение биочара и биоудобрений на его основе с эффектом медленного высвобождения элементов питания 111
Андержанова Н.Н., Чернов Н.О. Минимизация уплотнения почвы посредством создания навесных комбинированных рабочих органов к мотоблоку 1112
Chudinov N.V., Zameer A. The Influence of Magnesium On the Efficiency of Nitrogen In Growing Spring Wheat 113
Tesfay T. Soil organic carbon may decrease with temperature increase in the future: case study-Gash Barka, Eritrea 115

Подсекция «Физика почв. Эрозия почв. Информационные технологии в почвоведении» 116

Алексашин А.А. Инновационные геотрикотажные материалы, свойства и применение 116

Горепекин И.В., Сухарев А.И. Влияние почвенных коллоидов на влажность разрыва капилляров 117
Егорова М.Н., Тарасенко Д.А. Почвенные гели и механизм дефляции почв 118
Кузакова М.А., Аркатова М. А., Карандеев И.С. Использование спутниковых данных для детализации структуры почвенного покрова в агроландшафтах Оренбургской области 119
Лебедев И.И. Использование машинного обучения для определения химического состава почвы с помощью данных дистанционного зондирования 120
Ломтатидзе В.И. Оценка деградации почв на участках, прилегающих к автотрассам (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова) 121
Лысаковский Ф.А. Современные методы определения гранулометрического состава почв 122
Лютикова А.И. Основная гидрофизическая характеристика конструктоземов слоистого и смешанного типов в условиях городов Сыктывкар, Москва, Краснодар, Сочи 124
Манакова О.И., Сорокин А.С., Мешалкина Ю.Л. Оценка применимости формулы расчёта плотности по данным содержания гумуса и глубины на примере почв УОПЭЦ «Чашниково» 125
Овезов К.Х. Использование селевых вод Копетдага в развитии народного хозяйства 126
Селезнева А.И. Изменение микроагрегатного состава суглинистых почв при проведении реологических испытаний на реометре mcr-302 127
Сухарев А.И., Горепекин И.В. Восстановление некоторых физических свойств почвенных образцов 128
Титкова Л.Д. Разработка модуля «Экорад-Почва» в ПС ЭКОРАД 129
Шехтер К.П. Сравнительная характеристика кадастровой стоимости черноземов юга России и Центрально-Черноземной зоны 130
Gracheva A.K. Digital technologies in soil science and ecology 132

Подсекция «Химия и минералогия почв» 133

Бурмистрова М.Д. Сравнение эффективности очистки воды бассейнов цеолитом и диатомитом от меди и цинка в динамических условиях. 133
Грицай М.А., Бауэр Т.В., Поляков В.А., Бутова В.В. Создание наноконтейнеров на основе металл-органических каркасных полимеров с модифицированной поверхностью для адресной доставки агрохимических препаратов 135
Ларина Э.В., Лацынник Е.С., Хатламаджиян А.А., Малиева В.Ю., Бурачевская М.В. Механизмы кислотно-основной буферности чернозема южного разного гранулометрического состава при загрязнении мышьяком, кадмием и свинцом 136
Немцева А.А., Шуваев Е.Г., Дудникова Т.С., Балабай М.С., Барбашев А.И. Влияние биочара на содержание бенз(а)пирена в каштановой почве 137
Орлова Т.В., Изосимова Ю.Г., Кутугин В.А., Толпешта И.И., Белоусов П.Е. Сорбция ионов свинца гранулированным сорбентом на основе глин в модельном эксперименте 139

Польченко К.А. Состав и содержание глинистых минералов в солончаковых солонцах целинного и залежного участков Джаныбекского стационара 140
Рогачевская А.В. Экспресс-определение химического состава почв спектроскопией лазерно-индуцированной плазмы на примере селена..... 141
Седых О.М. Оценка возможности использования спектрального анализа почв в судебной экспертизе 142
Соколова Е.Ю. Пространственное и временное варьирование ЕКО в подзолистых почвах ЦЛГПБЗ..... 143
Тарасенко Д.А., Сухарев А.И., Горепекин И.В. Почвенные органоминеральные гели: выделение, состав, объемная доля 144
Тлеужанова Р.Д. Сравнение методов пробоподготовки почвы дляопределения подвижных форм элементов 146
Хатламаджиян А.А., Лацынник Е.С., Замулина И.В. Содержание тяжелых металлов во фракции PM10 аллювиальных луговых насыщенных почв..... 147
Черникова Н.П., Цицуашвили В.С. Рентгеноструктурные и рентгеноспектральные исследования загрязненных почв макро- и наноформами Zn, Cd и Cr..... 148
Яцик А.Э. Ферментативная активность донных осадков малых рек Калининградской области..... 149
Ячмень Л.П., Брикманс А.В., Гилёв А.М. Оценка содержания гумуса в поверхностных горизонтах почв территории кампуса ДВФУ 150

Школьная подсекция 152

Казеева Л.К. Содержание органического углерода в некроземах Северного кладбища Ростова-на-Дону..... 152
Мурашкина С.Д. Моделирование условий для получения азотобактера с заданными свойствами 153
Сабилло А.В. Оценка эффективности применения Terra Preta для улучшения регенерации лесов..... 154

Подсекция «Биология почв»

Антагонистический потенциал мицелиальных организмов, ассоциированных с муравьями *Lasius niger*

Алексеева П.А.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: taminn3937@gmail.com

Изучение сообществ мицелиальных организмов, ассоциированных с муравьями Lasius niger, представляет большой интерес с точки зрения их многообразия и проявления антагонистической активности, а также для создания коллекции культур, являющихся возможными продуцентами антибиотиков. В симбиозе с насекомыми мицелиальные организмы, продуцируя физиологически активные вещества, защищают хозяина или его пищевые ресурсы от энтомопатогенных микроорганизмов. Подобные взаимоотношения представляют интерес для расширения знаний о биотических связях между организмами, а также для поиска перспективных метаболитов.

Целью исследования являлся анализ особенностей таксономического и функционального разнообразия мицелиальных организмов (микроскопических грибов и актиномицетов). Объектами исследования были почвообитающие муравьи, материалы надземных частей муравьиных гнёзд, контрольные образцы верхнего горизонта почвы, расположенной на участке злаково-разнотравного луга (Новгородская область), и выделенные из них мицелиальные организмы.

По результатам исследования было выявлено, что муравьи L.niger являются уникальным местообитанием мицелиальных организмов: на одну рабочую особь приходится, в среднем, 100 КОЕ микромицетов и 35-445 КОЕ актиномицетов, что в пересчёте на 1 г живых особей составляет 25 тыс.КОЕ/г и 8,7-111 тыс.КОЕ/г, соответственно. Высокое обилие актиномицетов выявлено в головном отделе муравья. У микромицетов приуроченность к определенному отделу тела не отмечена. Сравнительный анализ численности КОЕ сообществ мицелиальных организмов показал, что количество микромицетов в материале гнезд в 3 раза, а актиномицетов в 1,7 раз превышает численность в окружающей почве. На примере микромицетов показано, что состав сообществ может существенно различаться в муравьях, материале их гнезд и окружающей почве, число общих видов во всех трёх локусах составляет всего 5,3%.

Среди отобранных в коллекцию 117 штаммов микромицетов и 38 штаммов актиномицетов антагонистическая активность к тест культурам бактерий выявлена у 50 (43%) штаммов и 27 (71%) штаммов, соответственно. Установлено, что наиболее активными являются штаммы, выделенные из самих муравьев, среди них доля активных составляет от 50-70%, тогда как в числе штаммов, выделенных из материала муравейников, доля активных штаммов 30-50%. Среди штаммов микромицетов стоит выделить Talaromyces kabodanensis, T. kendrickii, Penicillium expansum, P. clavigerum, P. rubens, Aspergillus flavus, A. fumigatus, Fusarium commune, F. oxysporum и Trichoderma hamatum как наиболее сильных антагонистов в отношении бактерий.

При изучении спектра устойчивости микромицетов к различным антимикотикам широкого спектра действия выявлена наибольшая чувствительность микромицетов к нистатину, единичная к клотримазолу и определена устойчивость всех штаммов к амфотерицину.

Сохранение выделенных культур мицелиальных организмов в коллекции создает основу для дальнейших исследований и использования их метаболитов в медицинских и биотехнологических целях, а выявленные антагонистические свойства актиномицетов и микромицетов открывают возможности для разработки эффективных методов борьбы с патогенными микроорганизмами.

Грибы как потенциальные агенты биоповреждений поверхностей с наскальными изображениями в Игнатьевской пещере Челябинской области

Белкина П.Д.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: pb3lkina@yandex.ru

В последние годы регистрируется рост интенсивности разрушения исторических объектов, таких как наскальные рисунки кальцитовой Игнатьевской пещеры, связанный с увеличением антропогенной нагрузки [1]. Грибы являются основными биодеструкторами органических и ряда минеральных и органоминеральных соединений. С человеком в пещеру заносятся инородные субстраты, обусловливающие активное развитие микромицетов [2]. В ходе метаболизма они могут выделять соединения кислой природы, которые усиливают процесс растворения карбонатных пород [3].

Целью настоящего исследования являлось определение состава комплексов грибов-биодеструкторов, обнаруживаемых в грунтах реликтовой карстовой кальцитовой Игнатьевской пещеры, и анализ свойств чистых культур. Отбор смешанных образцов грунта пещеры (методом конверта) проводили в августе 2024 года из восьми точек, расположенных по трансекте от входа до Дальнего зала пещеры. Состав комплексов микромицетов описывали на основании метода посева разведений на питательные среды. Содержание и характеристики биомассы грибов определяли методом прямой люминесцентной микроскопии с окрашиванием калькофлуором белым.

В результате исследования выделено 33 штамма микромицетов, относящихся к 16 родам отделов *Ascomycota*, *Mucoromycota*, *Basidiomycota*, *Mortierellomycota*. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди родов аскомицетов *Penicillium* и *Aspergillus*. С высокой встречаемостью в образцах присутствовали *Botryotrichum* sp., *Linnemannia hyalina*, *Thamnidium elegans*. Обнаружены штаммы, характеризующиеся лигнинолитической способностью (*Geotrichum* sp.), а также способностью к активному выделению кислот (*A. tubingensis*, *P. rubens*, *P. polonicum*). Индекс Шеннона варьировал в широком диапазоне от 0,80 до 2,48, что свидетельствует о неоднородности распределения пещерной микобиоты, связанной с пространственной изменчивостью интенсивности антропогенного воздействия, влажности воздуха и грунта в отдельных локациях пещеры. Содержание грибного мицелия было наибольшим недалеко от входа в пещеру – до

21 м/г, в грунте внутри пещеры выявлены следовые количества мицелия, биомасса представлена спорами. Максимальная биомасса (0,04 мг/г образца) и численность спор микромицетов (30 млн спор/г образца) отмечены в Дальнем зале пещеры. Эта локация выделяется наличием трещин и водных потоков с поверхности, к тому же это зал малого размера, изолированный от основной части пещеры, что обуславливает повышенную концентрацию субстратов, остающихся от посещения туристами. Также разнообразие и грибная биомасса оказались более высокими, чем в остальных точках, в локации с большим количеством рисунков, пространственно отделенной от остальной части Большого зала пещеры. Именно в локациях с относительно повышенными разнообразием и содержанием биомассы грибов развитие биоповреждений представляется наиболее вероятным.

Литература

1. **1**.Широков В. Н. Игнатиевская пещера: искусство ледникового века в опасности // Проблемы истории, физиологии, культуры. 2019. №2. С. 105-115.

2. 2.Рябова А. С., Кузьмина Л. Ю., Галимзянова Н. Ф. Микромицеты в карстовых пещерах // Экобиотех. 2021. Том 4. № 4. С. 227-233.

3. 3.Perry T. D., Duckworth O. W., McNamara C. J., Martin S. T. Mitchell R. Effects of the biologically produced polymer alginic acid on macroscopic and microscopic calcite dissolution rates // Environmental Science and Technology. 2004. V. 38. P. 3040-3046.

Сравнение грибной сукцессии по ходу разложение березового и дубового опада в модельных условиях

Болдырева Е.Г.
Школьница
ГБОУ «Школа № 2122», Москва, Россия
E–mail: vaio2009@mail.ru

Подстилка определяет во многом плодородие почвы: в ней происходит минерализация и гумификация растительных остатков, в ней сохраняются семена, корневища растений, яйца, куколки беспозвоночных животных. Не до конца понятно, почему формируются разные типы подстилок: деструктивный, ферментативный, гумусированный, перегнойный, торфяный. Какова роль в этом процессе биодоступности опада не полностью изучено. Мы исследовали дубовый опад, характеризующийся наличием микробоцидных дубильных веществ (танинов), которые являются полифенольными производными флавоноидов и сложных эфиров галловой кислоты с многоатомными спиртами. Помимо дубового, для сравнения изучали березовый опад, который содержит микробоцидный бетулин - тритерпеноид лупановой группы.

Цель работы – оценить влияние биодоступности листьев на грибную сукцессию для контрастных по биоразлагаемости березового и дубового опадов. В задачи эксперимента входило: 1. отобрать опады без примесей коры, веток и т.д.; 2. поставить модельный лабораторный эксперимент по изучению грибной сукцессии в постоянных условиях, чтобы исключить влияние других факторов; 3. изучить убыль мортмассы опадов, для сравнения биодоступности опадов; 4. сравнить грибную сукцессию в опадах в течении 60 суток. Свежеопавшие воздушно-сухие листья дуба (*Quercus robur*) и березы повислой (*Betula pendula*),

собирались в конец сентября 2024 года. Эксперимент проводился при постоянной температуре (23°C) и весовой влажности (200%) в отсутствии поступления нового опада, животных и микроорганизмов из нижних горизонтов почвы. В эксперименте не было перемешивания и перемещения подстилки. Был проведен единовременный старт разложения отобранных в одном месте и в одно время листьев с помощью увлажнения. В итоге изучалась искусственная аутогенная сукцессия в полузакрытой системе - почвенном микрокосме (чашка Петри). Грибную сукцессию изучали методом стекол обрастания.

Первые две недели эксперимента убыль мортмассы опада в обоих вариантах была близка. Через две недели в дубовом опаде началось замедление разложения по сравнению с березовым опадом, что указывает на его меньшую биодоступность из-за наличия дубильных веществ. Грибная сукцессия идёт по схожим траекториям в обоих опадах. В первую неделю в опадах доминируют фитосапрофаги и сапрофаги, часто меланизированные, специализирующиеся на питании слаборазложившимися растительными остатками: *Aureobasidium, Alternaria, Pythium, Cladosporium*. Так же отмечены почкующиеся дрожжи, которые как правило являются эпифитами на растениях. Начиная со второй недели, в доминанты начинают выходить грибы способные активно питаться более разложенными растительными остатками: *Penicillium, Trichoderma, Verticillium.* При этом, четких различий в сукцессии между типами опада выявить не удалось. Отметим, что в наших лабораторных микрокосмах наблюдались нарушающие модельную сукцессию явления: развитие плазмодиального слизевика в одном из вариантов березового опада и массовое развитие тироглифоидных клещей в одном из вариантов дубового опада. Эти явления существенно изменяют грибную картину на стеклах обрастания и указывает на значимость случайных явлений на микромасштабе наблюдения. В заключение можно отметить, что влияние биодоступности опада начинает сказываться через 2-3 недели разложения в условиях оптимальной влажности и температуры. Это указывает на то, что токсичные для микроорганизмов вещества опадов начинают проявлять своё действие на фоне снижения концентрации доступной для микроорганизмов пищи.

Альгоиндикация состояния почв р-на «Ново-Переделкино» (г. Москва)

Бутыльская С.А., Кочетова В.С., Талагаев Н.В.
Школьница, школьница, школьник
ГБОУ «Школа №1467», 119634, г. Москва, ул. Шолохова, д. 9
E-mail: sofia.butylskaya@mail.ru

Для оценки состояния окружающей среды густонаселенных и динамично развивающихся район города Москвы (таких как «Ново-Переделкино») важна оценка состояния почв. В почве содержаться фитопатогенные, патогенные, условно-патогенные и аллергенные микроорганизмы, которые из неё могут попасть на растения парков и скверов в человека и домашних животных и заразить их инфекционными заболеваниями. Поэтому важна «биооценка» интегрального состояния всей экосистемы, что нельзя сделать только по данным химических и физических анализов почв. Для этого надо изучать биоту. Водоросли, как и растения, являются фотосинтезирующими организмами, поэтому по их состоянию можно оценить пригодность почвы для роста растений. Цель работы - провести

альгоиндикацию состояния почв р-на г. Москвы «Ново-Переделкино» на участке севернее Боровского шоссе. Задачи: 1) отобрать образцы субстрата с поверхности почв селитебной, транспортной и рекреационной зон района; 2) в условиях лабораторных почвенных микроскосмов (Чашки Петри с почвой) заложить стекла обрастания на поверхность образцов так чтобы не нарушить поверхность почвы, где больше всего водорослей; 3) инкубировать стекла в течение 3-х недель при постоянной влажности близкой к наименьшей влагоемкости (для поддержания влажности чашки Петри замотать с боков лентой парафилм) и рассеянном дневном свете на подоконнике окна северной экспозиции; 4) провести микроскопию стекол с фотофиксацией обрастания; 5) провести качественно анализ обрастания водорослей; 6) определить содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах; 7) сделать заключение о состоянии почв. Нашей рабочей гипотезой было, что участки в разной степени удаления от автомобильных дорого будут отличаться степенью деградации комплекса почвенных водорослей. В ходе работы установлено, что «кризисные» и «нормальные» участки для комплекса почвенных водорослей можно встретить во всех трех функциональных зонах Ново-Переделкино. Причина деградации комплекса водорослей - не только загрязнение тяжелыми металлами (ПДК по цинку, кадмию и никелю превышено в транспортной зоне, а по свинцу ещё и селитебной) и вытаптывайте, но так же и подверженность местообитания яркому солнцу, частому иссушению, или наоборот сильное затенение территории со стороны деревьев. Недостаток альгоиндикации в том, что она отражает не только степень загрязнения почв но и насколько благоприятно место для водорослей - освещение, близость водоема, вытаптывание и т.д.. Таким образом, кризис комплекса почвенных водорослей не означает кризис всей экосистемы, мы рекомендуем это учитывать в альгоиндикационных исследованиях при экомониторинге состояния почв. В качестве дальнейшего направления исследования планируется сопоставление эталонных почв и исследуемых почв, а также изучение других компонентов биоты (в первую очередь почвенных грибов), что, по нашему мнению, поможет решить эту проблему.

Влияние загрязнения медью на грибной комплекс подстилки в модельном эксперименте

Винникова А.Д., Ажнова А.С., Ежов А.А.
Школьница, школьница, школьник
ГБОУ «Школа №1467», 119634, г. Москва, ул. Шолохова, д. 9
E-mail: vinnikova.alena.2017@gmail.com

Тяжелые металлы относятся к числу приоритетных загрязняющих веществ в городских почвах. В частности, медь относится к группе тяжелых металлов II класса опасности. Загрязнение почв медью ведет к снижению активности функционирующих в почве микробных сообществ, обеднению структуры и состава комплекса почвенных микроорганизмов, что приводит к снижению их видового разнообразия и доминировании небольшого числа видов. В городах медь поступает в почву из дымовых труб и вентиляционных каналов ТЭЦ, при сгорании топлива автотранспорта, так как применяются медьсодержащие компоненты в автомашинах. Предельно допустимая концентрация (ПДК) подвижных форм меди в почве 3 мг/кг. Цель данного исследования было оценить влияние гради-

ента концентрации подвижных форм меди на состояние грибного комплекса лиственной подстилки. Рабочей гипотезой было то, что медь в высоких концентрациях будет замедлять разложение подстилки и подавлять развитие грибов, ответственных за минерализацию подстилки. В задачи исследования входило: 1) отобрать и высушить образцы березово-кленовой подстилки, отобранной на территории г. Москвы (территория Почвенного стационара МГУ имени М.В. Ломоносова на Воробьевых горах); 2) внести в подстилку водные растворы медного купороса (массовая доля меди в купоросе 25,6%) в градиенте концентраций, финальная влажность подстилки при этом составляла 200%; 3) инкубировать подстилку при постоянной влажности в чашках Петри с заложенными в неё стеклами обрастания при комнатной температуре в течение 30 дней; 4) Оценить скорость минерализации по убыли мортмассы подстилки; 5) Определить концентрацию живого грибного мицелия в расчете на мм^2 стекла обрастания в ходе люминесцентной микроскопии с окраской акридином оранжевым с фотофиксацией микробных обрастаний; 6) определить пороговые значения загрязнения для грибов и минерализации подстилки. Медь вносила в концентрации: 0, 0.005ПДК, 0.5ПДК, 5ПДК, 50ПДК, 5000ПДК, 50000ПДК, 500000ПДК. Вплоть до концентрации 5000ПДК (концентрация купороса в почвенном растворе 0,35 г/л) убыль мортмассы опада не отличалась от контроля и составляла 20-27%. Затем наблюдалось резкое замедление минерализации опад до 0% при 500000ПДК (насыщенный раствор медного купороса). Аналогично до концентрации 5000ПДК не наблюдалось угнетение развития грибного мицелия. До концентрации 5000ПДК наблюдалось развитие нематод, амёб, инфузорий, бактерий. При концентрации 50000ПДК пропадают все организмы кроме грибов, у мицелия видны признаки угнетения. При 500000ПДК наблюдалось сильное падение концентрации мицелия практически до нуля. В заключении можно отметить, что грибной комплекс подстилки выдерживает высокие концентрации меди, до величины, когда помимо токсического действия меди сказывается ещё осмотическое давление почвенного раствора, вызванное засолением почвы солями меди (в данном случае медным купоросом).

Тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.): ризосферный эффект и влияние на биологическую азотфиксацию

Жаркова Е.К.
Инженер
Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН
E-mail: e.zharkova@fbras.ru

Известно, что все живые организмы нуждаются в азоте (N) для синтеза белков и нуклеиновых кислот, при этом атмосферный азот (N2), составляющий около 78 % от газового состава атмосферы, становится доступным для включения в метаболизм большинства существ главным образом благодаря деятельности прокариотических организмов – бактерий и архей. Ризосфера считается наиболее благоприятной средой для биологической азотфиксации благодаря обилию корневых экссудатов и активному выносу азота растением-хозяином.

Для оценки биологической азотфиксации использовали ризосферу тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris* L.). Три семилетних растения выкапывали с

почвенными монолитами и доставляли в лабораторию в течение получаса в охлаждаемом термобоксе с термоэлементами, после чего незамедлительно проводили отбор и молекулярно-генетический анализ образцов ризосферы [1, 2].

В результате оценки обилия прокариот и выявления их способности к биологической азотфиксации методом ПЦР-РВ установлено высокое содержание гена nifH в ризосфере тимьяна обыкновенного (*T. vulgaris* L.), составляющее, в среднем, до половины (52,5%) от количества копий гена 16S rRNA, что может свидетельствовать о наибольшей благоприятности именно этой части фитосферы для протекания процесса биологической азотфиксации.

Ризосферный эффект, определяемый как соотношение количества копий генов в ризосфере и контрольной почве, свободной от растений, составил 12,1 для суммарного содержания бактерий и архей, определяемого по количеству копий гена 16S rRNA, и 13,6 для гена nifH, обуславливающего способность прокариот к биологической азотфиксации. Полученные данные свидетельствуют о привлекательности ризосферы тимьяна обыкновенного (*T. vulgaris* L.) в качестве экологической ниши для протекания биологической азотфиксации, осуществляемой бактериями и археями. Эта особенность может быть использована для увеличения адаптационного потенциала и продуктивности такого ценного лекарственного растения, как тимьян обыкновенный.

Литература

1. Zhelezova A., Chernov T., Tkhakakhova A., Xenofontova N., Semenov M., Kutovaya O. Prokaryotic community shifts during soil formation on sands in the tundra zone. PLoS ONE. 2019;14:e0206777. doi: 10.1371/journal.pone.0206777. - DOI - PMC - PubMed

2. Zharkova EK, Vankova AA. Bacterial Communities of Lamiacea L. Medicinal Plants: Structural Features and Rhizosphere Effect. Microorganisms. 2023 Jan 12;11(1):197. doi: 10.3390/microorganisms11010197. PMID: 36677489; PMCID: PMC9865931.

Оценка влияния температуры на микробиом нефтезагрязненной бурой полупустынной почвы

Коваленко М.А.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: masya.kma@mail.ru

Проблема биоремедиации нефтезагрязненных экосистем в различных областях земного шара в настоящее время по-прежнему остается существенной. Температура играет ключевую роль в формировании пула микроорганизмов, активно участвующих в деградации углеводородов нефти. Исследование изменения состава и метаболической активности сообщества прокариот почв аридных областей под влиянием температурного фактора в ответ на загрязнение нефтью является актуальной задачей, способствующей сохранению и восстановлению природных экосистем.

В качестве объектов использовались микрокосмы бурой полупустынной почвы, загрязненных нефтью Байтуганского месторождения в количестве 10%

от массы почвы, которые инкубировались при постоянной влажности и температурах 4°С, 28°С и 46°С.

Для оценки метаболической активности и состава сообщества использовались молекулярно-биологические методы (FISH, секвенирование и метагеномный анализ) и определение индивидуальных углеводородов, измерения проводились на 30 день эксперимента. Целью работы явилось изучение таксономической структуры прокариотной составляющей бурой полупустынной почвы под воздействием различных температур.

Метагеномный анализ показал, что загрязненные нефтью образцы характеризуются пониженными значениями разнообразия прокариотного комплекса по сравнению с незагрязненными. В данной почве при всех температурах инкубации наибольшую долю в сообществе составляли представители филума *Pseudomonadota*, при 46°С наблюдалось также развитие термофилов гидролитиков, среди которых в качестве потенциальных углеводородокисляющих микроорганизмов могут выступать представители филума *Bacillota*. Преобладающим (до 70%) в образцах родом при 4°С был род *Pseudomonas*, а при 46°С – *Noviherbaspirillum,* составляющий 50% сообщества. Помимо данных родов при разных температурах происходит развитие *Ferribacterium, Ferrovibrio* и *Rugosibacter* в незагрязненных и *Sphingobium, Phenylobacterium, Novosphingobium* и *Peredibacter* в нефтезагрязненных вариантах опыта. Наименьший коэффициент разнообразия наблюдался при температуре 4°С как для контрольных, так и для опытных образцов.

Наиболее интенсивная экспрессия гена *alk*B наблюдалась в загрязненных нефтью образцах по сравнению с контрольными вариантами. Максимальные значения метаболически активной биомассы клеток были характерны для опытного образца, инкубируемого при 46°С – 1.6E+08 кл/г, также в нем произошло наиболее сильное уменьшение содержания нефтепродуктов (на 38%), что может быть связано с развитием специфического комплекса термофильных и термотолерантных углеводородокисляющих микроорганизмов в этой почве при данной температуре. Биологическая активность данной почвы ограничена небольшим отрезком времени, когда высокое количество тепла сочетается с достаточным увлажнением.

Внесение нефти приводит к изменению структуры сообщества загрязненной почвы с тенденцией к увеличению количества представителей углеводородокисляющих бактерий, а деградация прямоцепочечных углеводородов становится заметна уже в первый месяц после загрязнения. Данные, полученные в процессе исследования, позволяют оценить влияние температуры на состав микробного сообщества бурой полупустынной почвы при загрязнении нефтью и выделить наиболее ярких представителей нефтедеструкторов для каждой из градаций температурного фактора, что может быть использовано при разработке биопрепаратов.

Состав почвенных микробных сообществ в зоне влияния полигона твердых коммунальных отходов «Кучино»

Кондратьева-Гринь А.В.
Аспирантка
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: ribaanchous@ya.ru

Диоксины – это группа опасных устойчивых высокотоксичных органических загрязнителей. Одним из значимых источников диоксинов являются полигоны твердых отходов и стихийные свалки, которые широко распространены на территории России. Некоторые микроорганизмы способны к биодеградации диоксинов и могут быть использованы для разработки биотехнологических методов очистки окружающей среды от этих загрязнителей. В качестве объекта исследования был выбран рекультивируемый в настоящее время полигон ТКО «Кучино», расположенный в Московской области в городском округе Балашиха. В непосредственной близости от полигона были заложены прикопка (55.733617, 37.953266) и почвенный разрез (55.732540, 37.957518). В разрезе была вскрыта аллювиальная дерновая почва на песчано-супесчаных отложениях; в прикопке вскрывался артиурбистрат.

Использование высокопроизводительного секвенирования генов 16s рРНК Illumina показало, что присутствие диоксинов в почвах приводит к заметным изменениям таксономического состава. В артиурбистрате доминируют таксоны *Alphaproteobacteria* (15,02%) и *Actinobacteria* (9,66%), что может указывать на активные процессы разложения органических отходов и адаптацию микроорганизмов к загрязнению. Другими преобладающими таксонами были *Vicinamibacter* (6,50%), *Delta-* (7,23%) и *Gammaproteobacteria* (5,57%). В образце наблюдался высокий индекс таксономического разнообразия Шеннона, равный 7,370. Среди отдельных родов 2,76% составляют представители рода *Tepidisphaera (*род *Tepidisphaera* в настоящее время насчитывает только одного представителя – термофильную бактерию, выделенную из горячих источников Камчатки), а 2,23% – представители рода *Sphingomonas;* представители этого рода по литературным данным могут способствовать разложению диоксинов. В верхнем горизонте аллювиальной дерновой почвы доминируют семейства *Solibacteres* (16,22%) и *Alphaproteobacteria* (15,50%), что характерно, ведь там наблюдается повышенное содержание органических веществ и низкие значения pH. Также обнаружилось наличие таких таксонов, как *Acidobacteria* (11,58%), *Betaproteobacteria* (7,73%), *Gemmatimonadetes* (5,73%), наряду с также относительно высоким индексом Шеннона, равным 6,771, однако пониженным по сравнению с артиурбистратом.

В среднем горизонте вскрытого почвы доминирует семейство *Betaproteobacteria* (43,63%), представители которого способны участвовать в разложении органического вещества. Также присутствовали таксоны *Gamma-* (8,33%), *Alpha-* (6,19%) и *Deltaproteobacteria* (5,29%). Показатель таксономического разнообразия был самым низким для всех представленных образцов — индекс Шеннона составлял 6,281. В нижнем горизонте доминируют семейства *Beta-* (24.47%) и *Deltaproteobacteria* (14.23%). Таксономическое разнообразие выше, чем в среднем горизонте: индекс Шеннона равен 6.583. Наблюдается

заметная доля *Epsilonproteobacteria* (11.71%), которые могут участвовать в окислении серы или водорода и часто встречаются в анаэробных условиях. Наличие *Clostridia* (3.72%) и *Anaerolineae* (3.48%) также указывает на возможность анаэробных процессов.

При взгляде на соотношение родов и среднем и нижнем горизонтах видно, что значительную часть занимают рода серо- и железоокисляющих бактерий: *Sideroxydans* (13.86%), *Gallionella* (10.85%) и *Thiobacillus* (4.48%) отмечаются в среднем горизонте, а в нижнем – *Sulfuricurvum* (10.48%), *Gallionella* (8.55%) и *Sideroxydans* (4.18%).

Данные позволяют предположить, что различия в структуре микробных сообществ связаны как с загрязнением диоксинами, так и с условиями почвенного профиля. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение факторов, определяющих структуру и функцию почвенных микробных сообществ в каждом горизонте, и выявление микроорганизмов, перспективных для биодеградации *in situ*.

Бактериальное население карстовых пещер Чеченской Республики

Косенко Н.Р.

Студент

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

E-mail: nrkosenko@gmail.com

Пещеры представляют собой особый объект для исследования биокосных взаимодействий между микроорганизмами и субстратом. Для подземных экосистем характерно формирование солоидов (почвоподобные тела, ППТ), представленных грунтами, диспергированным материалом стен и сводов пещер, где обнаруживаются специфические микробные сообщества. При наличии в пещерах регулярных водных потоков происходит формирование бактериальных матов, отличающихся особой активностью в процессах минералообразования и спелеогенеза.

Целью нашей работы было изучение бактериального населения почвоподобных тел карстовых пещер (диспергированный материал со сводов), бактериальных матов и донных отложений сифона.

В ходе работы было изучено бактериальное население различных пещерных субстратов, формирующиеся в условиях отсутствия рекреационной нагрузки. Образцы отбирались летом 2024 года на территории Чеченской Республики (Шатойский район) в пещерах Шеки-Хьех (Серная пещера) и Магомед-Хьех.

Общая численность бактерий в исследованных образцах варьировала от 0,26 до 0,30 млрд. клеток/г. Значения показателя закономерно уменьшались в ряду: свежие бактериальные маты – высыхающие бактериальные маты – почвоподобные тела (0,30 – 0,28 – 0,26 млрд клеток/г соответственно). В донных отложениях численность бактерий была ближе к значениям показателя в бактериальных матах, превышая значения для твердого материала.

Длина актиномицетного мицелия изменялась от 0,07 до 0,17 м/г в исследованных образцах. Минимальные значения наблюдались для донных отложений в пещере Магомед-Хьех (0,07 м/г), а для бактериальных матов и ППТ были примерно в 2 раза выше.

Численность сапротрофного бактериального культивируемого комплекса (СБК) изменялась в образцах от 0,50 до 1,92 млн клеток/г. Минимальные значения выявлены в бактериальных матах, более высокие – в почвоподобных телах и донных отложениях. Наблюдалась отчетливая тенденция к увеличению численности СБК в ряду: свежие бактериальные маты – более сухие бактериальные маты – почвоподобные тела – донные отложения (0,5 – 0,92 – 1,33 – 1,92 млн клеток/г соответственно).

В СБК доминировали во всех образцах грамотрицательные бактерии (>30%), менее многочисленны были представлены бактерии родов *Arthrobacter* (20-30%), *Rhodococcus*, *Bacillus*. В качестве минорных компонентов обнаруживались представители рода *Streptomyces* и *Micrococcus* (<10%). Помимо грамотрицательных бактерий в бактериальных матах были обнаружены роды *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, в ППТ – *Arthrobacter*, *Bacillus* и *Streptomyces*, являющиеся типичными почвенными видами. Донные отложения обнаруживали в себе все вышеперечисленные рода, а также *Micrococcus*.

Таким образом, на основании полученных данным, можно сделать вывод о том, что микробное население карстовых пещер характеризуется невысокими показателями общей численности бактерий и численности культивируемых сапротрофных бактерий. Наиболее богато населены прокариотами бактериальные маты и донные отложения по сравнению с ППТ, при этом наибольший вклад актиномицетов отмечается для почвоподобных тел. Бактериальные маты отличаются более низким разнообразием и структурой СБК.

Исследование изменений обилия бактерий рода *Azotobacter* в бурой лесной слабоненасыщенной почве при загрязнении мышьяком

Куринова А.С., Храпай Е.С.

Студент, лаборант-исследователь

Южный федеральный университет Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: anastasiakurinova209@yandex.ru

В Антропогенное воздействие ведет к деградации почвы, что является серьезной глобальной проблемой из-за стойкости поллютантов в окружающей среде и неспособности к биоразложению [2]. Почвенные микроорганизмы являются наиболее чувствительными индикаторами изменения почвенно-экологических условий. Например, азотфиксирующие микроорганизмы, которые трансформируют недоступный для растений молекулярный азот атмосферного воздуха в связанный. Количество бактерий рода *Azotobacter* — информативный показатель при оценке влияния поллютантов на биологические свойства почвы [1].

Цель работы — изучить влияние загрязнения мышьяком на биологические показатели почвы с помощью обилия бактерий рода *Azotobacter*. Объект исследования: бурая лесная слабоненасыщенная почва. Для моделирования загрязнения была отобрана почва верхнего слоя (0–10 см), на территории Урупского района Карачаево-Черкесской Республики расстоянии 5 км от хвостохранилища Урупского горно-обогатительного комбината. Мышьяк в почву вносили в форме оксида (As_2O_3), в концентрациях: 1,5; 2; 5; 10; 25 фоновых концентраций (ФК) (9,12 мг/кг). В течение 30 суток, в сосудах с почвой поддерживали посто-

янную влажность 25%, температуру 22°С. По истечении указанного периода определяли общую численность бактерий рода *Azotobacter* в почве методом прямой люминесцентной микроскопии по методике Д.Г. Звягинцева и П.А. Кожевина (1982) [2].

Обилие бактерий крайне чувствительный показатель. Показатель снижается для образцов почв от 1 до 25 фонов на 4,2-51,1% от фонового значения. Резкое снижение численности бактерий наблюдается при загрязнении в 2 ФК, оно составляет 31,3%. Далее наблюдается менее активный спад обилия бактерий рода *Azotobacter*. При загрязнении почвенных образцов 5 и 10 ФК снижение составило 38,3 %. Минимальное количество бактерий рода *Azotobacter* выявлено в почве, загрязненной 25 ФК. В результате повышения концентрации загрязнения почвенных образцов As происходит уменьшение обилия бактерий рода *Azotobacter*, что неблагоприятно сказывается на состоянии почв, поскольку данный род бактерий выполняет важную азотфиксирующую функцию в почве.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда No 23-74-01071, https://rscf.ru/project/23-74-01071/ в Южном федеральном университете.

Литература

1. Колесников, С.И. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. - Ростов-на-Дону: Издво Ростиздат, 2006.

2. Vaillant N, Monnet F, Hitmi A, Sallanon H, Coudret A. Comparative study of responses in four Datura species to zinc stress. Chemosphere. 2005;59(7):1005-13 ang, J., Zhang, J., Ren, L., Zhou, Y., Gao, J., Luo, L., Yang, Y., Peng, Q., Huang, H., Chen, A., 2019. Diagnosis of soil contamination using microbiological indices: a review on heavy metal pollution. J. Environ. Manag. 242, 121–130. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.061

Содержание органического углерода, микробной биомассы и ее активности в почвах при изменении землепользования за 16-летний период (на примере Московской области)

Муквич Е.С.

Аспирант, младший научный сотрудник

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, лаборатория карбомониторинга наземных экосистем, Пущино, Россия

e-mail: katerinamykvitc@mail.ru

Анализ динамики землепользования и оценка ее влияния на почвенный углеродный цикл на региональном уровне весьма актуальны в рамках прогнозирования и принятия решений с целью смягчения последствий глобального потепления климата. Основными факторами, влияющими на секвестрацию почвенного углерода при смене землепользования, считаются климатические условия местности, тип почв и растительности, схема обработки и система удобрения почв, а также история землепользования.

Данная работа сфокусирована на оценке пространственно-временной динамики содержания органического углерода (С), микробного углерода ($С_{мик}$) и скорости минерализации органического вещества почв (базальное дыхание, БД) в верхнем 10-см слое почвы, учитывая изменение структуры землепользования

за 16-летний период (2007-2023 гг.) на региональном уровне (S=2210 км^2) в зоне распространения смешанных и широколиственных лесов в Московской обл. (территория Серпуховского и Подольского районов).

Осенью 2023 года был произведен отбор почвенных образцов (n=279) методом «конверта» в соответствии с дизайном отбора 2007 г [1]. В ходе анализа почвенных образцов были определены скорость БД и содержание $C_{мик}$ методом субстрат-индуцированного дыхания, при стандартных гидротермических условиях (22℃, 60% полной влагоемкости), содержание С – методом «сухого» сжигания.

Была проведена сравнительная характеристика архивных (2007) и полученных нами современных данных (2023) для 226 точек исследования.

По данным полевых наблюдений в 2023 г. были обнаружены изменения в структуре землепользования для 14% от общего количества точек (n=32). При этом наиболее вероятный сценарий смены землепользования (7%, n=16) – это переход залежей в сельскохозяйственные угодья (пастбище, пашня, сенокос), из них пашни и сенокосы составляют 6% (n=14). При сравнении данных отмечено увеличение содержания $C_{мик}$ и БД при переходе из залежных земель в сельскохозяйственные в среднем в 2.0 и 1.4 раза соответственно. При этом содержание С за изученный период значительно не изменилось (+0.03%). Важно отметить, что содержание С в почве при переходе залежных земель в земли сенокоса увеличилось на 0.53%, а при смене в пахотные угодья, напротив, уменьшилось на 0.55%. На территориях без смены землепользования отмечена тенденция увеличения значений изученных показателей почвенного углеродного цикла. При этом для лесных и залежных экосистем выявлено значимое увеличение содержание С на 0.2–0.3%, для антропогенно-преобразованных (пашня и урбо-) – без значительных изменений.

Таким образом, за 16 лет обнаружено несущественное изменение структуры землепользования. Независимо от смены землепользования отмечается увеличение содержания микробного углерода и активизация процесса минерализации органического вещества почвы, что может быть связано с климатическими изменениями и естественным восстановлением залежных и лесных экосистем. В то же время накопление почвенного С характерно в большей степени для естественных и залежных (постагрогенных) экосистем, а для пахотных – значимых изменений не обнаружено.

Литература:

1. Гавриленко Е.Г. Биологические свойства почвы для их эколого-экономической оценки (на примере Серпуховского и Подольского районов Московской области) : кандидатская диссертация. — М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2013. — 167 с.

Образование этилена дрожжевыми грибами разных таксономических и экологических групп

***Петренко М.В.*[1]**
Студент
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: mpetr284@gmail.com

Этилен выступает в роли фитогормона, который влияет на развитие и рост растения. В настоящее время известно, что выделять этилен в ходе своего метаболизма могут микроорганизмы разных групп, в том числе и дрожжевые грибы. Имеются некоторые сведения, указывающие, что почвенные дрожжи являются более активными продуцентами этилена, чем мицелиальные грибы и бактерии [1]. Изучение распространенности и интенсивности выделения этилена дрожжевыми грибами из разных таксономических и экологических групп является актуальным научным направлением, а также имеет практическое значение для биологизации сельского хозяйства.

Дрожжи известны своей способностью синтезировать витамины и ферменты. Однако они также способны на синтез большого ряда фитогормонов. На сегодняшний день были проведены исследования по скринингу дрожжей на синтез ауксина, гиббереллиновой кислоты и зеатина [2, 3].

В проведенном исследовании были использованы 60 штаммов дрожжей из коллекции кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ. Для исследования влияния прекурсора на выделение культурами этилена было использовано две жидкие питательные среды: с прекурсором (DL-метионин) и без него.

Полученные результаты показали, что синтез этилена – широко распространенное явление среди дрожжей. Добавка в среду метионина для большинства исследованных штаммов дрожжей увеличивает продукцию этилена, в среднем, более чем на порядок, а иногда на два порядка. Более активными продуцентами этилена на среде без метионина являются базидиомицетовые дрожжи. При добавлении в среду метионина почвенные базидиомицеты проявили большую активность синтеза этилена, чем фитобионты, а продукция этилена фитобионтами-аскомицетами в среднем выше, чем у фитобионтов-базидиомицетов.

Таким образом, в данном исследовании впервые было изучено большое количество штаммов дрожжей на способность синтезировать этилен. Данная работа может послужить вкладом в дальнейшее исследование функциональной роли дрожжей в природных биосистемах и их возможной роли дрожжей в сфере сельского хозяйства.

Литература

1. Lynch J. M. Identification of substrates and isolation of microorganisms responsible for ethylene production in the soil //Nature. – 1972. – Т. 240. – №. 5375. – P. 45-46.

2. Streletskiy R.A., Kachalkin A.V., Demin V.V. Wide Spread Phyto Hormonal Activity among Natural Yeasts// Biotechnology & Microbiology. Adv Biotech & Micro.2017.P. 1-2.

3. Streletskii RA, Kachalkin AV, Glushakova AM, Yurkov AM, Demin VV (2019) Yeasts producing zeatin. PeerJ 7:e6474.

Влияние условий двухлетнего экспонирования на внешней обшивке международной космической станции на микробное сообщество древней мерзлоты

Погожев П.Е.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
e-mail: pogozhevpavel@mail.ru

Исследование влияния условий открытого космоса на микробные сообщества земных почв имеют важное значение для поиска жизни на других планетах и спутниках, таких как Марс, спутники Юпитера и другие инопланетные тела. Понимание того, как микроорганизмы выживают и адаптируются в космических условиях, может помочь в разработке стратегий для поиска внеземной жизни, возможности распространения земных организмов во вселенной, уточнения мер планетарного карантина. Интерес к микробиологическому изучению мерзлых почв и осадочных пород обусловлен тем, что они формируются в условиях минимального антропогенного воздействия, а значит, в них могут быть сохранены природные микробные сообщества, содержащие механизмы адаптации к экстремальным условиям окружающей среды.

Проведенные нами исследования показали снижение метаболических процессов микробных сообществ экспонированных образцов по сравнению с контрольными. Средняя оптическая плотность ячеек по данным мультисубстратного тестирования для экспонированных образцов была ниже, чем в контрольных вариантах. Оценка спектров потребления субстратов показала, что микробное сообщество древней мерзлоты наиболее интенсивно потребляет аминокислоты. Принципиально спектр потребления не меняется, но наблюдается изменение в потреблении 3 классов субстратов: снижение интенсивности потребления аминокислот и увеличение потребления аминов, амидов и олигосахоров микробным сообществом. Таким образом можно сделать вывод, что двухлетнее экспонирование в условиях низкой околоземной орбиты негативно влияют на метаболическую активность микробных сообществ, но в то же время не приводит к существенному нарушению исследованных сообществ: наблюдается снижение функциональной активности микробного сообщества экспонированных образцов примерно в 1.5 раза по сравнению с контрольными вариантами.

Общая численность прокариотных клеток в экспонированном образце $(3,5\pm1,1)\times10^8$ клеток\г заметно отличалась от лабораторного контроля $(5,4\pm3,0)\times10^8$ клеток\г, но при этом имела примерно одинаковые значения по сравнению с замороженным контролем $(3,7\pm1,3)\times10^8$ клеток\г. Численность культивируемых бактерий в экспонированном образце имела значения на порядок ниже, чем в контрольных. В экспонированных образцах она достигает порядка 10^5 – 10^6 КОЕ/грамм. В контрольных образцах составляет порядка 10^6 КОЕ/грамм.

Полученные данные свидетельствуют о слабом угнетении культивируемого бактериального комплекса в условиях околоземной орбиты при экспонировании в течении 2 лет, что подчеркивает важность дальнейших исследований для понимания влияния космических условий на микробные сообщества.

Влияние подтопления грунтовыми водами на активность уреазы чернозема

Притула В.О.
Студент
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E–mail: vpritula@sfedu.ru

В настоящее время существует проблема появления зон локального подтопления грунтовыми водами на территории юга Ростовской области. Вследствие естественных и антропогенных причин территория агроценозов фрагментируется участками переувлажнения, которые называются «мочарами» [3]. Почвенные ферменты одними из первых реагируют на изменение почвенных свойств. Цель работы - определить изменение активности уреазы на участке локального переувлажнения в Зерноградском районе. Этот фермент играет важную роль в превращениях азота почвы, а также предотвращает изомеризацию карбамида в цианат аммония, токсичный для растений.

Локально переувлажненные ландшафты отчетливо выделяются среди сельскохозяйственных полей благодаря развитию гидрофильной растительности. Объектом изучения является участок переувлажнения размером 560 × 100 метров и представляющий собой многолетнюю залежь, располагающийся в небольшом понижении на сельскохозяйственном поле. В растительном покрове на участке переувлажнения присутствуют разрозненные очаги, образованные тростником обыкновенным, вейником наземным и рудеральными мезофильными видами, есть несколько деревьев. Изучался верхний горизонт (0-15 см). Почвы на участке переувлажнения классифицированы как черноземы квазиглееватые, на окружающей переувлажненный ландшафт пашне как агрочерноземы миграционно-сегрегационные.

Определение уреазной активности было проведено модифицированным методом А.Ш. Галстяна с использованием реактива Несслера [1]. Из литературных данных известно, что почвы, подвергшиеся гидроморфизму, показывают резкое снижение уреазной активности до минимальных значений относительно почв других типов [2]. Поверхностный горизонт на участке переувлажнения обнаружил некоторое увеличение уреазной активности относительно пашни. Статистическая обработка данных не выявила статистически значимых отличий в активности уреазы для переувлажнённого и автоморфного горизонтов. Ожидалось, что показатели ферментативной активности на пашне будут значительно выше, чем на участке переувлажнения, однако данные предположения не подтвердились.

В результате работы было установлено, что при переувлажнении черноземов отмечается изменение уреазной активности на территории зоны локального переувлажнения, но собранный массив данных требует уточнения, т.к. наблюдаемые различия статистической обработкой пока не подтвердились.

Литература

1. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2021. – 174 с.

2. Пищухина Е. Ю., Сопрунова О. Б. Водный режим как экологический фактор формирования микробных сообществ аллювиальных почв//Вестник Астраханского государственного технического университета, 2015. – с. 43

3. Тищенко С. А. Изменение черноземов Нижнего Дона при локальном переувлажнении: дисс. канд. биол. наук. Ростов. 2004.

Воздействие перхлората натрия на устойчивость микробных сообществ аридных почв

Савченко В.Е.

Аспирант

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

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов, Пущино, Россия

E–mail: vesavchenko21@gmail.com

Марс является одним из перспективных объектов для обнаружения жизни за пределами Земли, однако, условия на его поверхности слабо пригодны для жизни. При этом перхлораты, обнаруженные на его поверхности, обладают способностью поглощать окружающую влагу и снижать температуру кристаллизации воды [1, 2]. Высокие концентрации перхлоратов способны обеспечивать существование жидкой воды в условиях Марса, что, потенциально создает среду, в которой может быть обнаружена микробиологическая активность [2,3]. В то же время перхлораты, являясь сильными окислителями, способны приводить к гибели микробных клеток, в связи с чем необходимо изучение их влияния на микроорганизмы.

В модельном эксперименте изучалось воздействие перхлората натрия на сообщество гетеротрофных аэробных бактерий. В образцы аридной почвы были внесены растворы перхлората натрия или хлорида натрия до конечной концентрации 5% (0.6 М) и 10% (0.8 М), а также дистиллированная вода в качестве контроля. Образцы были проинкубированы в термостате при 28°С в течение 30 дней.

Зарегистрировано пропорциональное снижение численности культивируемых бактерий при увеличении концентрации перхлората. Наиболее устойчивыми к окислительному и осмотическому стрессам организмами, оказались культивируемые бактерии 3 филумов: Actinomycetota, Bacillota и Pseudomonadota. Высокопроизводительное секвенирование генов 16S рРНК выявило, что филумы Actinomycetota и Pseudomonadota доминируют при воздействии перхлоратов *in situ*. Анализ метаболической активности почвенных микробных сообществ, проведенный с помощью МСТ, показал, что функциональное разнообразие снижается с увеличением концентраций солей в образцах. При этом можно утверждать, что даже использованные высокие концентрации солей не останавливают полностью метаболическую активность микробного сообщества *in situ*.

Литература

1. Gough R. V., Chevrier V. F., Tolbert M. A. Formation of aqueous solutions on Mars via deliquescence of chloride–perchlorate binary mixtures //Earth and Planetary Science Letters. – 2014. – Т. 393. – С. 73-82

2. Cheptsov V. et al. Survival and growth of soil microbial communities under influence of sodium perchlorates //International Journal of Astrobiology. – 2021. – Т. 20. – №. 1. – С. 36-47.

3. Heinz J., Krahn T., Schulze-Makuch D. A new record for microbial perchlorate tolerance: fungal growth in NaClO4 brines and its implications for putative life on Mars //Life. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – С. 53.

Исследование люминесцентного способа микроскопирования под воздействием различных концентраций мышьяка на бурую лесную почву

Савченко Н.Н.*, Храпай Е.С.

Студент

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

E–mail: NatashaS.2006@mail.ru

Были Оценка численности и биомассы микроорганизмов в почве позволяет оценить состояние почвенного покрова и даёт представление о скорости трансформации органического вещества и интенсивности биологического круговорота в почвах.

Чаще всего почвенные показатели реагируют на присутствие тяжелых металлов изменением численности и структуры бактериального сообщества [2]. Одним из наиболее совершенных методов выявления, изучения и количественного учета микроорганизмов в их естественной среде обитания является люминесцентная микроскопия в падающем свете [3].

Цель нашей работы является — оценить воздействие токсичных веществ на общую численность почвенных бактерий.

На территории, прилежащей к Урупскому горно-обогатительному комбинату (ГОК), залегает бурая лесная слабоненасыщенная почва [1]. Почву для лабораторного моделирования отбирали на удаленных территориях, не подверженных загрязнению от ГОК. Использовали слой почвы 0–10 см, так как при загрязнении тяжелые металлы, в том числе и As, в основном, накапливаются в верхнем слое.

Мышьяк в почву вносили в форме оксида (As_2O_3) в концентрациях: 1,5; 2; 5; 10; 25 фоновых концентраций (9,12 мг/кг). Общую численность бактерий в почве оценивали методом прямой люминесцентной микроскопии по методике Звягинцева и Кожевина на микроскопе Carl zeiss Axio Lab.A1 (Германия).

Нами было установлено, что мышьяк в концентрациях 1.5, 2, 5 фона не воздействует на общую численность бактерий в почве, и статистически достоверных отличий от фоновых результатов нет. As в концентрациях 10 и 25 фонов значительно снижает рост микроорганизмов на 20 и 36 % соответственно.

Литература

1. IUSS Working Group. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition published in 2022 by the International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria. 2022.

2. Ван Й. и др. Линейные модели для описания взаимосвязей между чувствительными бактериальными таксонами и экологическим риском, связанным

с тяжёлыми металлами в почвах угольных шахт в полузасушливом регионе // Прикладная экология почв. — 2024. — Т. 193. — С. 105122.

3. Казеев К. Ш. и др. Методы биодиагностики наземных экосистем Ростов-на. – 2016.

Перестройка микробного сообщества почв московской области при ремедиации нефтезагрязнения с использованием биочара

Уваров Г.В.

Аспирант

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

E–mail: georgu98@yandex.ru

В свете ряда техногенных катастроф с разливом нефти и нефтепродуктов и продолжающегося роста транспортной нагрузки на урбанизированных территориях, таких как московская агломерация, всё острее вопрос о технологически и экономически доступных решениях в области ремедиации нефтяных загрязнений. Таким выступает биочар, высокоуглеродистый продукт пиролиза биоорганического вещества при температурах от 200°C до 1000°, производимый из отходов сельского и лесного хозяйства.

Целью данной работы является оценка изменений численности, таксономического и функционального состава почв Московской области при внесении биочара.

Изучались образцы подзола глееватого (Podzol histic gleyic fluvic; 55.821266, 38.943505), агродерново-подзолистой (Luvisol podzolic; 55.638466, 37.116482) и агросерой лесной почв (Luvisol mollic; 54.830059, 38.238615), отобранные в Московской области, исследованные в четырёх вариантах: без добавления других веществ (контроль) и с добавлением раздельно и совместно биочара и дизельного топлива. Вносились зимнее дизельное топливо 3-го класса ДТ-З-К3 и высокозольный биочар древесного происхождения (51.74% C; 0.99% H; 0.76% S; 0.10% N), в количестве 10% и 5% по массе соответственно. Эксперимент проводили в течение 2 месяцев при постоянных влажности почвы (60%ППВ) и температуре (28°C) методом инициированной сукцессии.

Актиномицетоты активно откликались на внесение как биочара, так и нефтепродуктов. Большую роль в сообществе при нефтяном загрязнении текстурно-дифференцированных почв играли бациллоты, в кислых почвах (подзол, агродерново-подзолистая) – псевдомонадоты. Крайне различались по типам почв участие в сообществе и отклик на внесение биочара и нефтепродуктов у ацидобактерий. Ряд минорных компанент (бактероиды, веррукомикробы, цианобактерии) угнетается и биочаром, и нефтепродуктами во всех почвах. Содержание копий гена xylE в подзоле и дерново-подзолистой почве возрастало в вариантах с нефтяным загрязнением в сравнении с контролем и в вариантах ремедиации в сравнении с загрязнением, но для дерново-подзолистой почвы различия по вариантам незначительные. Во всех изучаемых почвах также наблюдалось незначительное сокращение содержания копий гена в сравнении с контролем при внесении биочара.

Изменение численности и структуры бактериального комплекса грунтов арктической станции Остров Столбовой, загрязнённых нефтепродуктами.

Филатов И.Д.[1], Новикова Д.В.[1]
Студент
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: ivan_filatov21@mail.ru

На островах российского арктического архипелага, после прекращения функционирования военных баз и создания метеостанций, происходит загрязнение углеводородами территорий, богатых уникальным биоразнообразием, в результате непрекращающегося завоза нефтепродуктов. [1]

Целью работы являлась оценка численность и разнообразия бактериального комплекса грунтов арктической станции Остров Столбовой, загрязнённых углеводородами нефти.

Для анализа были выбраны две серии экспериментов: фоновые образцы, отобранные возле дизельной станции ($C_xH_y \approx 1$ %) и загрязненные нефтью до 10 % по массе почвы. В качестве контрольных образцов использовали грунты на склоне оврага с ненарушенным растительным покровом.

В ходе работ применяли молекулярно-биологические (люминесцентная микроскопия, секвенирование) и аналитические методы (измерение ω% остаточных нефтепродуктов).

По истечению месяца численность прокариот для образцов с нефтяным загрязнением составляла $5{,}86*10^8$ шт./г почвы, в то время как для контроля и фона она достигала $1{,}09*10^9$ и $2{,}44*10^9$ шт./г почвы. Количество углеводородов нефти при этом уменьшилось для фонового и нефтезагрязнённого образца с 1 до 0,3 % и 10 до 7,3 %. При этом, если разнообразие фонового образца за время эксперимента почти не изменилось, то структура загрязнённого претерпела ряд изменений. В контрольном варианте без загрязнения доминирующим являлся филум *Actinomycetota* (64 %), а в загрязнённом – *Pseudomonadota* (58 %). Фоновый образец представляет собой переходный вариант от загрязнённого к контролю, доли филума *Pseudomonadota* и *Actinomycetota* стали равными 50 и 17 %. Полученные данные свидетельствуют о снижении численности и разнообразия бактериального сообщества при внесении нефти (10 %) по сравнению с контролем, и возрастании этих параметров в фоновом варианте. В ходе эксперимента наибольшее снижение количества углеводородов установлено в модельном опыте.

Литература

1. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5, география. 2009. № 6. С. 30–39

2. Никитин Д.А., Манучарова Н.А., Добрянский А.С. Микробиом почв и супрагляциальных объектов в фоновых и нефтезагрязненных экосистемах О. Хейса (архипелаг Земля Франца-Иосифа) / Почвоведение. – 2024. – № 2. – С. 257-274

Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»

Особенности распределения и состава снежного покрова в пределах верхнего течения реки Клязьмы

Вартанов А.Н., Жилин Н.И., Жулидова Д.А., Земсков Ф.И.
Инженер, инженер, аспирант, младший научный сотрудник
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: anvbox93@mail.ru

Использование снежного покрова как уникальной среды, депонирующей загрязняющие вещества, для исследований в области экологии и почвоведения в последнее время возрастает. Также при исследовании снежного покрова возрастает роль ГИС-технологий [2], в качестве основы для построения карт загрязнения [3, 4] и сопоставления с результатами полевой снегомерной съемки [1].

На основе использования ГИС-технологий для условий ландшафтов верхнего течения р. Клязьма составлены карты высоты снежного покрова, водного эквивалента снежного покрова (ВЭСП), химического состава снега и запасов химических элементов. Высоты снежного покрова измерялись в отдельных почвенных контурах таким образом, что общее количество точек опробования равно 23. В лабораторных условиях снег растапливался при комнатной температуре и фильтровался через фильтр синяя лента. Включения в виде растительных остатков после высушивания фильтра при 105°С взвешивались для определения общей массы детрита. Содержание катионов определялось на основе использования атомно-абсорбционного спектрофотометра contrAA 300 фирмы «AnalytikJena», а анионов на основе спектрометра с индуктивно связанной плазмой Agilent ICP-MS 7500a. Данные с координатными привязками импортировались в программу SAGA GIS v. 8.0.1. Точечные данные интерполировались при помощи метода обратно взвешенных расстояний (IDW).

Установлено, что максимальные величины высоты снежного покрова и ВЭСП характерны для почв аллювиального ряда в пределах супераквального ландшафта, тогда как минимальные обнаруживаются для почв подзолистого ряда, приуроченных к условиям транзитных и элювиальных элементарных ландшафтов. В связи с различной плотностью снега, обусловленной характером рельефа и типом растительности, коэффициент корреляции в системе высота снежного покрова – запасы не превышает 0,6. Показано, что наибольшее поступление химических элементов характерно для почв, формирующихся вблизи Ленинградского шоссе, а также для почв с максимальными величинами накопления ВЭСП, что обычно характерно для почв аллювиального ряда.

Литература

1. Дворников Ю.А. и др. Моделирование распределения водного эквивалента снежного покрова в тундре с использованием ГИС и данных полевой снегомерной съёмки //Лёд и Снег. – 2015. – Т. 55. – №. 2. – С. 69-80.

2. Мустафин Р.Ф. и др. Влияние рельефа на запасы снежного покрова и влаги на лесных почвах //Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – №. 6 (206). – С. 85-89.

3. Чупикова С.А. Применение ГИС для построения карт загрязнения снежного покрова //Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура. – 2017. – С. 267-271.

4. Yadav J.S. et al. Snow cover mapping, topographic controls and integration of meteorological data sets in Din-Gad Basin, Central Himalaya //Quaternary International. – 2021. – Т. 575. – p. 160-177.

Изменение активности глюкозидазы и дегидрогеназ коричневых почв черноморского побережья Кавказа при рекреационном воздействии

Куркина Е.Д.

Студент

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

В Ксерофитные леса Абраусского полуострова развиваются на коричневых скелетных почвах. Рекреационное воздействие, вызванное стихийными туристами, оказывает значительное воздействие на почвенно-растительный покров заповедника «Утриш» и прилегающих территорий [1,2].

Целью исследований было оценка активности почвенных дегидрогеназ и глюкозидазы по влияние рекреационном воздействии на Абраусском полуострове. Активность этих ферментов часто используется для диагностики антропогенного воздействия на почвы [3].

Исследования были проведены в октябре 2024 г. на территории и в окрестностях базы практики Южного федерального университета «Лиманчик». В качестве объектов исследований изучали три контрольных участка ксерофитного дубово-грабового леса и семь участков с разной выраженностью рекреационного нарушения, включая палаточные лагеря стихийных туристов. Определение активности дегидрогеназ и глюкозидазы проводили по скорости преобразования субстрата [3].

Анализ ферментативной активности в коричневых почвах Черноморского побережья выявил заметные различия между контрольными участками и зонами рекреационной нагрузки. Активность дегидрогеназ варьировала в широких пределах на разных участках, при этом используя усредненные значения выявить изменение активности дегидрогеназ при рекреационном воздействии не удалось.

Активность глюкозидазы демонстрирует тенденцию к уменьшению в почвах с рекреационным нарушением. Ингибирование активности глюкозидазы в среднем на 19% по сравнению с контрольными участками леса может свидетельствовать о снижении интенсивности гидролитических процессов при значительном антропогенном воздействии.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о различной реакции активности почвенных ферментов на рекреационное воздействие. Рекреационная деградация почвенно-растительного покрова лучше диагностируется по активности глюкозидазы. Активность этого фермента углеродного цикла может быть использована для разработки мероприятий по регулированию рекреационной нагрузки и восстановлению почвенного покрова в наиболее уязвимых зонах Абраусского полуострова для сохранения экологического равновесия.

Литература

1. Быхалова О.Н., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние рекреационной нагрузки на эколого-биологические параметры почв заповедника «Утриш» / Глава в монографии «Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш»» Т.1. 2012. Анапа. 2013. С. 148-153.

2. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Быхалова О.Н. Влияние рекреационной нагрузки на почвенный покров заповедника «Утриш» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2013. № 93 (09). http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/82.pdf.

3. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 174 с.

Микробная биомасса и биомасса грибного мицелия пастбищных почв субальпийской зоны Восточного Кавказа

***Кутузова Е.А.*[1]*, Пинской В.Н.*[2]**

[1]Студент, [2]научный сотрудник, к. г. н.

[1]Тульский государственный университет, пр-т Ленина, 92, Тула, 300600 Россия

[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия

E–mail: ekaterina.kutuzova.03@inbox.ru

В горной зоне Дагестана пастбищное животноводство является традиционной отраслью сельского хозяйства, которое уходит своими корнями в эпоху неолита [1]. На протяжении 5-7 тыс. лет интенсивный выпас подвергал деградации почвы и почвенные экосистемы горной зоны [4]. В частности, это могло проявляться и на снижении содержания органического углерода почв, что негативно сказывалось на микробной и грибной биомассе.

В большинстве случаев интенсивный выпас пагубно влияет на микробиологическую активность почв и нередко способствует замедлению процессов разложения органического материала [7]. Кроме того, увеличение или уменьшение содержания грибной биомассы может нарушать симбиотические связи между растениями и микоризными грибами, что ухудшает питание растений и их устойчивость к стрессовым условиям [6].

Для предотвращения деградации почвенных экосистем в горной зоне Дагестана необходимо внедрять устойчивые методы управления пастбищами. К таким мерам относятся: регулирование нагрузки, чередование участков выпаса, восстановление деградированных территорий посредством посева многолетних трав и другие агротехнические мероприятия [4]. Для сохранения почв на склонах и улучшения их геоэкологических характеристик необходимо внедрять мелиоративные мероприятия, направленные на предотвращение эрозионных процессов подвергшихся перевыпасу [7].

Объекты:

В рамках исследования были выбраны пастбищные участки с различной интенсивностью выпаса, расположенные на высоте 1750 м, в 4 км к северо-западу от села Мекеги в Левашинском районе Республики Дагестан. Почвообра-

зующая порода – элювий верхнемеловых известняков. Объекты приурочены к склонам северной и южной экспозиций. Крутизна склонов – 22°. Тип почв на склонах северной и южной экспозициях в условиях ***умеренного выпаса*** – темногумусовые (Leptic Umbrisols). Тип почв на склонах северной и южной экспозициях в условиях ***интенсивного выпаса*** – литоземы темногумусовые (Mollic Leptosols) с высокой каменистостью и фрагментированной дерниной.

Методы:

Длину грибного мицелия определяли методом Хансена по модификации Демкиной и Мирчинк, проводя прямой подсчет на мембранных фильтрах [3].

Оценку микробной биомассы осуществляли двумя методами: 1 – по респираторному отклику на внесение глюкозы (метод субстрат-индуцированного дыхания ($C_{мик}$–СИД)) [2]; 2 – биокинетическим фракционированием по выделившемуся кумулятивному C-CO_2 за 15 сут инкубации (60% ППВ, 22 ºС) предварительно высушенных (65 ºС, 24 ч) образцов ($C_{мик}$–БКФ)[5].

В почвах умеренного выпаса на северном склоне содержание биомассы грибного мицелия (БГМ) достигало 106,1 мг С/100 г почвы, тогда как на южном склоне этот показатель составлял 86,4 мг С/100 г почвы (рис.1). С увеличением глубины различия по содержанию БГМ заметно сокращались.

Интенсивный выпас повлиял на значительное увеличение биомассы грибного мицелия на обоих склонах. На северном склоне содержание БГМ возросло более чем в два раза (224 мг С/100 г почвы), а на южном склоне – в 1,7 раза.

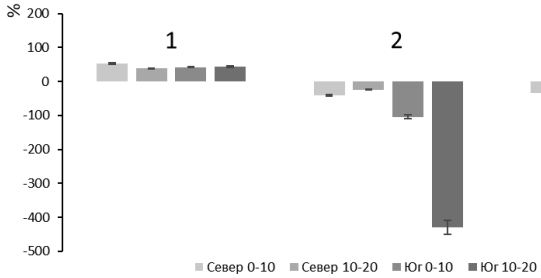


Рис. 1 Влияние интенсивного выпаса на грибную и микробную биомассу
1-бомасса грибного мицелия; 2- микробная биомасса ($C_{мик}$–СИД); 3- микробная биомасса ($C_{мик}$–БКФ)

Содержание углерода микробной биомассы измерялось с помощью методов субстрат-индуцированного дыхания ($C_{мик}$–СИД) и биокинетического фракционирования ($C_{мик}$–БКФ).

Максимальное значение углерода микробной биомассы, рассчитанного по $C_{мик}$–СИД обнаружено в первых 10 см профиля почв умеренного выпаса как на склоне северной (119.8 мг С/100 г почвы), так и южной (116.3 мг С/100 г почвы) экспозициях (рис.1). Интенсивный выпас повлиял на уменьшение содержания $C_{мик}$–СИД: на склоне северной экспозиции на 30%, на южном склоне – 50 %.

Максимальное содержание углерода микробной биомассы, рассчитанное методом БКФ, было отмечено в почвенном слое 0-10 см умеренного выпаса на склоне южной экспозиции и составило 107.7 мг/100 г почвы. Так же, как и в случае с $C_{мик}$–СИД перевыпас повлиял на снижение содержания $C_{мик}$–БКФ в

почвах, наиболее интенсивно это выражено на южном склоне (56.5 мг С/100 г почвы) (рис.1).

Содержание углерода микробной биомассы в пастбищных почвах субальпийской зоны Восточного Кавказа, измеренное методом субстрат-индуцированного дыхания ($С_{мик}$–СИД), было завышенным относительно результатов, полученных методом $С_{мик}$–БКФ. В основном завышенные значения микробной биомассы, рассчитанные по С–СИД были обнаружены для верхних слоев почв, однако вниз по профилю была зафиксирована иная закономерность. В то же время различия в содержании микробной биомассы, рассчитанной методами субстрат-индуцированного дыхания и биокинетического фракционирования следует считать незначительными. Следовательно, перечисленные методы можно с одинаковым успехом применять для анализа содержания микробной биомассы в почвах субальпийской зоны.

Литература

1. Амирханов Х.А. Чохское поселение: Человек и его культура в мезолите и неолите горного Дагестана. 1987. 224 с.

2. Anderson J.P.E., Domsch K.H.A. Physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biology and Biochemistry. 1978, №10 (3). p. 215-221

3. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ. 1980. 224 с.

4. Гедгафова Ф.В., Горобцова О.Н., Улигова Т.С. и др. Оценка изменения биологической активности горных лугово-степных почв пастбищ разных стадий дигрессии Центрального Кавказа // Почвоведение. 2023, № 6. С. 12.

5. Семенов В.М., Тулина А.С. Сравнительная характеристика минерализуемого пула органического вещества в почвах природных и сельскохозяйственных экосистем //Агрохимия. 2011, №. 12. С. 53-63.

6. Хазиев Ф.Х. Структурно-функциональная связь биоразнообразия наземных экосистем с почвами //Экобиотех. 2019. Т. 2. №. 1. С. 19-35.

7. Чернышева Е.В., Борисов А.В., Коробов Д.С. Биологическая память почв и культурных слоев археологических памятников. М.: ГЕОС. 2016. 240 с.

Полевые работы проводились в рамках Госзадания № 122040500036-9.

Влияние избыточного увлажнения на интенсивность ФДА гидролиза

Пилипенко В.С.
Студент
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: dragun31@mail.ru

Активное сельскохозяйственное использование степной зоны и проведение различных агротехнических мероприятий существенно изменили водный режим почв, способствуя переводу поверхностного стока вглубь почвенного профиля. Данное явление впоследствии приводит к угнетению или гибели сельскохозяйственных растений, появлению гигрофитов, а также становится причиной развития у почв неблагоприятных физических и химических свойств [1, 2]. Флуо-

ресцеин диацетат гидролиз, благодаря своей связи с почвенной биотой, легкости измерения и быстроте отклика на изменения, вызванные антропогенным воздействием, служит объективным показателем биологической активности почв [3].

Целью работы являлось изучение влияния избыточного увлажнения поверхностного слоя почв на интенсивность ФДА. Объектом исследования являлся участок многолетней залежи на сельскохозяйственном поле, располагающегося на небольшом склоне восточной экспозиции Зерноградского района Ростовской области. Дополнительное увлажнение данный участок получает за счет подпитки грунтовыми водами. Для изучения пространственной вариабельности влажности поверхностного слоя использовался метод линейных трансект. Всего было заложено три трансекты: две на территории локально переувлажненного ландшафта и одна вне зоны влияния подтопления, на пашне, которая использовалась в качестве эталона сравнения. Пашня была представлена черноземом миграционно-сегрегационным, а участки с избыточным увлажнением диагностировались как черноземы квазиглееватые. Образцы почвы отбирались в октябре 2022 года с шагом 1 м с глубины 0-15 см. Длина каждой трансекты – 10 м. Для определения активности ФДА использовался метод Модифицированный метод Г. Адам и Х. Дункана.

На пашне наблюдается низкая интенсивность в сравнении с участком переувлажнения, где интенсивность в 1,5-2 раза выше. Использование критерия Вилкоксона выявило статистически достоверное (при $p<0,05$) отличие в уровне ФДА гидролиза для обоих трансект относительно пашни, при этом между собой различия статистически не значимы. Использование коэффициента корреляции Спирмена выявило слабую связь между показателем влажности и ФДА гидролиза в центре участка переувлажнения. Для пашни была выявлена отрицательная корреляция средней силы.

Таким образом, можно предположить, что есть связь между увеличением влажности и активностью микробиологических процессов, которые отражаются в гидролизе ФДА. Считается, что гидролитические ферменты запускают начальные стадии деструкции свежих растительных остатков, поэтому предполагаем, что именно увеличение количества растительных остатков и содержания органического углерода становится причиной этого явления.

Литература

1. Тищенко С.А., Безуглова О.С. Гумусное состояние почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2012. № 2. С. 156-165.

2. Тищенко С.А., Безуглова О.С., Морозов И.В. Особенности физических свойств почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2013. № 3. С. 1-7.

3. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню. Почвоведение. 2014. №. 6. С. 724-724.

Влияние повышения засушливости и запыленности воздуха на пастбищах каракумов

Пирназаров Оразмырат

Туркменский государственный университет им.Махтумкули, Туркменистан

E–mail: pirnazaroworazmyrat@mail.ru

Под руководством Президента Туркменистана обеспечение экологической безопасности в Туркменистане определено в качестве одной из ключевых задач для достижения Целей устойчивого развития. В этой связи особую актуальность приобретает изучение влияния изменения климата на естественные экосистемы страны, народное хозяйство, условия жизни и здоровье населения. Цель настоящей работы состоит в изучении влияния среднегодового повышения уровня температуры, сухости и пыли в различных регионах Каракумов на экологию пастбищ. В настоящей работе кратко изложены результаты наблюдений за влиянием этих изменений на урожайность пастбищных лугов в Центральных, Юго-Восточных и Северных Каракумах, северо-западном Туркменистане, а также анализ метеоданных за много лет.

Среднегодовая температура в Каракумах выше, чем в других уголках нашей страны и регионах Центральной Азии. Если этот показатель по Туркменистану в среднем равен 0,18-0,2 оС, то в Северных Каракумах в 1990-2001 годах он был выше на 1,4 оС, а в засушливые годы (1997-2001 гг.) – на 2,1-2,8 оС, в северо-западном Туркменистане – на 1,2 оС, в Центральных Каракумах – на 1,0-1,3 оС, Восточных Каракумах - на 0,8-0,9 оС, в периоды засухи (1999-2001 гг.) – 1,3-1,6 оС. Согласно метеоданным, средние многолетние осадки значительно уменьшились с юга на север: в юго-западном Туркменистане 196 мм, Восточных Каракумах и на юге Центральных Каракумах – 131-132 мм, на севере Центральных Каракумов и в Северных Каракумах – 120-125 мм. Периоды засухи, умеренного климата и осадков в различных регионах Каракумов значительно варьируется год от года, также как и количество выпадающих осадков в эти периоды. В последние годы в Каракумах преобладает засуха. Периодичность засухи (1990-2001 гг) в Северных Каракумах составляет 48-50 процентов, на севере Центральных Каракумов и Унгузе – 44 процента, Восточных Каракумах и на юге Центральных Каракумов – 37-38 процентов. Периоды умеренности в среднем по регионам составляет 27-30 процентов, а осадков уменьшается от 33-34 процентов в Восточных Каракумах и на юге Центральных Каракумов до 23-26 процентов в Северных Каракумах и на севере Центральных Каракумов [1].

Для оценки оптимальных условий для роста весенних трав в Каракумах нужно определить уровень осадков, выпадающих в декабре-апреле, и среднюю десятидневную температуру в феврале-апреле. Результаты наблюдений показывают, что для хорошего роста трав (десятидневный рост 0,6-0,8 ц/га) необходимо наличие влаги не меньше 8-11 мм в слое почве до 50 см и средняя десятидневная температура воздуха в 12-13 оС. При других показателях температуры воздуха в этот период урожайность варьируется от 0,1-0,5 ц/га. Ухудшение экологии пастбищ в годы засухи может привести к уменьшению средней многолетней нормы урожайности на 29-56 кг/га в Центральных Каракумах, 45 кг/га в северо-западном Туркменистане, 6-17 кг/га в Северных Каракумах, 18-40 кг/га в Южных Каракумах. Снабжение влагой пастбищных растений в период вегета-

ции существенно варьируется в годы пониженной, умеренной и повышенной засухи.

В годы продолжительной засухи и высокого уровня запылённости в Каракумах значительно уменьшают растительный покров земли. В мае- сентябре 2008 года, который был одним из засушливых, в течение 26 дней в Дарвазе наблюдался высокий уровень пыли: 34 часа продолжали пыльные бури, 149 часов – местные пыльные ветры, в Учаджы – 1 и 253 часа соответственно в течение 35 дней, а в 2005 году в Ербенте – 11 и 64 часа на протяжении 15 дней. Скорость основной части ветров, вызывающих запылённость воздуха в Каракумах и прилежащих районах в годы засухи, составляет 7-10 и 11-14 м/с, а меньшей части – 15-18 м/с. Методом седиментации было установлено, что в годы засухи (V-IX месяцы 2008 года) объём выпадающей с атмосферы на поверхность земли пыли в Куняургенче достигал 187 кг/га, Шасенеме – 111 кг/га, а в Дарвазе – 260 кг/га. Средняя минерализация полученных образцов пыли достигает 32, 39 и 8 % соответственно.

Можно констатировать, что минерализация пыли в несколько раз выше в северных оазисах, чем в Каракумах. Синоптические условия возникновения пылевых бурь, направляющихся в Каракумы, зависят в основном от западных, северо-западных и северных холодных воздушных потоков, юго-западной, южной и юго-восточной границ антициклона, а также от южного циклона [2].

Таким образом, результаты наблюдений за повышением уровня температуры, засухи и пыли в различных регионах Каракумов в условиях изменения климата позволят спрогнозировать опасные метеорологические явления, оптимизировать работу по борьбе с опустыниванием, улучшить экологию пастбищ и условиях жизни местного населения.

Список использованной литературы

1. Гендлер Т., Нурбердиев М. Оценка современного состояния и прогноз продуктивности пастбищ Каракумов. – А.: Ылым. 2003. – 56 с.

2. Nurberdiýew N. G. Garagumda howanyň tozanlylygy, olaryň ýaýraýşy, möçberi we düzümi // Türkmenistanda ylym we tehnika. №3. 2010.

3. Орловский Н. С., Мамедов Б. К., Орловская Л. С., Нурбердыев Н.К. Синоптические причины образования пыльных бурь в Туркменистане // Проблемы освоения пустынь. 2015. №1-2.

Влияние кроновых вод основных древесных пород на скорость разложения листового и хвойного опада Звенигородской биостанции МГУ

Помогаева Екатерина Павловна
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: katerinirypo@mail.ru

Главнейшая Мониторинг содержания углерода и азота в осадках и кроновых водах проводится для прогноза и контроля изменений, которые влияют на устойчивость лесных экосистем. Изучения влияния дождевых вод на разложение органического вещества в лесных экосистемах позволит получить более точное представление о взаимосвязи составляющих циклов углерода и азота.

Цель работы – оценка влияния химизма кроновых вод лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ на скорость разложения листового и хвойного опада.

Мониторинг состава дождевых вод проводился в 3-х типах леса: ельник, липняк, березняк на территории Звенигородской биостанции МГУ. Для сбора вод использовались осадкосборники, расположенные в разных частях лесной мозаики (под кронами и в межкроновом пространстве), а также на открытом пространстве. Сбор вод производился под разными видами деревьев: сосна, ель, береза, липа. Дождевые воды собирались 1-2 раза в месяц с июня по август 2024 года.

Для оценки влияния химизма кроновых вод (сосны, ели, березы, липы) на скорость разложения опада (листья липы, хвоя сосны) проводился лабораторный модельный опыт. Для этого опад полностью очищался от посторонних фракций и размалывался на мельнице. Навески опада помещали в пластиковые пробирки, увлажняли кроновыми водами до полной влагоемкости и оставляли в открытом состоянии инкубироваться в термостате на протяжении месяца до достижения воздушно-сухого состояния. На основании изменения воздушно-сухой массы в течение 5-ти месяцев рассчитывалась константа скорости разложения органического вещества.

На протяжении летнего периода 2024 года содержание органического углерода и общего азота в дождевых водах, собранных на открытом пространстве (без влияния древесных пород), практически не изменялось и находилось в диапазоне от 5 до 6 и от 2 до 3 мг/л соответственно. В то же время в межкроновом пространстве под влиянием древесной растительности содержание растворимых соединений C и N возрастало до 7-12 и 2-3 мг/л соответственно.

Максимальная концентрация растворенного углерода и азота наблюдались под кронами липы (18-26 и 1–7 мг/л соответственно) и ели (16-23 и 3-4 мг/л соответственно). Под кронами березы (12-14 и 2–3 мг/л соответственно) и сосны (9-20 и 1–4 мг/л соответственно) содержание этих элементов было заметно меньше, что может быть обусловлено особенностями этих древесных пород: биохимическим составом и разной плотностью крон. На протяжении 3-х летних месяцев выраженной динамики концентрации растворимых соединений C и N не наблюдалось.

Нами была выдвинута гипотеза о том, что при внесении кроновых вод липы и березы в опад скорость его разложения будет возрастать за счёт поступ-

ления низкомолекулярного органического вещества и элементов минерального питания. А при внесении кроновых вод сосны и ели скорость разложения опада должна, напротив, замедляться под влиянием полифенольных соединений, ингибирующих активность микроорганизмов.

Однако, ожидаемого ускорения разложения опада при внесении в него вод лиственных пород деревьев не происходило. При этом как и ожидалось вне зависимости от типа опада внесение «еловых» вод замедляло разложение; «сосновые» воды замедляли его только при разложении хвои сосны. Более того, неожиданно для нас, при внесении в опад сосны вод лиственной породы (березы) также происходило замедление разложения. Это также может быть обусловлено также высоким содержанием полифенолов, вымываемых из берёзы.

В целом, как следует из результатов моделирования оценки скорости разложения опада, согласно «модели двойной экспоненты», можно говорить о том, что за 5 месяцев опыта разлагалась в основном только легкоразлагаемая часть опада.

Работа выполнялась по соглашению № ВИП ГЗ 24-19 от 11.03.2024 г. (рег. № 123030300031-6).

Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель»

Влияние антибиотика ципрофлоксацина на микробный метаболический коэффициент в почвах разных типов

Батаков А.Д.
Аспирант
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: batutan70@gmail.com

В последние годы крупномасштабное и зачастую неконтролируемое применение фармацевтических препаратов приводит к их накоплению в объектах окружающей среды. Помимо формирования пула резистентных микроорганизмов, фармпрепараты и остатки антибиотиков могут выступать триггерами негативных процессов, угрожающих устойчивому функционированию экосистем. Исследования влияния почвенных условий на биологическую активность антибиотиков необходимы для нормирования - установления предельного содержания антибиотиков, при котором устойчивое функционирование почв не нарушено.

Работа посвящена исследованию действия антибиотика ципрофлоксацина (Cip), широко применяемого медицине и ветеринарии, на состояние микробных сообществ четырех типов почв разного генезиса, различающихся, в числе прочего, содержанием органического углерода: чернозём (Воронежская область, $C_{орг}$=4,48%), урбанозём (республика Адыгея, $C_{орг}$=1,15%), дерново-подзолистые почвы S1 (Московская область $C_{орг}$=2,51%) и S2 (Московская область, $C_{орг}$=2,07%).

Цель работы - сравнить степень нарушенности почвенных микробных сообществ в разных типах почв под воздействием антибиотика ципрофлоксацина.

С помощью метода газовой хроматографии в модельных экспериментах получены данные базального и субстрат-индуцированного дыхания, рассчитаны показатели микробной биомассы и метаболический коэффициент QR как индикатор нарушенности микробных сообществ [1,2]. Результаты свидетельствуют, что антибиотик в испытанных дозах слабо влияет на метаболическую активность и микробную биомассу. Максимальное значение QR (0.43) наблюдалось при 1200 мгCip/кг в урбаноземе, Показатель K_{QR}, представляющий отношение QR в образцах с Cip к QR в контроле, и характеризующий степень влияния поллютанта на микроорганизмы, приведен в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика степени нарушенности микробных сообществ почв под воздействием антибиотика ципрофлоксацина по показателю K_{QR}

Ципрофлоксацин (Cip), мг/ кг	Урбано-зем	Дерново-подзолистая S1	Дерново-подзолистая S2	Черно-зем
100	1.13/слаб	1.00/отс	0.77/отс	0.91/отс
300	1.29/слаб	0.72/отс	1.13/слаб	0.74/отс
600	1.51/слаб	1.10/слаб	1.13/слаб	1.32/слаб
1200	1.70/слаб	1.28/слаб	1.33/слаб	2.36/средн

В итоге, можно заключить, что токсичность ципрофлоксацина в дозах 100-1200 мг/кг по отношению к микроорганизмам исследованных почв невысока, однако в зависимости от исходного состояния микробиома, наблюдается градация нарушенности в диапазоне от отсутствия реакции до среднего уровня нарушенности.

Автор признателен научному руководителю проф. Тереховой Вере Александровне и аспиранту Деревенец Елизавете Николаевне за помощь в работе.

Исследования выполняются в рамках проекта РНФ 25-24-00486.

Литература

1. Ананьева Н.Д. *Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв*. 2003. 224 с.

2. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Демкина Т.С. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям // Почвоведение. 2002. № 5. С. 580–587.

Оценка нейтрального баланса деградации земель приморского края

Киракосян М.А

Студентка

[1]Московский авиационный институт

Кафедра экологии, системы жизнеобеспечения и безопасность жизнедеятельности, Москва, Россия

E-mail: marlena.kirakosyan.02@mail.ru

Для оценки деградации земель был использован индикатор продуктивности растительности, который измеряется с помощью нормализованного разностного индекса растительности (NDVI). Этот индекс рассчитывается на основе данных спутникового мониторинга и отражает способность земли поддерживать рост растений. Высокие значения NDVI указывают на здоровую растительность, тогда как низкие значения могут свидетельствовать о деградации почвы. Вторым индикатором является растительный покров. Наличие густого и разнообразного покрова играет важную роль в предотвращении эрозии почвы и поддержании биоразнообразия. Третий индикатор – содержание органического углерода в почве. Органический углерод является ключевым показателем здоровья почвы, его снижение может свидетельствовать об утрате плодо-

родия и деградации земель. Для оценки этого показателя были проведены анализы почвы с целью выявления изменений содержания органического вещества в пределах исследуемой территории.

В результате проведенных расчетов нейтрального баланса деградации земель, используя три вышеупомянутых индикатора, было установлено, что значительная часть территории Приморского края не подвержена угрозой деградации. Сравнение полученных данных с фактической продуктивностью сельскохозяйственных культур, выраженной в форме NDVI, показало наличие позитивных тенденций. В частности, выявлена позитивная тенденция NDVI, что подтверждается улучшением состояния растительного покрова и стабильным состоянием содержания органического углерода в почве.

В заключение, для предотвращения дальнейшей деградации земель в Приморском крае необходимо внедрение комплексных и устойчивых мер, включающих агролесомелиорацию, севообороты, снижение применения химических удобрений, восстановление деградированных земель, создание эффективных систем орошения и водного управления. Эти меры, направленные на восстановление плодородия почв и сохранение биоразнообразия, обеспечат устойчивое землепользование и долгосрочную экологическую стабильность региона.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01050.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры 614 МАИ С. С. Огородниковым

Анализ фитоэффектов песчаной почвы, в разной степени загрязнённой мазутом, на тест-виды *Avena sativa и Sinapis alba*

Ломоносов М.С., Сериков К.П.

Студент

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

E-mail: mikhaellomonosov@ya.ru

Для ликвидации последствий аварийного разлива мазута в районе Анапы ведется активный поиск средств и способов ликвидации последствий загрязнений и ремедиации природных экосистем. В частности, ставилась задача оценить эффективность механической очистки загрязненных участков путем снятия верхнего слоя песчаной почвы прибрежной полосы.

В лабораторию для оценки токсичности образцов из трех зон в разной степени загрязнения были доставлены 9 образцов почвы с указанием номеров и условной степени загрязнения участков отбора образцов: №№ 1,2,3 –«чистый», 4,5,6 – «визуально чистый» (после механического удаления верхнего замазученного слоя и 7,8,9 - «грязный».

Задачу оценки острой фитотоксичности образцов песка решали с помощью аппликатного фитотеста к двум видам тест-растений: *Avena sativa и Sinapis alba* в одноразовых пластиковых планшетах согласно методике Фитоскан [1]. На образец 30 семян овса х 10 вариантов с контролем = 300 шт. семян, 45 семян горчицы х 10 вариантов = 450 шт. По окончанию экспозиции учитывали длину корней и рассчитывали фитоэффект торможения.

Результат оценки токсичности образцов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Среднее значение длины корня *Sinapis alba* и *Avena sativa* в образцах песка с участков в разной степени загрязнения мазутом, мм

Тест-растения	Длина корня проростков растений, мм									
	Контроль	Чистый			Визуально чистый			Грязный		
	К	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Sinapis alba	51,91	80,36	83,78	81,17	42,84	68,01	65,79	35,96	44,57	68,92
Avena sativa	73,29	80,63	81,73	83,5	81,16	97,43	71,93	38,29	86,5	90,08
	Фитоэффект торможения (ФЭТ, %) относительно образца чистого песка (№1									
	Чистый				Визуально чистый			Грязный		
Sinapis alba	-	-	16,21	18,83	**57,16**	**31,99**	**34,20**	**64,04**	**55,43**	**31,08**
Avena sativa	-	-	18,26	16,5	18,83	2,56	**28,06**	**61,70**	13,43	9,91

Результаты оценки фитотоксичности подтвердили более высокую чувствительность к загрязнению *S. alba* по сравнению с *A. sativa* и согласуются с визуальный градиентом загрязнения песчаных почв мазутом. Пробы с чистых участков не были токсичными по отношению к обоим видам тест-растений. Образцы с ФЭТ > 20% отнесены к токсичным (5, 6, 9), а с ФЭТ >50% классифицируются как обладающие острой фитотоксичностью (4, 7, 8).

В целом же, скрининговые исследования фитоэффектов исследованных образцов и варьирование показателей не дают оснований заключить, что удаление грязного слоя песчаной почвы гарантирует ее надежную повсеместную очистку, безопасную для роста высших растений. Мозаичное распределение пятен мазута на прибрежной территории затрудняет оценку эффективности технологии экскавации. Однако, полученные данные позволяют ожидать снижение негативного эффекта загрязнения в случае применения такой технологии и на наземные, и на водные экосистемы.

Литература

1. Методика измерений биологической активности почв, субстратов растений, гуминовых веществ методом биотестирования «Фитоскан-2» ФР.1.31.2020.38716

Анализ почвы районов города Перми на содержание яиц гельминтов

Милюкова В.А.
студент
ФГБОУ ВО «Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет»
институт пищевых производств и биотехнологии, Казань, Россия
E–mail: vikylyu2005@gmail.com

Аннотация: Гельминтозы представляют опасность для здоровья населения, особенно детей. Данное исследование посвящено анализу почв различных районов города Перми на наличие яиц гельминтов. В работе использовался метод, основанный на флотации с перекисью водорода. Результаты исследования показали наличие яиц гельминтов в пробах из Мотовилихинского и Крохалевского районов, причем заражение выявлено даже на территориях, предназначенных для детей. Свердловский район показал наименьшую степень загрязнения. Полученные данные позволяют оценить степень безопасности различных зон города и подчеркивают необходимость соблюдения правил гигиены.

Список литературы

1. Н.Т. Турбабина Оценка влияние климатических факторов на риск заражения аскарадизмом в России стр.3-13

2. ТПУ Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб стр. 2

3. Научная статья. Detecting and enumerating soil-transmitted helminth eggs in soil: New method development and results from field testing in Kenya and Bangladesh- https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0005522

4. Методические указания МУК 4.2.2661-10 "Методы санитарно-паразитологических исследований" гл. 4

5. Устойчивость яиц гельминтов к неблагоприятным физическим, химическим и биологическим факторам окружающей среды https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-yaits-gelmintov-k-neblagopriyatnym-fizicheskim-himicheskim-i-biologicheskim-faktoram-okruzhayuschey-sredy-obzor/viewer стр.14-17

6. Обследования почвы на яйца гельминтов - https://cyberleninka.ru/article/n/obsledovaniya-pochvy-na-yaytsa-gelmintov/viewer стр. 70-75

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗОН ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ ДЛЯ НУЖД ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Новак К.Н., Огородникова С.В.

Московский авиационный институт, аэрокосмический факультет, Москва, Россия

E-mail: 404ksu@mail.ru

В условиях современных вызовов перед аграрным сектором стоит задача повышения эффективности и устойчивости производства. Одним из ключевых инструментов в этом направлении является технология точного земледелия, позволяющая более рационально использовать ресурсы и увеличивать урожайность.

Для успешной реализации методов точного земледелия необходимо подробное исследование почвенных характеристик конкретной территории. Важной составляющей этого анализа является определение зон с различной продуктивностью почв, что способствует точному распределению удобрений и других агротехнологических воздействий.

Оценка продуктивности культур традиционно осуществляется с использованием вегетационных индексов, таких как NDVI, SAVI и других.

Исследуемая территория — сельхозугодья, расположенные рядом с селом Коптево Рассказовского района Тамбовской области.

В рамках исследования были выполнены следующие этапы:

С геоинформационного ресурса Copernicus были загружены облачно-свободные спутниковые снимки Sentinel-2, охватывающие летние периоды с 2020 по 2024 год.

Сформирована база данных, содержащая спектральные характеристики почв по 9 каналам. Для поля площадью 200 гектаров получено около 20 тысяч пикселей с данными. Учитывая 15 снимков за 5 лет, объем массива достиг 2,7 миллиона записей. Все данные были подвергнуты нормализации.

С целью выделения зон продуктивности применялись различные методы кластеризации, включая вариации метрик расстояний (например, Чебышёва, евклидова) и алгоритмов объединения кластеров (метод Варда, центроидный, попарное среднее, ближайших и наиболее удалённых соседей и др.).

На основе кластерного анализа с помощью ПО QGIS 3.10.14 были построены картограммы зон продуктивности и рассчитаны коэффициенты корреляции.

В ходе полевых исследований летом 2024 года проведена проверка разработанной методики, которая подтвердила статистически значимую связь между выделенными зонами и реальными показателями плодородия почв.

Полученные результаты могут быть применены для создания стратегий точного земледелия, учитывающих как спектральные характеристики растительности, так и особенности почвенного покрова, что в конечном итоге способствует повышению урожайности.

Прогнозирование показателей плодородия почв на основе спектроотражательных характеристик

Огородников С.С.
Доцент
[1]Московский авиационный институт
Кафедра экологии, системы жизнеобеспечения и безопасность жизнедеятельности, Москва, Россия
E-mail: sir.ogorod@yandex.ru

Технологии искусственного интеллекта все активнее внедряются в различные отрасли производства и научные направления. Сложность их интеграции в почвоведении связана с тем, что почвенные анализы дорогие и трудоемкие, поэтому сбор представительной базы данных большого объема представляет сложности.

Объект исследования – почвы на землях сельскохозяйственного назначения Приморского края. В рамках агрохимических обследований на территории было отобрано 4500 проб почв, одна смешанная проба из 10-и точек с 10 га.

С портала Copernicus были скачены безоблачные снимки Landsat данной территории с распаханной почвой (апрель-май) и за вегетационный период (июнь-июль). Для каждой точки отбора были определены значения каналов спектроотражательной способности почвы и растений, рассчитан вегетационный индекс NDVI. Данные по пикселям, соответствующим участкам в которых проводился отбор, проб были усреднены. Таким образом сформирована база данных содержащая 4500 строк и порядка 30 столбцов.

Имеющаяся база данных была разделена на две выборки: обучающую и тестируемую. Разработанная рекуррентная нейронная сеть обучалась на выборке 3500 образцов, а затем осуществляла прогноз различных показателей плодородия для выборки в 1000 значений. Точность предсказаний содержания гумуса – 71%, гидролитическая кислотность 72%, pH – 86%.

Результаты позволяют снизить расходы на проведение агрохимических обследований и устанавливать диапазоны значений показателей плодородия по данным дистанционного зондирования.

По результатам исследования оформлен патент на базу данных и три программы для ЭВМ. Один из патентов коммерциализирован – правообладателем является ООО «МГУЛАБ».

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01050, https://rscf.ru/project/23-74-01050/

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

Исследование сточных вод в целях снижения их негативного воздействия на объекты городской среды

Рябова Н.В.
Студент
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: nadyawain@gmail.com

Одними из главных источников загрязнения вод являются промышленные предприятия и бытовая жизнедеятельность человека, которые в основном сконцентрированы в пределах городских поселений. Характер и концентрация загрязнений могут оказывать разнообразное влияние на состояние воды в водоемах, почву, растительность и другие природные объекты городской среды. Ухудшение состояния вод в рамках городской черты может сократить возможности использования городских территорий для рекреации и отдыха горожан. В городах количество сточных вод продолжает увеличиваться в связи с увеличением числа городских жителей. Не на всех предприятиях правильно работают очистные сооружения, и ПДК сточных вод часто превышает допустимые нормы. Цель работы – решение актуальных вопросов исследования негативного воздействия сточных вод на объекты городской среды и разработка рекомендаций по его снижению.

Так как в настоящее время наработан определенный опыт проведения судебных экологических экспертиз, связанных с исследованием сточных вод, в работе в качестве примера была рассмотрена комплексная судебно-экологическая экспертиза. Источником загрязнения являлась точка сброса с очистных сооружений на земельных участках. Для проведения исследования были отобраны пробы воды. Загрязненность вод оценивалась по результатам гидрохимических и токсикологических исследований отобранных проб воды, токсичность – по результатам биотестирования. Установлено, что концентрации загрязняющих веществ в составе сточных вод, разрешённых к сбросу, превышают пороговые уровни содержания веществ в исследуемом водном объекте относительно ПДК нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [1].

Приведены примеры природоохранных мероприятий с использованием средств и методов для обеспечения защиты городской среды от воздействия загрязненных сточных вод промышленных стоков: предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод; содержание в исправном состоянии очистных, гидротехнических и других водохозяйственных сооружений и технических устройств; наличие контрольно-измерительной аппаратуры по определению качества забираемой и сбрасываемой в водный объект воды и соблюдение сроков ее государственной аттестации; соблюдение установленных лимитов забора воды и сброса сточных вод; разработка инженерных мероприятий по предотвращению аварийных сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, по обеспечению экологически безопасной эксплуатации водозаборных сооружений и водных объектов.

Литература:

1. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (действующая редакция) // Консультативно-правовая система «Консультант Плюс».

Оценка деградации почв на территории МГУ имени М.В. Ломоносова на Ленинских горах

Силин С.И., Макаров О.А.
Студент, профессор, д.б.н.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
E-mail: savva-silin@bk.ru

Почвенный покров кампуса МГУ на Ленинских горах подвергается значительной антропогенной нагрузке, что напрямую связано с активной урбанизацией, интенсивной рекреационной деятельностью, историческими изменениями ландшафта [3]. В сравнении с зональными почвами, городские почвы МГУ характеризуются трансформированными свойствами, прежде всего, их верхних горизонтов.

С целью оценки текущего состояния почв и определения степени их деградированности на территории кампуса МГУ было выбрано три объекта:

1) Участок на территории Большого газона МГУ, расположенный вблизи пересечения Университетского проспекта и Университетской площади;
2) Участок на территории Малого газона МГУ, расположенный вдоль Университетского проспекта;
3) Участок вдоль проспекта Вернадского вблизи 1-го Гуманитарного корпуса МГУ.

На каждом из объектов был проведен отбор смешанных поверхностных проб (на глубине 0-10 см) по сетке с дальнейшим лабораторным определением следующих свойств почвы: физико-химические (pH_{KCL}, pH_{H2O}) и химические (содержание подвижного P_2O_5 и K_2O, содержание гумуса). В камеральный период осуществлена оценка степени деградации исследуемых почв в соответствии с действующими методиками [1, 4] и нормативными показателями, установленными для почв города Москвы (ПП от 27.07.2004) [2].

В результате проведенной оценки деградации почв кампуса МГУ установлено, что средние значения величин гумуса и pH, в целом, соответствуют нормативным показателям. Однако на отдельных точках выявлена 1-я (слабая) степень деградации почв по показателю уменьшения кислотности и увеличения содержания гумуса относительно нормативов.

По показателю увеличения содержания обменного калия по сравнению с нормативами наблюдается деградация 3-й (сильной) и 4-й (очень сильной) степеней. Сильнее всего по данному показателю деградированы почвы на участке, расположенном на Малом газоне МГУ. Аналогичная ситуация отмечается и по показателю увеличения содержания подвижного фосфора: обнаружены 3-я и 4-я степени деградации. При этом преобладающая часть площадей с деградирован-

ными почвами по данному показателю совпадает с площадями деградации по показателю увеличения обменного калия, что может свидетельствовать об общих причинах деградационных процессов для этих двух показателей.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки комплекса мер по восстановлению почвенного покрова кампуса МГУ.

Литература

1. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель (Утверждена Минприроды России и Роскомземом, 1994 г.).

2. О повышении качества почвогрунтов в городе Москве // Постановление Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 года.

3. Стома Г.В. / Характеристика и экологическое состояние почв территории МГУ имени М.В. Ломоносова / Г. В. Стома, Е. В. Ахадова // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2015. №1. – С. 31.-35.

4. Экономика деградации земель и продовольственная безопасность регионов России/Под редакцией О.А. Макарова / О. А. Макаров, Д. Р. Абдулханова, А. С. Балджиев и др. — М.: ООО МАКС Пресс, 2022. — 320 с.

Значение понятий «земля», «грунт», «почва» в рациональном природопользовании и землеустройстве

Хомяков М. Д.

Студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет по землеустройству», Москва, Россия

E–mail: khommatzxc@gmail.com

Землеустройство - территориальная основа природопользования и устойчивого развития [1, 2], предусматривающего использование компонентов окружающей среды, которыми являются земля и почва (Ст. 1 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»). Федеральным законом от 10.07.2023 № 297-ФЗ в нее было добавлено понятие «грунт» - поверхностный слой земли, состоящий из минеральных и (или) органических веществ и «вечномерзлый грунт» - грунт, находящийся в криогенном (мерзлотном) состоянии более трех лет подряд. Является ли грунт компонентом окружающей среды? В каких случаях следует применять эти три, существующие одновременно понятия?

В Федеральном законе от 19.07.1997 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» в ст. 1 закреплено, что агрохимикаты - удобрения (минеральные, органические, органо-минеральные, микробиологические), химические мелиоранты, предназначенные для питания растений и регулирования плодородия земель (почв). Таким образом, эти понятия отождествляются, земли и почвы обладают плодородием, а грунты, - следовательно, нет? Однако, с точки зрения природопользования, именно на грунте представлен таежный и тундровый растительной покров, особенно в северных регионах страны.

С 01.04.2021 введен в действие Приказом Росстандарта от 30.09.2020 № 707-ст национальный стандарт РФ ГОСТ Р 59055-2020 «Охрана окружающей

среды. Земли. Термины и определения». Согласно ему, «земли» - значительная по площади территория, на которой могут быть представлены разные типы почв, но имеющая конкретное хозяйственное назначение (сельскохозяйственное, рекреационное, лесопользование и пр.). Земельный участок как объект права собственности и иных предусмотренных прав на землю является недвижимой вещью, которая представляет собой часть земной поверхности и имеет характеристики, позволяющие определить ее в качестве индивидуально определенной вещи.

Право осуществлять агропроизводство на землях сельскохозяйственного назначения, одновременно - право на использование расположенных на нем почв или грунта? Согласно п. 32 ст. 1 Федерального закона от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений» «почва» - компонент природной среды, состоящий из минеральных и органических частей, которые обеспечивают жизнедеятельность растений. К понятию «почва» не относятся торф, песок, грунт глубокого залегания, компост, а также искусственно созданная среда обитания растений.

Проведенное исследование показало, что для землеустройства и природопользования следует провести уточнение и разграничения сфер действия одновременно существующих в праве терминов: «земля», «почва», «грунт», а так же определить нормы, характеризующие их состояние и возможное использование.

Литература

1. Совершенствование системы управления землями сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации на основе ретроспективного анализа их состояния и использования / Под редакцией С.Н. Волкова. М.: ГУЗ. 2024.

2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году. Проект Государственного доклада. М.: Минприроды России. 2024.

Подсекция «Почва-углерод-климат»

Экологическая оценка пулов углерода в экосистемах сосновых лесов г. Курска

Восковская Екатерина Вадимовна
студент
Курский государственный университет
естественно-географический факультет, Курск, Россия
E–mail:voskantel@gmail.com

Запас углерода в древесине леса является ключевым фактором в контексте изменения климата и устойчивого управления природными ресурсами. Изучение запасов углерода в древесине помогает оценить потенциал лесов как углеродных стоков и разрабатывать стратегии для сохранения и восстановления лесных площадей. За счет процессов депонирования и эмиссии углерода леса участвуют в регулировании климата Земли. Потоки углерода можно связать с продуктивностью лесных насаждений, а именно с запасом древесины и ее приростом, так как основная часть фитомассы лесов сосредоточена в деревьях. Леса России поглощают до 1,6 млрд тонн CO_2 в год. Такие данные показал первый этап государственной инвентаризации лесов, который был завершен в 2021 году ФГПУ «Рослесинфорг».

Цель – экологическая оценка почвенного пула углерода и пула биомассы древесных пород в неоднородных условиях городского урочища.

Урочище Парк – расположено в южной части города Курска близко к химическим энергетическим и машиностроительным производствам. Основной лесообразующей породой является Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris) возрастом от 70 до 100 лет. Урочище расположено в надпойменной террасе на левом берегу реки Сейм. Преобладающим типом почв является подзол иллювиально-железистый песчаный на легких флювиогляциальных древнеаллювиальных мономинеральных кварцевых песках. В условиях пространственной вариабельности факторов среды в течение вегетационного сезона 2023 г. исследовались: скорость почвенной эмиссии CO_2 (метод закрытых камер), динамика сезонного накопления и сезонных потерь органического углерода почвами (определения почвенного органического вещества метод Тюрина в модификации ЦИНАО), запасы органического углерода в биомассе древесных пород расчетный метод [1] по данным таксационных описаний. Статистическая обработка данных проводилась с применением программы Microsoft Excel 2010.

В ходе исследований выявлено, что детализированная оценка секвестрации и эмиссии углекислого газа почвами лесных экосистем с учетом разнообразия мезоэкосистем в разрезе одного ландшафта позволяет повысить точность оценки углеродного баланса на 4,8 – 7,0%. Установлено, что запасы органического углерода в серогумусовом горизонте ненарушенных песчаных почв сосняков г. Курска за один вегетационный сезон могут увеличиваться на 27,9% и достигать 28,5 т/га, а в нарушенных – снижаться на 16,5% (до 3,5 т/га $C_{орг}$). Выявлено, что запасы углерода в древесине разных кварталов урочища Парк варьируют от 14,1 до 127,6 т/га.

Литература

1. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.07.2022 N 69451), 17.02.2023 г., 257 с.

Потоки парниковых газов из почв агроэкосистем карбонового полигона «Чашниково» при выращивании сидератов и многолетних трав

Деревенец Елизавета Николаевна

аспирант

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

E-mail: lizaderevenets@yandex.ru

Наряду с другими регионами России, Московская область стоит перед вызовом глобальных климатических изменений, в то же время данная территория может служить уникальной экспериментальной площадкой для разработки углерод-секвестрирующих технологий [1]. Для оптимизации содержания органического вещества почвы актуально использование вместо чистого пара сидератов благодаря наращиванию корневой системы и фиксации CO_2 в фитомассе растений (в случае бобовых – и азота). Не меньшую практическую значимость имеют многолетние травы, повышающие качество почвы за счет накопления биомассы и установления сложных и часто долгосрочных связей с микробным сообществом почвы [2]. В последнее время уделяется отдельное внимание многолетнему травянистому растению – мискантусу с точки зрения перспектив накопления углерода за счет С4-фотосинтеза, малой требовательности культуры и высокой биопродуктивности, с широкими возможностями использования биомассы [2].

Цель работы – оценить потоки парниковых газов (ПГ) (CO_2, CH_4) из почв при выращивании сидератов (горчицы белой, вико-овсяной смеси), многолетних трав и мискантуса гигантского в рамках разработки агротехнологии с низкими выбросами ПГ, направленной на увеличение накопления органического углерода почвами. Объект исследования – агродерново-подзолистые почвы карбонового полигона Московской области «Чашниково».

Потоки ПГ измеряли с использованием оборудования ЦКП «Карбоновая долина» – портативной камеры Smart Chamber Li-Cor и мобильного газоанализатора Li-7810 после предварительного удаления надземной части растений (повторность трехкратная для каждой культуры) с контролем температуры и влажности почвы, ежемесячно в летний период 2024 года. В пик вегетации надземную фитомассу определяли методом укосов, подземную – отмыванием корней из почвенного монолита.

Почвы под всеми культурами являлись поглотителями атмосферного метана, причем более интенсивное поглощение отмечено в почвах под мискантусом и вико-овсяной смесью. Наибольшая эмиссия CO_2, как правило, наблюдалась из почв под многолетними травами, наименьшая – из почв под сидератом горчицей белой. Для всех культур, кроме многолетних трав, пик эмиссии приходился на июль, к началу августа наблюдалось снижение, тогда как почвы под многолетними травами стали выделять меньше CO_2 только к концу августа. Вико-

овсяная смесь характеризовалась наибольшей надземной фитомассой (более 1300 г·м$^{-2}$), а многолетние травы – наибольшей корневой массой (более 1100 г·м$^{-2}$), что объясняет повышенную эмиссию CO_2 из почвы под этими культурами. Важно отметить, что у мискантуса и многолетних трав доля подземной фитомассы превышала надземную, в отличие от сидератов.

Результаты исследования демонстрируют потенциал агротехнологий для увеличения секвестрации углерода при невысокой эмиссии парниковых газов в агроэкосистемах Московской области, но требуют дальнейших исследований и оценки баланса углерода.

Литература

1. Иванов А.Л., Столбовой В.С. 2019. Инициатива “4 промилле” – новый глобальный вызов для почв России // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. Вып. 98. С. 185-202.

2. Heaton E.A., Dohleman F.G., Miguez A.F., et al. Chapter 3 - Miscanthus: A Promising Biomass Crop, Editor(s): Jean-Claude Kader, Michel Delseny, Advances in Botanical Research, Academic Press, V. 56, 2010, P. 75-137.

Зависимость затрат электроэнергии на собственные нужды от КПД CO_2-турбины в компрессорных циклах

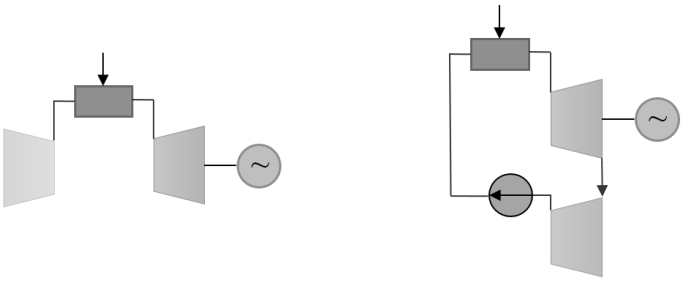
Корепанова Е.М.

Студент

Новосибирский государственный технический университет, факультет энергетики, Новосибирск, Россия

E–mail: korepanova.eve@yandex.ru

Международная климатическая повестка вынуждает снизить выбросы загрязняющих веществ от производства. Однако, переход к зеленой генерации энергии не решит проблему декарбонизации в полном объеме, поэтому мировая энергетика рассматривает альтернативные варианты решения – технологии на основе CO_2-цикла.



а) б)

Рис.1. Принципиальные схемы установок на основе CO_2-циклов: а) с одноступенчатым повышением давления компрессором (НГТУ); б) цикл Аллама

Были рассмотрены два цикла с нулевыми выбросами углекислоты (CO_2): с одноступенчатым повышением давления компрессором, представленный Новосибирским государственным техническим университетом (НГТУ), и с двухсту-

пенчатым повышением давления насосом и компрессором (цикл Аллама), [1]. В каждом цикле производится кислородное сжигание метана (CH_4), с последующим образованием углекислоты и водяных паров (H_2O), содержание которых не превышает 5%.

Проведен анализ данных технологий при разных значениях КПД CO_2-турбины ($\eta_{0i}^{CO_2}$). Можно видеть, что компрессор (Nк) и воздухоразделительная установка (Nвру) являются основными потребителем собственных нужд. При увеличении эффективности турбины затраты на воздухоразделительную установку и питательный насос высокого давления (Nпнвд) увеличиваются на ~1,5%, изменения затрат на топливный и кислородный насосы высокого давления (Nтнвд, Nкнвд) незначительны, а на компрессор и дутьевые вентиляторы (Nдв) изменений нет.

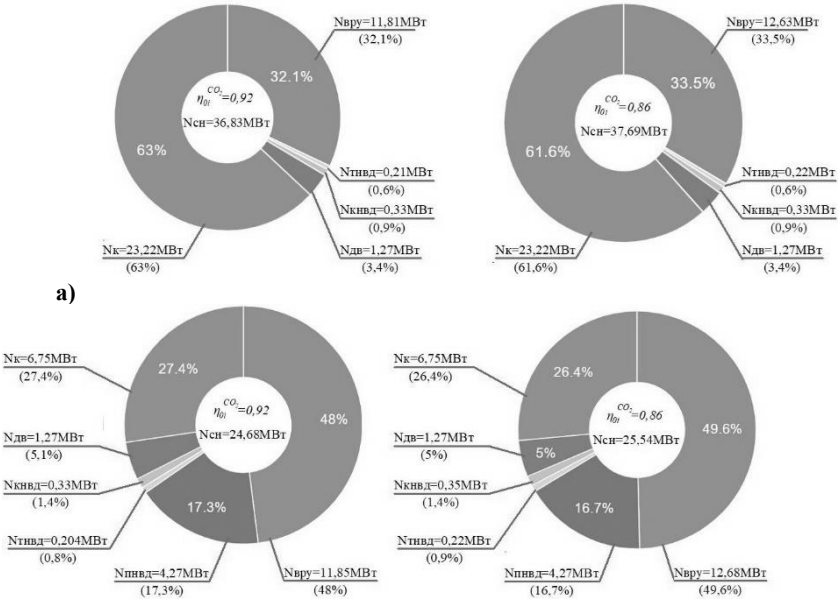


Рис. 2. Зависимость затрат электроэнергии на собственные нужды от КПД CO_2-турбины в компрессорных циклах: а) с одноступенчатым повышением давления компрессором (НГТУ); б) цикл Аллама, при единичной мощности установок 100 МВт

Литература

1. П. А. Щинников Методика анализа энергетических характеристик технических решений на основе паротурбинных установок с циклами Ренкина, газотурбинных и парогазовых установок с циклами Брайтона и установок с нулевыми выбросами с CO2-циклами / П. А. Щинников

Депонирование углерода экосистемами в течение постагрогенной сукцессии на территории УОПЭЦ МГУ «Чашниково»

Ловать Г.М.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: lovatgeorgy@gmail.com

Восстановление природных экосистем после сельскохозяйственного использования сопровождается изменением биогеохимических циклов, в частности накоплением органического углерода в почвах и растительных сообществах. В ходе исследования изучены три этапа постагрогенной сукцессии на территории учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ «Чашниково»:

1. Сенокос с мощностью дернины до 10 см, (нулевая стадия) - участок, периодически поверхностно обрабатываемый для предотвращения зарастания лесом.
2. Березняк <20 лет (первичное древесное зарастание) - участок, где прекратилось сельскохозяйственное использование, и произошло естественное зарастание древесной растительностью.
3. Вторичный ельник <80 лет (зрелый лес) - участок с устойчивым древесным пологом, сформировавшимся в результате продолжительной постагрогенной сукцессии.

По мере перехода экосистем от травяных сообществ к лесным происходит значимый рост надземной биомассы. Она увеличиваются от 0,43 кг/м^2 на сенокосе до 18,47 кг/м^2 и 25,54 кг/м^2 в березняке и ельнике соответственно, учитывая вклад древостоя.

Запасы почвенного углерода значимо не варьировали в зависимости от стадии сукцессии. В верхнем 30-сантиметровом слое почвы сенокоса содержится 46,5 тС/га, в березняке 55,5 тС/га, а в зрелом ельнике 48,1 т/га. Это может свидетельствовать о стабилизации углеродного баланса почвы после прекращения сельскохозяйственного использования, где темпы накопления органического вещества и его разложения находятся в относительном равновесии.

Соотношение C/N возрастает по мере перехода к лесным сообществам, что свидетельствует о постепенном переходе экосистемы к устойчивому состоянию. В травяных сообществах основная часть углерода аккумулируется в подземной биомассе, тогда как в лесных экосистемах большая часть углерода сосредоточена в древесном ярусе.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)

В лабораторном эксперименте внесение биоуглей повышает содержание органического углерода в почве не зависимо от присутствия вегетирующих особей мискантуса

Малахеева А.В.
Аспирант
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

Для регуляции содержания парниковых газов в атмосфере рекомендована разработка высокоэффективных долгосрочных технологий поглощения CO_2 [1]. К числу наиболее экономически доступных технологий относится связывание углерода в процессе фотосинтеза с переводом биомассы в биоугли с последующим депонированием их в почве. Биоуголь – богатый углеродом материал, получаемый при пиролизе биомассы, который обладает высокой устойчивостью к разложению. Для повышения секвестрационного потенциала системы почва – биоуголь – растение рекомендовано выращивать культуры с высокой интенсивностью фотосинтеза, к числу которых относят быстрорастущее высокотравное растение *Miscanthus sacchariflorus*. Мы предположили, что рост *M. sacchariflorus* может влиять на функционирование микробных сообществ и на состав органического вещества почвы, что может изменять устойчивость С биоуглей и органического вещества почвы и тем самым определяет баланс углерода в краткосрочном эксперименте.

Цель работы – оценка баланса углерода в почве с биоуглями и без биоуглей в лабораторном эксперименте в присутствии и отсутствии вегетирующих особей *M. sacchariflorus* как предполагаемой углеродотрицательной культуры.

Лабораторный эксперимент провели с 29.12.2023 по 24.04.2024 по двухфакторной схеме с оценкой взаимодействия факторов. Факторами были присутствие или отсутствие вегетирующих особей *M. sacchariflorus* и варианты субстрата: контрольная почва (без добавок) и внесение 2% трех разных биоуглей (из опила древесины *Betula pendula*; из биомассы *M. sacchariflorus*; из биомассы *Amaranthus cruentus*). Фактор «Вариант субстрата» включал только два варианта – контроль (Cont) и биоуголь (BI), то есть все варианты с биоуглями были объединены в одну выборку. На каждое сочетание условий приходилось по пять вегетационных сосудов, таким образом, экспонировали 40 сосудов. Исходная почва имела содержание $C_{орг}$ – около 2.9%. При внесении биоугля в почву заметно изменилось только содержание органического С, которое возросло на 0.74%.

Рабочие гипотезы проверяли, оценивая статистическую значимость влияния факторов в двухфакторном ANOVA. Расчет ANOVA реализовали по двум схемам. В каждом случае комбинации эффектов включали факторы «Вариант субстрата», «Присутствие / отсутствие *M. sacchariflorus*», а также их полные взаимодействия.

Во всех вариантах с биоуглем (с растениями и без растений) после окончания опыта отмечено достоверное увеличение содержания $C_{орг}$ в среднем на 13.23±1.75 г $C_{орг}$ / кг почвы за 117 дней, а среднее увеличение $C_{орг}$ в сосудах с почвой без биоугля – 3.81±0.69 г $C_{орг}$ / кг почвы. Этот факт свидетельствует о

продолжающихся процессах накопления $C_{орг}$ при внесении биоуглей. $C_{орг}$ в почве вариантов с мискантусом (с биоуглями и без биоуглей) после эксперимента оставался примерно на одном уровне. При этом присутствие растений не сопровождалось существенным накоплением $C_{орг}$ даже в варианте с наличием биоуглей. Таким образом, за весь период проведения опыта внесение биоуглей способствовало накоплению углерода, а наличие вегетирующих растений не влияло на мобилизацию почвенного $C_{орг}$.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования (тема FEUZ-2024-0011).

Литература

1. Russell L.M., Rasch P.J., Mace G.M., et al. Ecosystem impacts of geoengineering: A review for developing a science plan // J. Human Environ. 2012. Vol. 41(4), pp. 350–369.

«Использование непищевых культур для ускоренного накопления углерода в системе почва-растение на малоплодородных пашнях севера Московской области»

Морозова Е.Д., Деревенец Е.Н.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: katemorozova0519@gmail.com

В настоящее время мировое и российское сообщества уделяют значительное внимание проблеме изменения климата, вызванной избыточной эмиссией парниковых газов. Инициатива «4 промилле», принятая в Париже в 2015 году, подчеркивает потенциал пахотных почв для накопления углерода из атмосферы. В России значительная часть земель остается неиспользуемой из-за низкого биоклиматического потенциала. Использование культур, нетребовательных к условиям среды, может сделать земледелие на таких территориях экономически выгодным. Одной из перспективных биоэнергетических культур является Мискантус гигантский (Miscanthus giganteus), отличающийся способностью более эффективно поглощать углерод из атмосферы и депонировать его в биомассе и корневой системе.

Целью данного исследования является сравнение потенциала накопления углерода и интенсивность почвенной эмиссии CO_2 в системе почва-растение на пашне Карбонового полигона МГУ «Чашниково» на примере Мискантуса гигантского и многолетних трав.

На территории УОПЭЦ «Чашниково» (Московская область, Солнечногорский район) на участках агродерново-подзолистых почв под мискантусом и многолетними травами были заложены площадки, в пределах которых надземная фитомасса учитывалась методом укосов, подземная – отмыванием корней из монолитов. В растительных образцах были определены гигроскопическая влажность, а также содержание углерода и азота с помощью CHN-анализатора. Показатели надземной фитомассы мискантуса в летнее время превышали многолетние травы в 1,7 раз, корневой – 2,5 раз. К концу вегетации на участке с

мискантусом был проведен повторный учет его фитомассы, который выявил следующие показатели: надземная фитомасса увеличилась до 2587,4 г/м². Запасы углерода и азота, накопленные за весь сезон, составили 1104,9 г/м² и 7,9 г/м², соответственно.

С июня по октябрь 2024 года статическим камерным методом с использованием оборудования ЦКП "Карбоновая долина" проводились измерения эмиссии CO_2 почвами. Параллельно были учтены гидротермические показатели. Максимальная эмиссия CO_2 почвами под мискантусом наблюдалась в июле (11,57 гС/(м²·сут) при наибольшей температуре и оптимальной влажности, тогда как под многолетними травами – с начала июня по начало августа (10,71-11,36 гС/(м²·сут)). Вероятно, это связано с активным ростом тонких корней у мискантуса до середины июля, а у трав - более длительное время из-за периодического скашивания. Под мискантусом эмиссия CO_2 снижалась с начала августа и достигла минимальных значений в октябре (3,06 гС/(м²·сут)), так же, как и под многолетними травами (3,94 гС/(м²·сут)), что связано со снижением температуры почв и биологической активности.

Проведенные исследования показали, что мискантус способен давать значительный прирост как надземной, так и корневой биомассы, но в то же время вносить относительно небольшой вклад в эмиссию CO_2 почвами по сравнению с другими многолетними травами, что делает его перспективной культурой в аспекте секвестрации углерода.

Энергетическая целесообразность технологий на основе CO2-цикла в сравнении с традиционными

Мукашева А.М.
Студент
Новосибирский государственный технический университет, факультет энергетики, Новосибирск, Россия
E–mail: madam.mukashewa1@yandex.ru

Существуют исследования перспектив технологий на основе CO_2-цикла. В данных установках технологическая цепочка преобразований реализуется без выбросов углекислоты в атмосферу, а CO_2 используется в качестве рабочего тела. Для оценки эффективности таких установок необходимо сравнить их с традиционными циклами, проведя энергетический анализ.

Для сравнения были рассмотрены энергоблоки на базе конденсационной (К-210-130) и теплофикационной (Т-180-210) турбин и технология на основе CO_2-цикла с одноступенчатым повышения давления компрессором, представленный Новосибирским государственным техническим университетом (НГТУ). В качестве исходных данных были взяты термодинамические характеристики технологий производства электроэнергии, технические особенности исследуемых технологий и физические константы применяемых рабочих тел при известных или заданных технологическим процессом термодинамических характеристиках в расчетных точках.

Мощность каждого насоса определялась выражением, кВт

$$N_н = \frac{D \cdot v \cdot \Delta P}{\eta_н} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

В этом выражении: D – расход перекачиваемой жидкости через насос, кг/с; v – объем перекачиваемой жидкости, м3/кг; ΔР – напор, развиваемый насосом, Па; $\eta_н$– КПД насоса.

Коэффициент затрат энергии собственных нужд для энергоблока был определен по следующей формуле:

$$k_{сн} = \frac{1{,}005 \cdot N_{сн}}{N} \qquad (2)$$

Проведённый расчет [1] показал, что коэффициент собственных нужд для энергоблока с турбиной К-210-130 составил 4,2 %, для энергоблока с турбиной Т-182-210 и технологии на основе СО2-цикла - 6,9% и 4,7% соответственно. Результаты показывают, что показатели собственных нужд безуглеродных технологий могут быть сопоставимы с показателями традиционных установок при определенных условиях.

Литература

1. П. А. Щинников Методика анализа энергетических характеристик технических решений на основе паротурбинных установок с циклами Ренкина, газотурбинных и парогазовых установок с циклами Брайтона и установок с нулевыми выбросами с СО2-циклами / П. А. Щинников

Вклад напочвенного покрова в пулы углерода сосново-еловых лесов заказника «Звенигородская биостанция МГУ и карьер Сима»

Прозоров Александр Александрович

Студент

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

E-mail: a.a.prozorov@mail.ru

В современном мире интерес к вопросу глобального изменения климата и влияния человека на этот процесс неоспорим. В последнее время, этот интерес широко распространился на область практического управления лесами [1, 5]. Однако всё ещё стоит вопрос учёта напочвенного покрова при изучении лесов [1]. Литературные данные достаточно сильно варьируют, в зависимости от разнообразных глобальных и местных факторов. Так, значения фитомассы и запасов углерода могут изменяться в 5 раз при движении от зоны тундры к зоне широколиственных лесов [2, 3, 4]. Подобная вариабельность требует дальнейшего накопления статистических данных по напочвенному покрову, что позволит иметь более правильное представление о пулах и потоках углерода в различных наземных экосистемах.

Таким образом, целью работы является оценка вклада напочвенного покрова в пулы углерода сосново-еловых лесов ЗБС. В задачи работы, помимо собственно определения вклада, входили также определение видового состава и расчёт значений фитомассы и запасов углерода и азота в напочвенном покрове.

Объектами изучения являются сосново-еловый чернично-кисличный лес, который произрастает на дерново-элювозёмах. Отбор образцов в поле осуществлялся укосами по рамке и извлечением их из почвенных монолитов. В лаборатории образцы высушивались и взвешивались, а также измельчались для

последующего измерения содержания углерода и азота методом термокаталитического окисления на элементном анализаторе.

Проведённое исследование показало заметную вариабельность видового состава доминантов, фитомассы и запасов углерода и азота в зависимости от почвенных и экологических свойств. Вклад же напочвенного покрова в пул углерода изучаемого типа леса оказался достаточно незначительным.

Литература

1. Замолодчиков Д.Г. Системы оценки бюджета углерода в лесах. Москва 2012.

2. Кошурникова Н.Н. Бюджет углерода в темнохвойных лесах Южной тайги. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Красноярск. 2007

3. Щепащенко Д.Г., Щепащенко М.В. Запас углерода в подстилке и живом напочвенном покрове лиственничных лесов Северо-Восточной Якутии. // Лесное хозяйство 2000 №5.

4. Didion M. Extending harmonized national forest inventory herb layer vegetation cover observations to derive comprehensive biomass estimates. // Forest Ecosystems (2020) 7:16.

5. McBratney A.B., Stockmann U., Angers D.A. Challenges for soil organic carbon research // Soil carbon. Progress in soil science / A.E. Hartemink and K. McSweeney (eds). Springer International Publishing Switzerland. Part I. 2014. P. 3-16.

Эмиссия и секвестрация CO_2 темно-серыми почвами природных и антропогенных экосистем Курской области

Прокопова Дарья Олеговна

Студент

Курский государственный университет, естественно-географический факультет, Курск, Россия

E-mail: dashaprokopova.0208@mail.ru

Углерод является ключевым элементом в функционировании экосистем. Почвы выступают крупным наземным хранилищем углерода, содержащим больше углерода, чем атмосфера и растительность. Нативные темно-серые и серые почвы способны аккумулировать и сохранять ассимилированный из атмосферы углерод в довольно большом количестве, что способствует реализации углеродсеквестрационной стратегии. Пахотные агросерые почвы по потенциалу накопления углерода весьма перспективны. По современным оценкам регионы, с преобладанием агросерых почв в структуре земель сельскохозяйственного пользования, на которых реализуются углеродсберегающие агротехнологии, отличаются максимальной скоростью секвестрации углерода [1].

Цель работы – исследование пространственной вариабельности и временной динамики процессов углеродного цикла в темно-серых и агротемно-серых почвах.

Исследовались 6 типов природных, природно-антропогенных и антропогенных экосистем. Сезонная динамика почвенных потоков диоксида углерода оценивалась с применением метода статических закрытых камер. Содержание

органического вещества почвы определялось по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. Для определения продуктивности травостоя применяли метод укосов (пробные площадки – 0,25 м^2). Для исследования углерода фитомассы – метод сухого озоления. Повторность – трехкратная. Статистическая обработка данных проводилась с применением программы Microsoft Excel 2007.

Пространственная изменчивость эмиссии CO_2 с поверхности нативных и антропогенно-преобразованных темно-серых почв в большей степени определяется типом экосистемы и характером антропогенного воздействия на экосистему в целом и на почвы в частности. Выявлено, что количество эмитируемого CO_2 из темно-серых почв лесных экосистем может быть на 47,9 % больше, чем из агротемно-серых. В горизонте AU темно-серой почвы экосистемы леса в период с мая по октябрь накапливалось до 3,3 т/га $C_{орг}$. В свою очередь, травянистый покров садовой экосистемы накапливал на 13,3 – 28,0% больше углерода, чем травянистая фитомасса лесной или луговой экосистем. Отмечено, что повышенные концентрации тяжелых металлов в почвах газонных экосистем снижали скорость почвенной эмиссии CO_2 на 15,9%.

Литература

1. Романенков В.А., Мешалкина Ю.Л., Горбачева А.Ю., Добровольская В.А., Кренке А.Н. Прогноз динамики запасов углерода в почвах возделываемых земель европейской россии в контексте стратегии низкоуглеродного развития // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 4. С. 584-596.

Содержание и запасы неорганического углерода в почвах Ростовской агломерации

Скрипников П.Н., Носов Г.Н.

Младший научный сотрудник, кандидат биологических наук

Южный федеральный университет

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: skripnikov@sfedu.ru

Вопросы, связанные с изучением содержания и оценки запасов почвенного углерода, включая его важнейший компонент – неорганический углерод, в городских условиях являются актуальным и перспективным направлением, особенно в контексте глобальных изменений климата и нарастающей урбанизации [0].

Было исследовано содержание и запасы почвенного неорганического углерода (SIC) в поверхностном 0-10, а также 0-30, 0-50 и 0-100 см слоях почв городов. Образцы отбирали в разрезах и скважинах на участках, приуроченных к различным функциональным зонам Ростовской агломерации: промышленной, рекреационной, селитебной. В последней отдельно была выделена подгруппа ИЦ (исторический центр города – район старой застройки 18–19 вв.) зона. В качестве объекта сравнения был выбран участок территории Ботанического сада ЮФУ (фон). Содержание SIC было определено с использованием метода высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе углерода TOC-L CPN.

Установлено, что в среднем содержание SIC в 10-см слое для Ростовской агломерации составляет 0.59±0,38%. Наибольшее его содержание выявлено в промышленной зоне 0.84±0.22% с коэффициентом вариации (V = 26%). Далее содержание SIC в изученном слое снижается в следующем ряду функциональных зон: селитебная и ИЦ (0.64±0.40 и 0.54±0.22%) → фоновый участок (0.39±0.14%) → рекреационная зоны (0.21±0.26). При сравнении запасов SIC в изученных слоях не было выявлено достоверных отличий между селитебной и промышленной зонами. Была изучена доля запасов SIC в изученных слоях относительно метрового слоя. Для разных функциональных зон эти значения близки и статистический анализ не выявил достоверных различий. Исключением является рекреационная зона, которая, в силу низкого содержания SIC в верхней части профиля показывает, что практически 86% его запасов сосредоточено в нижнем 50-100 см слое [0]. В среднем для агломерации на слой 0-30 см приходится 28±10 % запасов SIC от метровой толщи, 46±14% в слое 0-50 см, 19±6% в слое 30-50, 54±14% в слое 50-100 см. Для промышленной и селитебной зон практически равные доли SIC (порядка 50%) сосредоточены как в слое 0-50, так и 50-100 см. Анализ профильного распределения SIC выявил сильную взаимосвязь между содержанием SIC и глубиной обора образцов для почв ненарушенного сложения (рекреационная зона), с низким антропогенным воздействием (r = 0.92) и высоким уровнем аппроксимации (R^2 = 0.84). Для селитебной и промышленной зон взаимосвязь не была подтверждена статистически.

Благодарности: «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00390 на базе Южного федерального университета, https://rscf.ru/project/24-27-00390/»

Литература

1. Churkina G. The role of urbanization in the global carbon cycle // Frontiers in Ecology and Evolution. 2016. V. 3. P. 144. https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00144

2. Skripnikov, P.N., Gorbov, S.N., Tagiverdiev, S.S., Salnik, N.V., Kozyrev, D.A., Terekhov, I. V., Nosov G. N., Melnikova, I.P. Carbon accumulation features in different functional zones of cities in the steppe zone // Environmental Monitoring and Assessment. 202, 196. – №196 (7). DOI: 10.1007/s10661-024-12773

Влияние кофейной шелухи и полимерного мелиоранта ГИПАН на эмиссию CO_2 (базальное дыхание) из дерново-подзолистой почвы в модельном эксперименте

Смольский Е.Ю.

Аспирант

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

E–mail: egorsmolsky@gmail.com

Антропогенное воздействие на окружающую среду, включая сельскохозяйственную деятельность, является одной из ключевых причин увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере, в частности углекислого газа (CO_2). Почва играет важную роль в глобальном цикле углерода, выступая как источником, так и поглотителем CO_2. В связи с этим изучение процессов эмиссии CO_2 из почвы и факторов, влияющих на этот процесс, приобретает особую актуальность. Одним из таких факторов является

применение мелиорантов и органических добавок, которые могут изменять физико-химические свойства почвы и, как следствие, влиять на интенсивность выделения CO_2.

В данном исследовании изучено влияние полимерного мелиоранта ГИПАН и кофейной шелухи (органическая добавка) на выделение CO_2 из пахотного горизонта (20 см) дерново-подзолистой почвы. Образцы почвы были отобраны на территории УОПЭЦ МГУ Чашниково Московской области, подвергнуты стандартной пробоподготовке. Эксперимент проводился в микрокосмах диаметром 10,5 см с высотой слоя почвы 1 см. Эмиссия CO_2 измерялась портативным газоанализатором каждые 2-3 дня в течение 14 дней [1,2].

Варианты опыта:

1. Контрольный: 100 г почвы + H_2O (дистиллированная).
2. Контроль + 4 г шелухи, распределенной на поверхности.
3. Почва + раствор ГИПАН, распределённый на поверхности.
4. Почва + раствор ГИПАН + 4г шелухи на поверхности.
5. Почва + 4 г шелухи, перемешанные.
6. Почва + раствор ГИПАН, перемешанные.
7. Почва + 4 г шелухи (перемешаны) + раствор ГИПАН на поверхности.
8. Почва + раствор ГИПАН + 4 г шелухи, перемешанные.

В контрольном варианте эмиссия CO_2 снижалась с 19,3 мг/м²/ч на третий день до 9-10 мг/м²/ч к 13-17 суткам. Шелуха на поверхности повысила эмиссию в 1,5 раза (максимум 37,6 мг/м²/ч на пятые сутки). ГИПАН на поверхности не повлиял на эмиссию, но в сочетании с шелухой вызвал кратковременное увеличение (в 2,5 раза на третий день). Внесение шелухи в почву привело к резкому росту эмиссии (82,7 мг/м²/ч на третий день), сохраняя высокие значения (30-35 мг/м²/ч) к концу эксперимента. Перемешивание ГИПАН с почвой вызвало кратковременный пик эмиссии (23 мг/м²/ч на третий день), после чего значения снизились до уровня контроля. Совместное внесение ГИПАН и шелухи в почву также значительно усилило эмиссию, но к концу эксперимента интенсивность снизилась более чем в 2 раза.

Кофейная шелуха значительно усиливает эмиссию CO_2, особенно при внесении непосредственно в почву, что может быть связано с активным разложением органического вещества. ГИПАН оказывает минимальное влияние на эмиссию, за исключением случаев совместного применения с шелухой.

Литература

1. Глаголев, М. В. Методы измерения газообмена на границе почва/атмосфера : учебное пособие / М. В. Глаголев, А. Ф. Сабреков, В. С. Казанцев ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный педагогический университет. – Издательство ТГПУ, 2010. – 96 с.

2. Смагин, А. В. Газовая фаза почв / А. В. Смагин. – Москва : Издательство МГУ, 2005. – 301 с.

Подсекция «Почвы урбанизированных и техногенных ландшафтов. Проблемы загрязнения и ремедиации почв»

Соединения серы в основных типах почв на юге полуострова Таймыр

Алексеенко Д.Д.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: dankrov1999@gmail.com

Предприятия цветной металлургии оказывают высокую техногенную нагрузку на окружающую среду, посредствам загрязнения её тяжёлыми металлами (ТМ), а также побочными продуктами процессов плавки и обогащения руд. Основными загрязняющими веществами в районе комбината являются ТМ, а именно никель, кобальт и медь. Помимо этого в процессе плавки и обогащения местных сульфидных руд образуется большое количество побочного продукта в виде соединений серы. Целью данного исследования является оценка воздействия соединений серы на экологическое состояние основных типов почв на юге полуострова Таймыр в связи с разработкой нормативов качества почв. Проблемы загрязнения почв в ходе деятельности предприятий цветной металлургии разрабатываются довольно давно [2,3]. Вопросам, связанным с подвижностью тяжёлых металлов в почвах также посвящено множество трудов [1]. Объектами исследования являются образцы почв подбура, криозема, торфяно-глеезема и глеезема, отобранные на опытных участках в удалении от металлургического комбината в августе 2024 года. Схема эксперимента состояла из шестнадцати лизиметров, половина из которых содержала почвенные монолиты с аборигенной растительностью, такой как черника, брусника и багульник. В остальных восьми почва была помещена в нарушенном виде, что имитировало почву в результате работ по ремедиации. Такая структура почвы была достигнута путем смешивания минеральной части почвы с органической частью в верхней части профиля. В верхнем слое была посеяна травосмесь, что также имитирует почву после ремедиации. В качестве модельного раствора загрязняющих веществ была использована смесь сульфата меди и сульфата никеля в трех различных дозах, таких как 50, 150 и 500 мг/кг, в качестве фонового образца использовалась почва, политая дистиллированной водой. Каждый вариант был представлен в двух повторностях. Лизиметры, которые использовались для этого полевого эксперимента, состояли из пластикового ведра с прорезями на дне и пластикового контейнера под ним для сбора элюата. Лизиметры были помещены в почву на той же глубине, с которой были отобраны почвенные монолиты для поддержания естественных температуры и влажности. Время экспозиции эксперимента составило около 40 дней, после чего лизиметрические структуры были извлечены из почвы и разобраны с шагом 5 см. Предварительные результаты показывают, что воздействие соединений серы как на сеяные травы, так и на аборигенную растительность началось при концентрации 50 мг/кг во всех исследованных типах почв. Эти результаты свидетельствуют о том, что даже низкие концентрации соединений серы могут иметь значительные экологиче-

ские последствия, подчеркивая необходимость дальнейшего изучения разработки стандартов качества почв для промышленных регионов, затронутых цветной металлургией. Работа требует дальнейших исследований в лабораторных условиях.

Литература

1. Водяницкий Ю. Н., Ладонин Д. В., Савичев А. Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. — Москва, 2012. — 304 с.

2. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонтов М.Г. экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: Наука, - 1994. – 280с.

3. Оценка и нормирование экологического состояния почв Норильского промышленного района: дис. кандидата биологических наук / Кудряшов С. В., Москва, 2010.

Ремедиация загрязненных Ni почв с применением сорбентов и растений-гипераккумуляторов

Барахов А.В., Бауэр Т.В., Манджиева С.С., Минкина Т.М., Лацынник Е.С.

Заведующий научной лабораторией, к.б.н.
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия
E–mail: tolic.barakhov.@mail.ru

Интенсификация промышленности и сельского хозяйства привела к загрязнению почв тяжелыми металлами (ТМ), что создает риски для экосистем. Применение сорбентов позволяет снизить биодоступность ТМ, уменьшая их подвижность и накопление в растениях. Изучение взаимодействия растений-гипераккумуляторов ТМ, таких как люцерна посевная (*Medicago sativa*), с сорбентами помогает оценить эффективность этого экологически безопасного подхода к восстановлению загрязненных почв. Для определения эффективности сорбентов и растений люцерны посевной был заложен модельный опыт с использованием двух типов почв (0-20 см): аллювиальной луговой почвы (незагрязненной), отобранной в пойменной зоне реки Северский Донец, и хемозема, отобранного на территории бывшего озера Атаманское, являвшегося долгие годы шламонакопителем. Аллювиальная почва характеризуется следующими физико-химическими свойствами: содержание физической глины – 30,8%, ила – 15,5%, Сорг – 1,9%, $CaCO_3$ – 0,1%, pH – 7,5. Для хемозема данные параметры составляют: содержание физической глины – 37,6%, ила – 16,4%, Сорг – 1,7%, $CaCO_3$ – 0,3% и pH – 7,4. В качестве сорбентов использовали биочар из осадка сточных вод и соломы пшеницы и нанокомпозит на основе биочара и металлорганического каркаса MIL-100(Fe), которые вносили в почвы в дозе 2% с последующей инкубацией в течение месяца. После посева в количестве 3 шт. на один сосуд люцерны посевной и выращивания в течение месяца, растения извлекали и проводили определение содержания Ni методом сухого озоления. Полученная зола растворялась в 5 мл 20% HCl [1] с последующим определением концентрации металла на атомно-абсорбционном спектрофотометре. В ходе исследования было установлено содержание Ni в различных частях растений люцерны посевной. Концентрация Ni в корнях растений, выращенных на незагрязненной поч-

ве, составила 0,9 мг/кг, в стеблях – 0,2 мг/кг. Концентрация металла в растениях, произрастающих на хемоземе, была значительно выше контрольных образцов и составила в корнях 10,9 мг/кг, а в стеблях – 2,4 мг/кг, соответсвенно. Применение биочара позволило снизить концентрацию Ni до 7,9 мг/кг в корнях и до 1,9 мг/кг в стеблях. Наиболее эффективное снижение содержания металла было достигнуто при использовании нанокомпозита: содержание Ni в корнях достигло 6,0 мг/кг, а в стеблях – 1,3 мг/кг. Таким образом, в условиях модельного опыта показано, что использование растений-гипераккумуляторов в сочетании с сорбентами является устойчивым подходом к восстановлению загрязненных Ni почв.

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

Литература

1. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / А. М. Артюшин, М. А. Флоринский, М. И. Лунев, Е. Н. Ефремов, В. Г. Сычев, И. В. Колокольцева. — Москва: ЦИНАО, 1992. — 45 с.

Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях бассейна реки Дон и Таганрогского залива

Барбашев Ан.И., Дудникова Т.С., Попов В.Р., Шуваев Е.Г., Игнатова С.А.
Аспирант
Южный федеральный университет, академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: barbashev_andrei@mail.ru

Водотоки городов зачастую становятся конечными резервуарами для загрязняющих веществ, поступающих с промышленными сбросами и ливневыми водами. Одними из наиболее опасных загрязнителей являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). ПАУ представляют опасность для экосистем с точки зрения их содержания, устойчивости к химической и биологической трансформации, способности к аккумуляции в объектах природной среды, трансграничного переноса и токсикологических характеристик. В результате процессов седиментации и биоседиментации полиарены аккумулируются в донных отложениях, откуда включаются в пищевые цепи и, благодаря своей липофильной природе, аккумулируются, в том числе в гидробионтах. Высокие содержания их в донных отложениях могут стать причиной вторичного загрязнения вод. В связи с этим цель данной работы: определить содержание ПАУ в донных отложениях бассейна реки Дон и Таганрогского залива.

Объектом исследования являлись донные отложения побережья Нижнего Дона и Таганрогского залива, которые были представлены средними и тяжелыми суглинками. В исследовании определено содержание 15 представителей приоритетных ПАУ, включая низкомолекулярные (нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен) и высокомолекулярные (флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, бенз(k)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен и бенз(g,h,i)перилен). Извлечение ПАУ из образцов выполнено методом омыления путем кипячения образца в 2-% спир-

товом растворе щелочи КОН с последующей трехкратной переэкстракцией гексаном. Определение состава и содержания ПАУ произведено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием системы Agilent 1260 Infinity.

Суммарное содержание ПАУ в исследуемой территории варьируется от 105 нг/г до 3277 нг/г. Доля наиболее опасных высокомолекулярных соединений ПАУ варьирует от 8% до 80%. В составе низкомолекулярных соединений в донных отложениях доминирует фенантрен до 50 нг/г, что составляет 19,7% от общей суммы ПАУ. Согласно результатам расчета диагностических соотношений было установлено, что накопление ПАУ в донных отложениях преимущественно связано с техногенными источниками. Одним из главных источников поступления полиаренов в донные отложения является разлив жидкого топлива.

Таким образом было установлено, что суммарное содержание ПАУ в донных отложениях составляет от 105 до 3277 нг/г. Доля высокомолекулярных ПАУ в общем суммарном содержании ПАУ составила 80%. На основании результатов расчета диагностических соотношений установлено, что одним из источников поступления ПАУ в донные отложения является разлив жидкого топлива.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (№ FENW-2023-0008) и программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030")

Состав лабильного органического вещества и биологическая активность грунта на поверхности отвалов угольных шахт

Бережная А.В.
Студент
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: anna04berezhnaya@yandex.ru

Антропогенная деятельность, связанная с добычей полезных ископаемых, является источником угрозы окружающей среде. Эксплуатация угольных шахт ведет к образованию терриконов – конусовидных отвалов пустых горных пород. В Тульском регионе потери пахотных угодий из-за горнодобывающей деятельности составляют десятки тысяч гектаров. Грунты терриконов подвержены химической трансформации, продуктами которой выступают токсичные соединения. Перенос с осадками и талыми водами вскрышных пород с низкими значениями pH приводят к формированию конусов выноса у подножия терриконов, вымиранию растительности и образованию техногенных пустынь. Показано, что основные изменения, происходящие в грунтах, идут под непосредственным влиянием биоты, что обуславливает актуальность отдельного изучения их биологической активности, так как своим составом грунты значительно отличаются от ненарушенных почв.

Цель исследования – оценка состава лабильного органического вещества (ЛОВ), биологической активности грунта террикона шахты 15-бис (Тульская область, Щекинский р-н, х. Озерки) и почвы у подножия террикона. Объекты

исследования – грунты с поверхности террикона и почва, расположенная на расстоянии 10 м от вала террикона бывшей шахты. Методы исследования: pH почвенной суспензии – потенциометрически, содержание органического вещества - по потере при прокаливании, лабильные гумусовые вещества – в 0,1 н вытяжке пирофосфата натрия, водорастворимый Сорг (Свов) последовательно в холодной водной вытяжке и горячей вытяжке, оценка ферментативной активности – классическими методами микробиологии, Смик по Anderson, Domsch, оценка функционального микробного сообщества методом мульти-субстратного тестирования.

Показано, что почва подвержена влиянию террикона, выраженному в поступлении на почву угольной пыли, обломков породы, потоков кислых вод. Это обусловливает повышенное содержание Сорг в поверхностных слоях почвы (до 6,20 %), снижение pH почвы с глубиной от 5,00 до 3,82. Содержание Свов в почве – менее 1 %, что говорит о крайне низком содержании доступного для биоты Сорг, что не характерно для почв этой зоны. Низкие показатели дыхания и Смик, слабо выраженная ферментативная активность и отсутствие потребления субстратов в грунтах террикона указывают на низкую биологическую активность. Интенсивность потребления субстратов микробными сообществами верхних горизонтов прчвы резко снижается с глубиной с 1,23 до 0,53, что говорит о неблагоприятных экологических условиях функционирования микробиоты.

Оценка содержания полифенолов и флавоноидов в пижме обыкновенной и полыни горькой при антропогенной нагрузке

Грибанов Д.С., Марченко В.В., Негодаева М.А., Черникова Н.П.
Студент
ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, кафедра биохимии и микробиологии, Ростов-на-Дону, Россия
E–mail:dgribanov@sfedu.ru

Растения имеют различный уровень толерантности к химическому стрессу [1]. Доминирующие аборигенные виды растений, произрастающие на загрязненных территориях, как правило рудералы, могут быть ценными биоиндикаторами и биоаккумуляторами поллютантов [2]. Исследование адаптации аборигенных видов к неблагоприятным эдафическим условиям имеет практическую значимость в разработке технологий фиторемедиации [3]. В связи с этим целью работы стало исследование содержания полифенолов и флавоноидов в пижме обыкновенной и полыни горькой при росте на антропогенно-преобразованных почвах.

Для изучения влияния поллютантов были использованы растения *Tanacetum vulgare L.* и *Artemisia absinthium L.*, произраставшие на территории ООПТ Персиановская заповедная степь (Ростовская область) и в импактной зоне Новочеркасской ГРЭС (г. Новочеркасск, Ростовская область). Содержание полифенолов определяли с применением реактива Фолина-Чокальтеу. Для оценки количества флавоноидов использовали реакцию с хлоридом алюминия в присутствии карбоната натрия. Исследования проводили в трехкратной повторности.

Максимальное содержание полифенолов и флавоноидов наблюдалось в растениях, произраставших на почве ООПТ Персиановская заповедная степь. Концентрация полифенолов в побегах полыни в среднем, превысила значения растений, произраставших в импактной зоне НчГРЭС на 9,6%, в побегах пижмы на 30,21%. Концентрация флавоноидов в побегах пижмы, отобранной в импактной зоне НчГРЭС была ниже на 66,35% по отношению к контрольным растениям. В побегах полыни значимых отличий обнаружено не было. Снижение содержания полифенолов и флавоноидов при росте на антропогенно-преобразованных почвах можно объяснить повреждающим действием поллютантов, ограничивающих способность растений восполнять пул этих метаболитов [4]. Повышенная продукция флавоноидов является защитным механизмом *Tanacetum vulgare L*. и *Artemisia absinthium L*., поскольку эти соединения выполняют роль антиоксидантов, защищая клетки от повреждений, что приводит к успешному переносу неблагоприятных условий, вызванных поступлением поллютантов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2024-0001

Литература

1. Gill S. S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant physiology and biochemistry. – 2010. – Vol. 48. – № 12. – P. 909-930.

2. Massa N., Andreucci F., Poli M., Aceto M., Barbato M., Berta G. Screening for heavy metal accumulators amongst autochthonous plants in a polluted site in Italy // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2010. – Vol. 73. – P. 1988-1997.

3. Bąba W. et al. Photosynthetic response of Solidago gigantea Aition and Calamagrostis epigejos L. (Roth) to complex environmental stress on heavy metal contaminated sites // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – № 1. – P. 31481.

4. Zagoskina N. V. et al. Polyphenols in plants: structure, biosynthesis, abiotic stress regulation, and practical applications // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Vol. 24. – № 18. – P. 13874.

Влияние социально-экономических и экологических решений на применения экосистемного подхода в восстановлении нарушенных городских территорий

Девятов Дмитрий Владимирович

Студент

Московский архитектурный университет (МАРХИ), кафедра градостроительства, Москва, Россия

E-mail: devt.dima00@gmail.com

Градостроительные проекты 20 века и современности уделяют недостаточное внимание почвам, являющимся основой биосферы. Проблему загрязнённых почв в городах можно решить посредством комплексного подхода к восстановлению нарушенных территорий. Арктические города сталкиваются с проблемами загрязнения городской среды, что приводит к фрагментации городского ландшафта.

В процессе исследования разработана модель экосистемного подхода для г. Мурманска, предполагающая соблюдение баланса социально-экономических, экологических и градостроительных методов восстановления проблемных территорий [1,2]. Выделены шесть типов нарушенных территорий и предложены меры: аффорестация деградированных ландшафтов [3], интеграция зелёных насаждений, создание буферных зон, развитие транзитно-ориентированной инфраструктуры, перепрофилирование промзон, регенерация депрессивных районов и комплексно нарушенных участков.

Алгоритм восстановления включает: классификацию территорий с помощью ГИС-мониторинга, оценку допустимых изменений, соучастное проектирование, мониторинг и итоговую оценку по экологическим, градостроительным и социальным показателям восстановленной территории. Используется модуль экосистемности территории, позволяющий количественно и качественно измерять эффективность восстановления.

В заключении, экосистемный подход демонстрирует, что скоординированные с помощью алгоритма социально-экономические инициативы, экологическая регенерация среды и методы городского планирования способны восстановить нарушенные городские территории. Подобная интеграция не только улучшает общественные пространства и поддерживает местные сообщества, но и создаёт устойчивые арктические города, адаптируемые к появлению и решению будущих проблем.

Литература

1. Благовидова Н. Г., Девятов Д. В. Нарушенный ландшафт как ресурсный потенциал города Мурманска // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сборник статей 81-ой Всероссийской научно-технической конференции (Самара, 15–19 апреля 2024 года). — Самара: Самарский государственный технический университет, 2024. — С. 250–263.

2. Благовидова Н.Г. Применение экосистемного подхода к регенерации нарушенных городских территорий г. Мурманска / Н.Г. Благовидова, Д.В. Девятов // Architecture and Modern Information Technologies. 2024. №4(69). С. 239-255. URL: https://marhi.ru/AMIT/2024/4kvart24/PDF/17_blagovidova.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-239-255 (Дата обращения: 01.03.2025)

3. Gann G. D., McDonald T., Walder B., et al. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition // Restoration Ecology. — 2019. — Vol. 27, No. S1. — P. S1–S46. — DOI: 10.1111/rec.13035.

Влияние биоугля и гуминовых препаратов на содержание подвижных форм меди в условиях модельного загрязнения

***Журба В.С.*[1]**

Студентка

[1]*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия*

E-mail: zhurbaviktoria@mail.ru

Биологическим углем (биоуголь, БУ) называют материал, получаемый из древесины и органических отходов путем пиролиза при температуре 300–800°С без доступа кислорода. В литературе активно обсуждается перспективность его применения для повышения плодородия почвы, улучшения ее способности удерживать воду и в качестве удобрения и почвоулучшителя. В большинстве случаев отмечено увеличение урожайности культур, особенно при использовании на бедных почвах; предотвращение вымывания минеральных удобрений и тем самым увеличение пролонгированности их действия.

Гуминовые препараты (ГП) известны широким спектром положительных воздействий на химические и биологические свойства почв. Предположительно, БУ в сочетании с гуматами могут оказать более выраженное на свойства почвы: содержание углерода, пулы питательных веществ, сорбция и снижение токсичности поллютантов [1].

Целью данной работы было изучить влияние двух видов БУ по отдельности и в сочетании с ГП на химические и детоксицирующие свойства дерново-подзолистой почвы в серии модельных экспериментов и выявить их потенциал в качестве почвенных мелиорантов. Использовались БУ из сидератов, кофейной шелухи и ГП, а также их смеси 1:1, в дозе 1г /100г почвы. В качестве модельного токсиканта вносили медь, 350 мг/кг. В сосуды вносили по 200 г почвы, увлажняли до 50% от ПВ (32 мл), инкубировали в течение 6 недель и каждые 2 недели определяли содержание подвижных форм меди в ацетатно-аммонийном буфере (pH=4,8) с окончанием на ААС, а затем снова увлажняли. Достоверность различий оценивали двухфакторным дисперсионным анализом (фактор А – сроки пробоотбора, фактор В – вид мелиоранта, уровень значимости – 0,05)

В результате исследования установлено, что значения содержания подвижной Cu в образцах различных сроков пробоотбора статистически не отличались. Для контроля диапазон значений составил 253-279 мг/кг. После внесения обоих видов БУ содержание Cu значимо не отличалось от контроля: 252-267 мг/кг для БУ из сидератов, 254-263 мг/кг для БУ из кофейной шелухи. Внесение ГП снизило подвижность Cu в почве: содержание в вытяжке составило 204-214 мг/кг. Комбинации БУ и ГП также снизило содержание подвижной Cu в вытяжке до 234-240 мг/кг для смеси БУ из сидератов и ГП и 213-237 мг/кг для смеси БУ из кофейной шелухи и ГП.

ГП достоверно повышает связывание подвижной меди на 22% по отношению к контролю. В комбинации ГП и БУ снижают содержание подвижной Cu в вытяжке на 12-15% по отношению к контролю, при этом статистической разности между смесями нет. БУ по отдельности не оказывает достоверного влияния на содержание подвижной Cu.

Литература

1. Thomas E. et al. Key factors determining biochar sorption capacity for metal contaminants: a literature synthesis //Biochar. – 2020. – V. 2. – P. 151-163.

Последствия теплового загрязнения в зимний период для зелёной инфраструктуры

Конохова К.С.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: kirsevna@gmail.com

В современном мире концепция зелёной инфраструктуры (ЗИ) является обязательным условием устойчивого развития городов, однако поддержание её стабильности требует принципиальных изменений во многих сферах экологизации развития крупнейших городских агломераций, в том числе в проектно-планировочных решениях [1]. Под ЗИ подразумевается не только набор парковых, озелененных и особо охраняемых природных территорий, но и вся совокупность незастроенных и незапечатанных пространств (т. е. не покрытых искусственными материалами) в пределах города, поскольку данные территории оказывают значительное влияние на урбоэкосистемы и способны регулировать процессы городского микроклимата [1].

Известно, что в крупных городах формируется в воздушной среде «тепловой остров», но на примере Москвы было описано новое физико-географическое явление городского «подземного острова тепла» в верхних горизонтах почвы и грунта [2]. Для оценки воздействия городской инфраструктуры на компоненты ЗИ проведено комплексное исследование активности почвенного микробиома в городских почвах, подверженных тепловому загрязнению в зимний период, на локальном примере воздействия теплотрассы в Бутырском районе г. Москвы. Гипотеза об увеличении дыхательной активности почвы в связи с тепловым загрязнением не подтвердилась, но интенсивность эмиссии CO_2 над теплотрассой отличается от контрольных почв, что должно учитываться при расчёте баланса потока углерода. Выявлено, что состав комплекса грибов на участке теплотрассы более разнообразен, чем на окружающей территории, преобладают фитопатогенные и условно патогенные для человека виды – *Aspergillus fumigatus, Stachybotrys chartarum, Scedosporium apiospermum, Fusarium oxysporum, F. solani.* Тогда как на контрольном участке, особенно в середине зимы под снеговым покровом, развивались почвенные сапротрофы из родов *Clonostachys, Penicillium, Trichoderma* [3, 4].

Современная технология ведения городского хозяйства и распределения инфраструктуры нуждается в корректировке. Для безопасности человека при разработке оптимального ландшафта необходимо учитывать состав всех экосистем и его эволюцию; обеспечить мониторинг состояния почвенных сообществ, определяющих перспективы дальнейшего устойчивого развития мегаполисов.

По результатам исследования рекомендуется учитывать последствия теплового загрязнения при проектировании и планировке ЗИ. Для снижения нагрузки на экосистему предлагается использование съёмных конструкций дорожек над теплотрассами и санитарный контроль состояния городских почв (помимо своевременной рекультивации).

Литература

1. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 2. С. 127–146. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2018.201

2. Lokoshchenko M.A., Korneva I.A., Enukova Ye.A. Urban Heat Island in Moscow at different heights, depths and on the surface// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 606. № 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/606/1/012030

3. Санитарные правила и нормы СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». Утв. 28.01.2021 № 4 (с изм. от 11.02.2022, Консультант-Плюс, дата сохранения 05.05.2022).

4. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-A. Compendium of Soil Fungi (2nd ed.). Eching: IHW-Verlag. 2007. 672 p.

Морфология и экологическое состояние антропогенных почв города Ставрополя

Костикова В.А., Покида Л.С., Юхтенко Л.В.

Аспирант

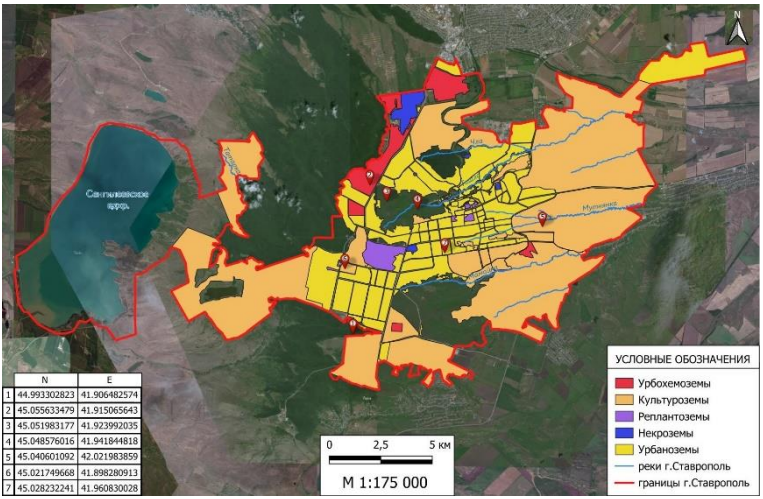
Северо-Кавказский федеральный университет, медико-биологический факультет, кафедра экологии и биогеографии, Ставрополь, Россия

E-mail: victory.kostikova@gmail.com

Цель исследования -определение типов антропогенных почв г. Ставрополя, их морфологии, геохимии с последующим генерализованным картированием.

Для оценки экологического состояния почвенного покрова на территории города Ставрополь проведен анализ почв на содержание в них органического вещества, тяжелых металлов (Cd, Co, Mn, Cu, Ni, Pb, Fe, Zn) и pH. Отбор проб почв, проведение анализа и Установление морфологических свойств почв проведено по общепринятым методикам. Почвенные разрезы заложены в четырех наиболее распространенных типах антропогенных почв г. Ставрополя: урбаноземы, культуроземы, реплантоземы и некроземы [1]. Картирование типов почв в г. Ставрополе проведено методом геоинформационного моделирования на основе данных ДЗЗ, с использованием специальных программных платформ: ГИС-Аксиома, SAS-Planet и Quantum GIS.

В результате проведенных исследований, выявлено, что на долю культуроземов приходится около 20431,524 га площади, которые распространены на окраинах города. Наименьшую площадь занимают некроземы – 269,778 га.



	N	E
1	44.993302823	41.906482574
2	45.055633479	41.915065643
3	45.051983177	41.923992035
4	45.048576016	41.941844818
5	45.040601092	42.021983859
6	45.021749668	41.898280913
7	45.028232241	41.960830028

(рис.1).

Рис.1. Точки отбора проб антропогенных почв г. Ставрополя

Изменению морфологии почв больше всего подвержены урбаноземы (10899,13 га.). В данном типе городских почв зафиксировано изменение структуры и порядка расположения почвенных горизонтов, а также выявлен самый высокий процент антропогенных включений (около 20%). В анализируемых образцах почв установлены концентрации тяжелых металлов, максимальные значения которых, наблюдаются преимущественно в культуроземах, при этом зафиксированы превышения ПДК по Cd, Ni, Co. Органическое вещество всех типов антропогенных почв, колеблется в пределах 3,6-4,9 %, что позволяет их отнести к средне гумусированным. Мало гумусированные почвы расположены урбаноземах центральной части города, где содержание органического вещества составляет 2,3-3,6 %. Значения pH почв близки к нейтральным, однако в юго-западной части города, значения опускаются до 4,88, что обусловлено исторически сложившимися условиями использования земель, как сельхозугодий с привнесением минеральных удобрений.

Литература

1. Строганова М.Н. Городские почвы: Генезис, систематика и экологическое значение на примере г. Москвы: диссертация ... доктора биологических наук в форме науч. докл. : 03.00.27. - Москва, 1998. – 71

Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в пшенице мягкой (Triticum aestivum) при загрязнении почвы свинцом, кадмием и мышьяком из картофеля

Крепакова М.Р., Черникова Н.П.

Студент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: mashas.k.2002@gmail.com

Высокая антропогенная нагрузка является одной из основных причин деградации почвенного покрова и снижения качества сельскохозяйственной продукции. Чрезмерное накопление тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в растениях может привести к нарушению в антиоксидантной системе, переизбытку свободных радикалов и повреждению клеток растений. Достигая критических значений, ТММ негативно влияют на интенсивность фотосинтеза, обмен веществ и функции клеточных компонентов. Поддержание стационарного физиологически нормального уровня свободнорадикальных процессов в клетке обеспечивается за счёт функционирования сложной системы, включающей ферментативные и низкомолекулярные антиоксиданты [1,2]. В связи с этим, целью работы являлось изучение влияния полиэлементного загрязнения Pb, Cd и As почвы на содержание низкомолекулярных антиоксидантов пшеницы мягкой.

Для модельного опыта был отобран чернозем южный 0-20 см в Миллеровском районе Ростовской области, в качестве тест-культуры использовалась пшеница мягкая (Triticum aestivum). В образцы почвы вносили водные растворы нитратов Pb, Cd и As (гидроарсенат натрия) в дозе 10 ОДК (ОДК Pb = 130 мг/кг; ОДК Cd = 2 мг/кг; ОДК As =10 мг/кг) (СанПиН 1.2.3685-21), как раздельно, так и совместно. Содержание пролина определяли спектрофотометрически (λ=520 нм) реакцией с нингидриновым реактивом. Концентрацию аскорбиновой кислоты устанавливали восстановлением фосфорно-молибденового реактива Фолина до молибденовой сини (λ=760 нм). Уровень глутатиона оценивали по реакции с реактивом Эллмана с образованием окрашенного продукта – тионитрофенильного аниона (λ=412 нм). Статистический анализ результатов исследования проводился с помощью GraphPad Prism (GraphPad., США) с применением теста Anova.

Полиэлементное загрязнение вызвало нарушение баланса низкомолекулярных антиоксидантов в растениях пшеницы мягкой, приводя к дерегуляции механизмов защиты, характеризующееся ростом концентрации глутатиона в побегах и в корнях на 23% и 69 %, повышением содержания пролина в побегах на 174 % и снижением в корнях на 81 % и уменьшением содержания аскорбиновой кислоты в побегах на 20 % и повышением ее в корнях на 43 %. Понимание механизмов, лежащих в основе ингибирующих эффектов полиэлементного загрязнения на растения, имеет решающее значение для разработки стратегий по смягчению его воздействия и обеспечению продовольственной безопасности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2024-0001

Литература

1. Khatun J., Intekhab A., Dhak D. Effect of uncontrolled fertilization and heavy metal toxicity associated with arsenic (As), lead (Pb) and cadmium (Cd), and possible remediation // Toxicology. – 2022. – V. 477. – P. 153274

2. Yedjou C. G., Patlolla A. K., Sutton D. J. Heavy metals toxicity and the environment Paul B Tchounwou // Published in final edited form as: EXS. – 2012. – V. 101. – P. 133-164

Влияние нанокомпозита на трансформацию меди в почвах зоны воздействия угледобывающей промышленности

Лацынник Е.С., Бауэр Т.В., Игнатова С.А.

студент, ведущий научный сотрудник, студент

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: lacynnik@sfedu.ru

В последнее время проблема загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) становится все более актуальной. Угольная промышленность является одним из основных источников такого загрязнения. В северо-западной части Ростовской области расположено множество угольных отвалов, что ухудшает санитарно-гигиенические условия и создает риски для здоровья местного населения. Для решения данной проблемы все чаще применяются технологии in situ ремедиации, где использование сорбентов демонстрирует высокую эффективность. Биочар, получаемый методом пиролиза органической биомассы, часто используется в качестве сорбента для ремедиации почв, благодаря наличию разнообразных функциональных групп, высокому pH и развитой пористой структуре, что способствует адсорбции и иммобилизации ТМ. Однако его применение ограничивается низкой площадью удельной поверхности. Создание нанокомпозитов с более пористыми материалами может повысить его сорбционные свойства. Цель данной работы заключалась в оценке эффективности использования нанокомпозита в качестве сорбента для стабилизации Cu в техногенно нарушенной почве.

Для этой цели был заложен модельный опыт с техногенно нарушенной почвой (0-20 см), отобранной на территории зоны влияния угольной промышленности – в 200 м от насыпной толщи углеотвала шахты Аютинская (Ростовская область), прекратившей свою деятельность в 2006 г. В качестве контроля использовался чернозем обыкновенный карбонатный (0-20 см), отобранный на залежных участках ООПТ «Персиановская заповедная степь». Нанокомпозит был внесен в дозе 2% от общего объема почвы. Инкубационный период почв с сорбентом длился 6 месяцев при поддерживании влажности в образцах на уровне 60±2% от полной влагоемкости. Валовое содержание металла в почвах определено рентген-флюоресцентным методом (XRF). Формы соединений Cu проанализированы стандартизированным методом последовательных селективных экстракций BCR. Данная схема предусматривает выделение следующих фракций металла: кислоторастворимая (0,11 М CH_3COOH, pH 3), восстанавливаемая (0,1 М NH_2OH-HCl, pH 2), окисляемая (27% H_2O_2, затем 1М CH_3COONH_4, pH 2) и остаточная (HCl (37%) и HNO_3 (70%)). Концентрации металла во фракциях определены с использованием атомно-абсорбционного спектрометра «Квант-2АТ» (КОРТЭК, Россия).

В почве, используемой в качестве контроля, выявлено низкое содержание Cu (48,3 мг/кг), не превышающее ОДК (132 мг/кг). Основной особенностью формирования состава соединений Cu является высокое содержание металла в остаточной фракции (76%) и низкое в кислоторастворимой фракции (3%). В техногенно нарушенной почве углеотвала диагностировано превышение ОДК Cu (395,0 мг/кг) в 3 раза. Доля остаточной фракции составляет 39%, а первых двух, наиболее подвижных, 11 и 15%, соответственно. В вариантах эксперимента с добавлением нанокомпозита отмечается снижение подвижности соединений исследуемого металла счет перехода части кислоторастворимой (1%) и восстанавливаемой (5%) фракций в остаточную (60%). До 33% металла сконцентрировано в окисляемой фракции. Таким образом, показано, что добавление в почву нанокомпозита повышает скорость трансформации Cu в прочно связанные с почвенными компонентами соединения, и данный сорбент может быть использован для ремедиации загрязненных тяжелыми металлами почв.

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

Оценка количественных показателей углеводородокисляющих бактерий, выделенных из антропогенно изменённых почв с. Духовницкое

Нестеркина Д.Д.
Студент
Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, биологический факультет, Саратов, Россия
E-mail: nesterkina.darya@yandex.ru

Почва является основополагающим компонентом экосистемы и осуществляет жизненно важные экологические функции за счет различных микробиологических процессов. Однако различные формы антропогенной деятельности влияют на численность почвенных микроорганизмов, включая углеводородокисляющих бактерий [1]. Эти микроорганизмы способны окислять углеводороды нефти и нефтепродуктов, играя важную роль в поддержании экологической безопасности [2]. Цель работы заключалась в оценке численности углеводородокисляющих бактерий в антропогенно изменнных почвах села Духовницкое Саратовской области.

Село Духовницкое Саратовской области – один из ведущих аграрных регионов России, расположенный в плодородной степи Поволжья. Здесь развито производство зерновых культур и функционирует несколько крупных животноводческих комплексов [3]. Поэтому важно систематически проводить микробиологический мониторинг почв данного региона. В рамках исследования было собрано и проанализировано 16 почвенных проб из окрестностей с. Духовницкое.

Для выделения углеводородокисляющих бактерий применяли метод последовательного разведения и высева на агаризированную питательную среду. 0,1 мл почвенной суспензии наносили на среду М9, в которой в качестве единственного источника углерода присутствовало вазелиновое масло [4]. Посевы инкубировали в термостате при температуре +28 °С в течение 2-4 суток.

Анализ полученных результатов показал, что в пробах, отобранных на территории с. Духовницкое, численность углеводородокисляющих бактерий варьи-

ровала от 4,78 – 7,00 lgKOE/г почвы. Среди всех почвенных проб максимальная численность углеводородокисляющих бактерий была зафиксирована в пробах 3,4 и 6 и равна 7,00 lgKOE/г. Проба 3 была отобрана в зеленой зоне в 20 м южнее административного здания. Проба 4 – на территории зеленой зоны парка, а проба 6 отобрана в зеленой зоне, принадлежащей жилому участку.

Таким образом, наибольшая численность углеводородокисляющих бактерий была зафиксирована в пробах, отобранных в зеленых зонах, расположенных вблизи административных зданий, парков и жилых участков. Вероятно, углеводородокисляющие бактерии – это широко распространенные гетеротрофы, обладающие различными ферментными системами и адаптированные к разнообразным условиям.

Литература

1. Gaurav, K., Pooja, B. Pinkey, B. G. Impact of Anthropogenic Activities on Soil Patterns and Diversity // Structure and functions of pedosphere. P. 319-337.

2. Гоголева, О. А. Немцова, Н. В. Углеводородокисляющие микроорганизмы природных экосистем // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2013. Т. 1, № 2. С. 1–5.

3. Большая Саратовская энциклопедия [Электронный ресурс]: https://clck.ru/3Gd4Vd (26.02.2025). Загл. с экрана.

4. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии. М.: Академия, 2005. 608 с

Эффект воздействия гидроуглей на фитотоксичность чернозема обыкновенного

Привизенцева Д.А.
Студент
Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: dashaprivi@gmail.com

Около 33% почв в мире находятся в состоянии от умеренной до сильной деградации из-за эрозии, истощения питательных веществ, закисления, засоления, уплотнения и химического загрязнения, включая загрязнение тяжелыми металлами. Свинец (Pb) занимает второе место в списке приоритетных веществ по токсичному воздействию. В почвах свинец не подвергается биоразложению, поэтому концентрация Pb здесь наиболее высокая. Загрязненная свинцом почва становится косвенным источником свинца для человека через растения, растущие вблизи дорог с интенсивным движением или вблизи действующих или бывших шахт и плавильных заводов [1].

Цель работы заключалась в оценке фитотоксичности чернозема обыкновенного после его обработки гидроуглями.

Для исследования использовались гидроугли, полученные из древесной щепы (яблоня). Гидротермальная карбонизация проводилась при температурах 180°C и 250°C в течение 60 минут. В модельном вегетационном опыте использовался чернозем обыкновенный карбонатный. Навески почвы массой 80 г помещали в чашки Петри и вносили Pb в форме сульфата в дозе 350 мг/кг, соответствующей 2,7 ориентировочно допустимой валовой концентрации Pb в

близко к нейтральным почвам. Инкубация почвы с металлом проводилась в течение месяца. Затем были внесены сорбенты в дозах 0.5%, 1%, 1.5% и 2% от общего объема почвы (80 г) в искусственно загрязненную и чистую почву в 3-кратной повторности.

Результаты показывают значительное снижение содержания подвижной фракции Pb в незагрязненной почве после применения всех вариантов гидроугля, полученного как при 180°C, так и при 250°C. Снижение составило от 43% до 69,2% и от 35,5% до 63,1%, соответственно, при этом наиболее выраженный эффект наблюдался при более высоких дозах применения. В почвах, искусственно загрязненных Pb, обработка H180 и H250 приводила к снижению содержания подвижного Pb на 2-37% и 10-52% соответственно. При применении низкотемпературных гидроуглей наибольшее снижение концентрации Pb было зафиксировано при дозе внесения 1,5%, достигавшей 17,2 мг/кг (по сравнению с фоновым уровнем в 27,4 мг/кг). Напротив, гидроугли, полученные при более высоких температурах, показали наибольшую эффективность при 2%-ной норме внесения, снизив концентрацию Pb до 13,1 мг/кг. Эти данные свидетельствуют о том, что H180 более эффективен в незагрязненных почвах, в то время как H250 лучше подходит для снижения подвижной фракции свинца в загрязненных почвах. В обоих случаях снижение содержания свинца зависит от дозы. Зависимость наличия свинца в почве от дозы гидроугля дополнительно подтверждается исследованием [2], которое продемонстрировало, что гидроуголь из рисовой шелухи эффективно удерживает Pb и Sb в загрязненных почвах. Эти результаты подчеркивают потенциал гидроугля как устойчивой стратегии восстановления, эффективность которой зависит как от условий производства, так и от норм внесения.

Исследование выполнено при поддержке программы "Приоритет-2030" Южного федерального университета, Россия

Литература

1. Marcus J., McBratney A. A review of the contamination of soil with lead II. Spatial distribution and risk assessment of soil lead // Environ Int. – 2011. – Vol. 27. – P. 399–411.

2. Teng F., Zhang Y., Wang D., Shen M., Hu D. Iron-modified rice husk hydrochar and its immobilization effect for Pb and Sb in contaminated soil // J. Hazard. Mater. – 2020. – Vol. 398. – P. 122977.

Взаимосвязь содержания микроэлементов и органического вещества в профиле естественных почв Ростовской агломерации

Сальник Н.В., Скрипников П.Н.

Младший научный сотрудник, кандидат биологических наук

Южный федеральный университет

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: salnik@sfedu.ru

Городские зелёные насаждения выполняют важные экологические функции, задерживая загрязняющие вещества и улучшая качество воздуха, но сами подвергаются значительному техногенному воздействию. В городской среде наиболее эффективно функционируют почвы под зелеными насаждениями городских агломераций, особенно в парково-рекреационных зонах. Естественные почвы города хоть и остаются под воздействием региональных факторов почвообразования, но одновременно испытывают на себе и антропогенный прессинг, обусловленный их функционированием в городской среде [0].

Было исследовано содержание микроэлементов методом рентгенфлуоресцентного анализа с применением прибора Spectroscan MAKS-GVM. Образцы отбирали в разрезах и поверхностных горизонтах парково-рекреационной зоны Ростовской агломерации. В качестве объекта сравнения был выбран участок территории Ботанического сада ЮФУ (фон).

Поверхностные гумусово-аккумулятивные горизонты играют ключевую роль в миграции микроэлементов за счет высокого содержания органического вещества и способности удерживать Zn, Pb и As. В черноземах парково-рекреационной зоны Ростова-на-Дону Zn накапливается в верхних горизонтах (среднее содержание 114.61 мг/кг с размахом колебаний в пределах 81.21–243.17 мг/кг), что связано с антропогенными факторами, включая бывшее производство цинковых белил. Анализ динамики загрязнения показал снижение содержания Zn в верхнем горизонте почв парка им. Н. Островского за последние 20 лет. Свинец также накапливается в поверхностном горизонте из-за выбросов автотранспорта (среднее содержание 32.87 мг/кг с размахом колебаний в пределах 18.56–54.48 мг/кг), при этом его профильное распределение связано с гуминовыми и фульвокислотами. В нижних горизонтах черноземов наблюдается аккумуляция V, Sr, Pb и Cu на уровне карбонатных новообразований, что обусловлено физико-химической сорбцией элементов [2,3].

Благодарности: «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00390 на базе Южного федерального университета, https://rscf.ru/project/24-27-00390/»

Литература

1. Выпова А.А., Киричкова И.В. Экологическая роль зеленых насаждений в создании оптимальной городской среды // E-Scio. 2020. No. 4 (43). С. 387-393.

2. Сальник Н.В. Влияние типов растительных формаций на валовый состав почв Ростовской агломерации. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2024.

3. Salnik N.V., Gorbov S.N., Minaeva E.N., Sherstnev A.K., Melnikova I.P., Tagiverdiev S.S. Distribution of Microelements in the Mineral Part of Chernozems Under Different Types of Plant Communities in the Rostov Agglomeration // Smart and Sustainable Cities Conference. Cham: Springer Nature Switzerland. 2023. P. 77-86. DOI: 10.1007/978-3-031-37216-2_6

Свойства органического вещества подзолов криолитозоны и его изменение при антропогенной нагрузке

Семина Ольга Юрьевна
Студент
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: sem_olga02@mail.ru

На состав и содержание органического вещества почв влияет ряд факторов, к которым относятся: климатические факторы (температурный режим, количество поступающих атмосферных осадков), реакция среды и антропогенное воздействие.

Говоря о почвах криолитозоны, к которым относятся объекты представленного исследования, характерно подстилкообразование и гумусообразование при низкой интенсивности деструкции органических остатков и гумификации, кислой реакции среды и фульватный тип гумуса.

Объектами исследования являются почвы, отобранные на территории ЯНАО летом 2023 г. Почвы – подзолы грубогумусированные и торфяно-подзол турбированный, представленные естественными ненарушенными вариантами и антропогенно преобразованными.

В работе было задействовано 4 площадки, располагающиеся под различными естественными растительными сообществами. Большая часть растительных ассоциаций характеризуется доминирующими мохово-лишайниковыми и травяно-кустарниковыми ярусами, однако встречается древесная растительность, представленная преимущественно разнообразными низкорослыми видами.

Во всех профилях почв накопление углерода органических соединений (Сорг) происходит в верхних горизонтах. В подзолах грубогумусированных наблюдается увеличение содержания Сорг в альфегумусовых горизонтах, что, вероятнее всего, связано с утяжелением гранулометрического состава в этих горизонтах после подзолистого горизонта, за счет чего происходит небольшое накопление Сорг. Для верхних горизонтов абраземов характерно содержание Сорг, не превышающее 0,35%, и его дальнейшее снижение в нижележащих горизонтах. В торфяно-подзоле глеевом турбированном максимальное значение Сорг характерно для торфяного горизонта.

Все исследованные профили почв характеризуются преобладанием углерода водорастворимых соединений (Свов), извлекаемого в горячую вытяжку, что говорит о преобладании углерода, имеющего растительное происхождение. Как в случае с Сорг, максимальное содержание Свов (как горячей, так и холодной вытяжек) наблюдается в верхних органогенных горизонтах.

Содержание углерода лабильных гумусовых веществ (Слгв) в подзолах грубогумусированных не превышает 1,47%, а в торфяно-подзоле глеевом турбированном максимальное значение приурочено ко второму торфяному горизонту и составляет 1,89%. Доля углерода лабильных гуминовых кислот (Слгк) от Сорг максимальна в верхних горизонтах подзолов грубогумусированных, что связано со значительным увеличением pH (до 6,7) и с накопление лабильных гуминовых кислот (ЛГК) в этом горизонте.

Кроме того, было проведено определение термолабильного и термостабильного органического вещества (ОВ) при температуре 350^0С и 525^0С соответственно. Считается, что ОВ, деградирующее при более низких температурах, является доступным для микроорганизмов, чем ОВ разлагающее при более высоких температурах.

В исследованных почвах отмечается значительное преобладание термолабильного ОВ над термостабильным. Максимальное содержание термолабильного ОВ характерно для верхних горизонтов почв и уменьшается с глубиной. Это связано с особенностями функционирования почв, климатическими условиями, а также количеством и качественным составом поступающих растительных остатков.

Изучение механизмов проявления адаптации пижмы обыкновенной на антропогенно-преобразованных почвах с использованием микроскопических методов

Смехунов А.Е., Черникова Н.П., Лацынник Е.С. Кабашнюк П.Ю.
студент, младший научный сотрудник, студент, студент
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: asmekhunov@sfedu.ru

Загрязнение почвы тяжёлыми металлами является наиболее актуальной проблемой. Выбросы тепловой электростанции Новочеркасской ГРЭС, расположенной в г. Новочеркасск Ростовской области, оказывает антропогенное воздействие на прилегающие территории. Растительный покров импактной территории может на клеточном уровне отличатся от растений целинных территорий. Соответственно подобные отличия могут служить маркером загрязнения.

Целью данной работы было изучение механизмов адаптации пижмы обыкновенной (Tanacetum vulgare L.) на антропогенно-преобразованных почвах в зоне воздействия топливно-энергетического комплекса Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС) Ростовской области с использованием микроскопических методов исследования.

Для выявления механизмов проявления адаптаций растений, произрастающих на целинных (ООПТ «Персиановская заповедная степь») и антропогенно-преобразованных почвах, в качестве объектов исследования была выбрана пижма обыкновенная (Tanacetum vulgare L.) семейства Asteraceae. Содержание подвижных соединений меди (Cu) в почве определяли методом параллельного экстрагирования. Экстракцию металла из растений проводили методом сухого озоления.

Для исследования анатомических особенностей тканей и клеток дикорастущих растений вырезали сегменты корня из зоны всасывания и середины листовой пластины размером 2х2 мм. Образцы фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида на фосфатном буфере (pH 7,4) в течение 4 часов под вакуумом при комнатной температуре. После трехкратной промывки фосфатным буфером, завершили фиксацию образцов 2% раствором OsO_4 в течение 2 часов при комнатной температуре.

Распределение Cu по органам травянистых растений, выросших на почвах ООПТ «Персиановская заповедная степь» и зоны влияния НчГРЭС, имели одинаковые закономерности. В основном Cu накапливается в корне растения, где

она играет ключевую роль в метаболических процессах. В побегах концентрация металла не меняется в зависимости от территории произрастания.

В ультраструктуре клеток корней пижмы, произрастающей на почвах НчГРЭС наблюдалось сохранение базовых структурных элементов и ряд стрессовых изменений, таких как утолщение мембран, повышение плотности матрикса органелл и усиленная активность синтетических процессов. Несмотря на сохранение общей организации клеток листовых пластин, выявлены изменения в мембранных структурах органелл, увеличение числа пластоглобул и крахмальных зерен, а также повышение плотности рибосом, что свидетельствуют о метаболическом стрессе и адаптационных механизмах, направленных на защиту клетки. Таким образом, выявленные клеточные изменения корней пижмы могут служить маркером загрязнения почвы ТМ, но и также может способствовать разработке методик мониторинга экологического состояния и оценки рисков для здоровья человека и животных в загрязненных зонах.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (FENW-2024-0001).

Сравнительный анализ токсичности свежего и старого нефтяного загрязнения почв Сургутского района

Фаррахова Г.Р., Дурягин А.В., Кирилова И.Г.
Студент
Сургутский государственный университет,
кафедра химии, Сургут, Россия
E–mail: farrahova_gr@surgu.ru

Оценка токсичности нефтезагрязненных почв имеет важное значение для мониторинга их экологического состояния и разработки методов ремедиации. В настоящем исследовании проведено биотестирование токсичности свежих и старых нефтяных загрязнений подзола иллювиально-малогумусового Сургутского района с использованием микроводорослей *Scendesmus quadricauda*, дафний *Daphnia magna* и биолюминесцентных бактерий *Aliivibrio fischeri* [1,2].

Целью исследования являлась комплексная оценка токсического воздействия свежих и старых нефтяных загрязнений на почвенные экосистемы с использованием различных биотестов.

В качестве загрязнителей использовались дизельное топливо и сырая нефть в концентрациях 10 и 20 г/кг почвы. Были проанализированы два типа загрязнений: свежее (3 недели) и старое (6 месяцев). Почвенные вытяжки для биотестирования готовились в соотношении 1:4 с дистиллированной водой. Токсичность оценивали по: изменениям флуоресценции хлорофилла у микроводорослей *Scendesmus quadricauda*; выживаемости и подвижности *Daphnia magna*; изменению интенсивности свечения бактерий *Aliivibrio fischeri.* Каждое измерение проводилось в трех повторностях. Контролем служила почвенная вытяжка из незагрязненной почвы.

Флуоресценция хлорофилла микроводорослей показала отсутствие выраженной токсичности для всех образцов. Однако во всех случаях значения флуоресценции были ниже в образцах с новым загрязнением, чем в старых пробах. Для *Daphnia magna* свежее загрязнение дизельным топливом и нефтью оказывало угнетающее воздействие, снижая выживаемость особей по сравнению с кон-

тролем. В старых загрязнениях, напротив, наблюдалось повышение выживаемости дафний, что может быть связано с уменьшением концентрации токсичных компонентов и увеличением доступной органики. Биолюминесценция бактерий показала неоднозначные результаты. В большинстве случаев интенсивность свечения снижалась, что свидетельствует о стрессовом воздействии нефтепродуктов. Однако для свежего загрязнения дизельным топливом наблюдалось увеличение биолюминесценции при росте концентрации, что может быть связано со стимулирующим эффектом отдельных компонентов топлива на бактериальный метаболизм.

Результаты исследования подтверждают необходимость использования комплексного подхода при оценке токсичности нефтезагрязненных почв. Различные тест-объекты демонстрируют разную чувствительность к загрязнению, что следует учитывать при проведении экотоксикологических исследований [1,2]. Полученные данные могут быть полезны для разработки эффективных методов диагностики состояния почв и оценки их восстановления после загрязнения.

Исследование поддержано Департаментом образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, проект № 2023-227-05.

Литература

1. Терехова В.А., Рахлеева А.А., Федосеева Е.В., Кирюшина А.П. Практикум по биотестированию экотоксичности почв: учебное пособие / Терехова В.А., Рахлеева А.А., Федосеева Е.В., Кирюшина А.П. М: МАКС Пресс. 2022.

2. Терехова В.А. Биодиагностика и оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие. М.: ГЕОС. 2023.

Особенности распространения нефтяного и солевого загрязнений на грядово-мочажинном болоте (Сургутская низина, Западная Сибирь)

Харбака В.А., Мельник Т.Р., Змеева М.В., Савиных С.М.

Аспирант, аспирант, сутдент, студент

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

E-mail: intelinside658@yandex.ru

На болотах распространение поллютантов имеет свои особенности: нефть локализуется у места аварии, высокоминерализованные воды выносятся на значительное расстояние. Анализ растекания загрязнителей по поверхности является важной задачей при оценке и прогнозе экологической ситуации.

Целью работы является оценка характера распространения нефти и подтоварных вод по поверхности верхового грядово-мочажинного болота.

Материалы и методы. Обследованный участок находится в 12 км на северо-восток от г. Сургут, в долине р. Почекуйка (участок мониторинга №4 Восточно-Сургутского месторождения нефти) [3]. На нем в 2020 г. было обнаружено загрязнение, вызванное порывом нефтесборной трубы. На месте нефтяного разлива проведена рекультивация. К понижению (50-350 м от источника воздействия) отмечено распространение солевого загрязнения. В контуре рекультивации заложены пробные площадки (ПП) 1 и 2, за его пределом – ПП 2б, 3–8. Пробы на загрязнённом и фоновом (ПП 11–16) участках отбирались в

2020-2024 гг. Анализ проб торфа на хлориды проводился по методу Мора [1], на нефтепродукты – флуориметрическим методом [2].

Результаты исследования. На месте рекультивации сохранялись повышенные концентрации нефтепродуктов в почвах – в среднем по годам 694 и 769 мг/кг (ПП 1 и ПП 2), при фоновых значениях 32-111 мг/кг. Отмечен также вынос нефтепродуктов за пределы рекультивации – до ПП 2б, расположенной в 50 м от места аварии (978 мг/кг). В 90 м от повреждённого трубопровода зафиксированы фоновые концентрации (58 мг/кг).

Солевое загрязнение распространилось на 350 м. При нем выявлено закономерное снижение загрязненности с расстоянием – концентрации хлоридов в среднем снижаются с 7,8 (50 м от места аварии) до 0,6 г/кг (350 м). Фоновые концентрации ионов хлора оказались заметно ниже – 96-114 мг/кг.

Проведенная оценка подтверждает специфику распространения загрязнения, связанного с растеканием нефти и распространением подтоварных вод. Особенности техногенного воздействия зафиксированы также на космических снимках из Google Earth; загрязнение проявилось в частичной деградации растительности на участке засоления.

Авторы выражают благодарность своему научному руководителю В.Н. Тюрину и его аспирантке О.В. Масловской за помощь в организации и выполнении исследования.

Литература

1. ГОСТ 27894.8-88 «Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Метод определения хлора». М.: Издательство стандартов, 1989. 4 с.

2. ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». М.: Министерство природных ресурсов РФ, 1998. 25 с.

3. Харбака В.А., Масловская О.В. Оценка изменения ионного состава болотных вод на верховом болоте (Сургутская низина) // Ломоносов-2024: XXXI Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Секция «Почвоведение»; 17-18 апреля 2024 г., Тез. докл. М.: МАКС Пресс, 2024. С. 121-122.

Формирование профиля техноземов на различных стадиях экологической сукцессии в пределах индустриального ландшафта

Цветкова Е.М. Федорова Е.Д.

аспирант, студент

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

E–mail: tsvetkova1001@yandex.ru

Результаты многочисленных исследований территории урбанизированных и индустриальных ландшафтов свидетельствуют о том, что значительная часть их растительного покрова формируется на техногенных отложениях [2], со временем приобретающих признаки почв (техноземов). При этом эти образования выполняют ряд экологических функций, являются основой для формирования развитых биоценозов и зачастую характеризуются четкой профильной дифференциацией, обусловленной действием комплекса внешних факторов [1].

Данное исследование проведено на территории полей гидрозолоудаления (ГЗУ) литейного производства ООО «ГАЗ» (г. Нижний Новгород) и прилегающих территорий левобережья р. Ока. Поля ГЗУ, несмотря на свое техногенное происхождение, играют важную роль в поддержании биоразнообразия городских экосистем Нижнего Новгорода. Формирующиеся биогеоценозы демонстрируют высокий уровень адаптации к антропогенным условиям, что делает их важным объектом для изучения процессов почвообразования и сукцессии в урбанизированной среде.

Исследовались особенности развития разновозрастных техногенных почв (15, 20 и 50 лет), на трех участках: 1) слаборазвитое травянистое сообщество с проективным покрытием 10% и преобладанием вейника наземного (уч. 1), 2) развитое травянистое сообщество с проективным покрытием 30% и преобладанием вейника наземного (уч. 2), 3) развитый древостой тополя бальзамического с подростом ивы белой, березы повислой и др. пород и разнотравьем с проективным покрытием 50% (уч. 3).

Исходным материалом для почвообразования на исследуемом участке были отходы ГЗУ легкого гранулометрического состава, особенностями которого являлась слабощелочная реакция среды и повышенное относительно территории за пределами санитарно-защитной зоны предприятия содержание тяжелых металлов: Pb – до 211 мг/кг, Zn – до 57 мг/кг, Cu – до 114 мг/кг, Cr - до 40 мг/кг, Ni – до 23 мг/кг, Cd – <0,02 мг/кг.

Проведенный вегетационный эксперимент с проростками пшеницы показал наличие у верхнего горизонта техноземов более благоприятных условий для роста по сравнению с верхним горизонтом природной почвы на фоновой территории с аналогичным гранулометрическим составом.

В качестве особенности формирующегося профиля технозема можно указать на его достаточно четко выраженную профильную дифференциацию, обусловленную процессом аккумуляции органического углерода: на участке возрастом 50 лет содержание углерода составило 4,67%. Характер растительности является ведущим фактором формирования гумусового горизонта, что подтверждается низким содержанием углерода на участках 1 и 2 до 0,7%. Вторым фактором дифференциации является окисление содержащегося в исходных отложениях тонкодисперсного железа.

Полученные в ходе исследования результаты позволяют указать на возможность образования почвенного профиля на малотоксичных техногенных отложениях, являющихся базой для формирования развитого биоценоза, повышающего общий уровень разнообразия растительного покрова индустриальных зон.

Литература

1. Гелашвили Д.Б., Копосов Е.В., Лаптев Л.А. Экология Нижнего Новгорода: монография. - Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. 530 с.

2. Scalenghe R., Ferraris S. The First Forty Years of a Technosol// Pedosphere, Volume 19, Issue 1, 2009, Pages 40-52.

Спектроскопия синхротронного излучения для определения структурной трансформации в системе «почва-металл-сорбент»

Цицуашвили В.С., Киричков М.В, Лацынник Е.С., Барахов А.В., Хатламаджиян А.А., Малиева В.Ю.

Научный сотрудник

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: tvs@sfedu.ru

В последние десятилетия использование синтезированных сорбентов нового класса соединений (металл-органические каркасные структуры) привлекают все большее внимание, благодаря своим уникальным и изменяемым свойствам [1]. Разработка и применение новых форм сорбентов определяют потребность в новых инструментальных методах исследования характеристик сорбентов и их эффективности для целей ремедиации почв, дополняющих традиционные и общепринятые. Для разработки способов ремедиации высоко загрязненных почв проведен длительный модельный лабораторный опыт с использованием синтезированного композита MIL-100@$NiFe_2O_4$ с высокими сорбционными свойствами. Цель работы – определить механизмы трансформации Zn в системе «почва-металл-сорбент» с использованием методов синхротронного излучения.

Почва представлена черноземом обыкновенным карбонатным, отобранным в Ботаническом саду Южного федерального университета. В условиях модельного опыта в почву был внесен Zn К-края в виде оксида в дозе 90 фонов, что соответствовало 7443 мг/кг Zn. После 3-х лет инкубации почвы с металлом в исследуемом варианте опыта был внесен композит - MIL-100@$NiFe_2O_4$ в дозе 2% от общего объема почвы по следующей схеме: Контроль; Контроль+ композит; Фон 90; Фон 90+композит. Рентгеноструктурное исследование образцов почв и сорбентов проводилось на станции КИСИ «Белок / XSA» Курчатовского источника синхротронного излучения (НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва).

На спектрах поглощения почвенных образцов, насыщенных ZnO, наблюдаются заметные трансформационные изменения. Структура ближней области Zn K-XANES спектров поглощения для почвы 1-го года внесения достаточно близко соответствует спектрам ZnO, а на спектрах образца после 3-х лет инкубации за краем поглощения присутствует одиночный пик высокой интенсивности, что характерно также для спектров таких эталонных соединений как $ZnCO_3$ и Zn_2SO_4. Спектры загрязненной Zn почвы с внесенным сорбентом отличаются несколько более сглаженной структурой, приближенной к соответствующей структуре спектров $Zn(OH)_2$ и $Zn(PO_4)_2$. Ни один из спектров исследованных образцов не обнаруживает сходства со спектрами ZnO. На графиках модулей Фурье-трансформант спектров Zn K-XAFS почвы с сорбентом первый пик имеет более низкую интенсивность по сравнению с ZnO, но близкую к той, что характерно для фосфата и карбоната Zn.

Установлено, что в результате взаимодействия в системе «почва-металл-сорбент» локальная атомная структура вносимого металла проявляет ряд особенностей. В 1-й год инкубации Zn демонстрирует близкое сходство с аналогичной структурой спектров эталонного образца ZnO. Однако, на 3 год после загрязнения интенсивность максимумов несколько снижается, что может свиде-

тельствовать о частичной трансформации оксида металла в другие металлсодержащие формы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 21-77-20089-п в Южном федеральном университете.

Литература

1. Gadd G.M. Metals, Minerals and Microbes: Geomicrobiology and Bioremediation // Microbiology. – 2010. – Vol. 156. – P. 609-643. https://doi.org/10.1099/mic.0.037143-0

Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах импактной зоны предприятия угледобывающей промышленности

Шуваев Е.Г., Немцева А.А., Дудникова Т.С., Барбашев Ал.И., Попов В.Р.
Магистр
Южный федеральный университет, академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: eshuvaev@sfedu.ru

Добыча угля и его переработка является главной отраслью промышленности южных областей и республик. В процессе трансформации углистых включений (деуглификации), входящих в состав почвообразующих пород, происходит накопление таких загрязнителей как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). ПАУ являются высокомолекулярными органическими веществами, имеющими в своей структуре два или более сконденсированных бензольных кольца. Воздействие ПАУ на организм человека может вызывать онкологические заболевания. Цель данной работы: определить содержание ПАУ в почвах вблизи импактной зоны угледобывающей промышленности.

Объектом исследования являлись почвы, расположенные вблизи террикона шахты Аютинская, города Шахты Ростовской области. Для выполнения цели исследования были выбраны две площадки мониторинга, одна из которых расположена вблизи углеотвала на расстоянии 100 метров (№1), вторая – на удалении на расстоянии 700 метров от шахты (№2). В ходе проведения анализа были установлены концентрации 12-ти ПАУ: нафталина, антрацена, флуорена, фенантрена, бенз(а)антрацена, пирена, флуорантена, бенз(а)пирена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, дибенз(a,h)антрацена, бенз(g,h,i)перилена., с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1260. Экстракция ПАУ из образцов проводилась с помощью гексана. Извлечение полютантов из отобранных проб проводилась методом омыления, путём кипячения образцов в 2-% спиртовом растворе щелочи КОН.

По результатам исследования суммарное содержание ПАУ в почве площадки мониторинга №1 составило 655,7 нг/г, что превышает суммарное содержание ПАУ в точке №2 почти в три раза (227,1 нг/г). Наибольший вклад в суммарное содержание полютантов внесли такие низкомолекулярные (НМ) ПАУ как нафталин, флуорен и фенантрен. Для точки №1 содержание НМ полиаренов составляет 90% от общей суммы ПАУ, а для точки №2–83%.

Таким образом, по мере удаления от углеотвала наблюдалось снижение суммарного содержания ПАУ почти в три раза с 655,7 нг/г в точке №1 до 227,1 нг/г в площадке №2. Наибольший вклад в общее суммарное содержание ПАУ

внесли представители низкомолекулярных ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008, программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030").

Литература

1. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Полициклические ароматические углеводороды в почвах: источники, поведение, индикационное значение (обзор) // Почвоведение. 2013, №7, С. 788-802

2. Сушкова С.Н., Дудникова Т.С., Шуваев Е.Г., Немцева А.А., Антоненко Е.М. Апробация метода экстракции ПАУ из почв углеотвалов водой в субкритическом состоянии // Актуальная биотехнология. 2024, №2, С. 47-49

Содержание фотосинтетических пигментов и мда в горчице сарептской (*Brassica juncea*) при проведении фиторемедиации с использованием комплексных биосорбентов

Щепетова А.А., Бабенко А.А., Черникова Н.П.

Студент

Южный федеральный университет, академия биологии и биотехнологии, Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: shepe.anna@yandex.ru

Накопление поллютантов сельскохозяйственными культурами из почвы представляет серьезную угрозу для здоровья человека и глобальной продовольственной безопасности. Одним из перспективных подходов к решению этой проблемы является фиторемедиация – метод очистки почв с использованием растений, позволяющий снизить концентрацию токсичных веществ в почве [1]. Целью исследования является определение содержания фотосинтетических пигментов и малонового диальдегида (МДА) у растений при проведении фиторемедиации с использованием комплексных биосорбентов.

В качестве сорбентов был выбран биочар и биочар, инокулированный консорциумом микроорганизмов (*Bacillus atrophaeus+Pseudomonas taiwanensis A10+Rhodococcus opacus Nah7IF*). Сорбенты были внесены в почву в дозе 2%. Горчица сарептская (*Brassica juncea)* использовалась как тест-культура. Определение содержания фотосинтетических пигментов, экстрагированных с помощью 80% ацетона, проводили при λ=663, λ=645 и λ=470 нм. Измерение МДА проводились при λ=532 нм и λ=600 нм в реакции с тиобарбитуроваой кислотой, используя коэффициент молярной экстинкции ε =155 $мМ^{-1}$ $см^{-1}$.

Максимальное содержание хлорофилла a, b и каротиноидов наблюдалось при использовании биочара, инокулированного консорциумом микроорганизмов, равное 0,51±0,03 мг/г, 0,18±0,004 мг/г и 0,093±0,01 мг/г, что на 19%, 12,5% и 11% выше, чем у растений, выросших на загрязненной почве (0,43±0,01 мг/г, 0,16±0,02 мг/г и 0,084±0,004 мг/г). Увеличение содержания фотосинтетических пигментов свидетельствует о повышении эффективности фотохимических реакций и, следовательно, благоприятно влияет на рост и развитие растений. Концентрация МДА является маркером перекисного окисления липидов, свидетельствующем об окислительном стрессе у растений. При выра-

щивании растений на почвах с биочаром, инокулированного консорциум микроорганизмов, наблюдалось снижение МДА, до 28,8±1,62 нмоль/г, что на 49% ниже, чем в загрязненной почве (58,8±1,64 нмоль/г).

Применение комплексных биосорбентов, таких как биочар, инокулированный микроорганизмами, способствует снижению окислительного стресса у горчицы сарептской, что подтверждается уменьшением уровня МДА и увеличением содержания фотосинтетических пигментов. Это указывает на эффективность данных методов для при проведении фиторемедиации загрязненных почв.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2024-0001

Литература

1. Salt D. E., Smith R. D., Raskin I. Phytoremediation //Annual review of plant biology. – 1998. – V. 49. – №. 1. – P. 643-668.

Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв»

Водообеспеченность яблони в неорошаемых садах в связи с плотностью насаждений и системой содержания почвы

Галашев М.И.

младший научный сотрудник, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, лаборатория агрохимии, д. Жилина, Орловская область, Россия

E-mail: galashev55@mail.ru

В настоящее время исследования водного режима насаждений яблони проводятся преимущественно на Юге России. Водный режим почвы садов в условиях умеренного климата, исследован недостаточно, хотя результаты востребованы для создания эффективных агротехнологий выращивания культуры. Целью работы была оценка запасов продуктивной влаги (ЗПВ) в почве под неорошаемыми садами, имеющими разные схемы размещения деревьев и систему содержания почвы.

Сравнительное изучение водного режима почвы проводилось в 2023 г. на территории опытного хозяйства ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область). Сад № 1 – среднерослый сад яблони, 555 деревьев/га, почва междурядий залужена. Сад № 2 – интенсивный сад колонновидной яблони, 2500 деревьев/га, почва междурядий под чёрным паром. Почва обоих садов – агросерая среднесуглинистая. Определение влажности проводили ежемесячно с мая по сентябрь, запасы продуктивной влаги определяли расчётным методом [1].

Метеоусловия периода вегетации были не вполне благоприятными (Таблица), однако запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см среднерослого сада были на удовлетворительном уровне с июня по август, а на глубине 20-40 см – с мая по август. В интенсивном саду неудовлетворительный уровень влажности почвы отмечен в мае и июле. В экстремально засушливом сентябре ЗПВ в почве обоих садов были наименьшими за весь период наблюдений.

Динамика ЗПВ (мм) в почве изучаемых садов, 2023 г.

Период отбора проб	Σ осадков, мм	ГТК	Среднерослый сад, 555 дер./га, залужение		Интенсивный сад, 2500 дер.га, чёрный пар	
			0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Май	9,0	0,25	18,56ab -	24,58b +	13,41ab -	21,90ab +
Июнь	36,8	0,77	31,03bc +	25,42b +	36,09c +	27,65c +
Июль	59,6	1,08	29,34b +	23,50ab +	14,67ab -	18,95ab -
Август	57,2	0,98	29,32b +	23,02ab +	24,45b +	24,22b +
Сентябрь	0,3	0,01	12,54a -	18,17a -	8,85a -	16,60a -

«+» - запасы удовлетворительные; «-» - запасы неудовлетворительные

Выявленные различия в величине ЗПВ не согласуются с устоявшимся мнением, что содержание почвы сада под чёрным паром способствует лучшей водообеспеченности деревьев. Однако, в изучаемых садах различаются не только способы содержания почвы, но и плотность насаждений: количество деревьев на 1 га в колонновидном саду в 5 раз выше, чем в среднерослом. Наши данные свидетельствуют, о более интенсивном потреблении воды колонновидными деревьями при уплотнённых схемах посадки.

Несмотря на не вполне благоприятные условия, деревья плодоносили: в среднерослом саду деревья сорта Синап орловский дали урожай – 11,4 т/га; в интенсивном саду колонновидный сорт Поэзия - 19,2 т/га. Таким образом, в средней зоне плодоводства РФ, продолжительные засушливые периоды в летнее время не препятствуют формированию урожая, т.к. деревья используют запасы воды, накопленные в глубоких слоях почвы в осенне-зимний период. Следовательно, указанные сады можно выращивать без орошения.

Литература

1. Вадюнина, А. Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. шк., 1986.

Дерново-подзолистые почвы, развитые на коре выветривания элювии глинистой опоки, Брянской области, их физические и агрохимические характеристики

Алимова О.Д.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: al-ol17@yandex.ru

В Брянской области почвенный покров в основном состоит из дерново-подзолистых и серых лесных почв, которые как правило, формируются на флювиогляциальных и моренных отложениях. Среди них можно выделить дерново-подзолистые почвы, развитые на древних корах выветривания – глинистой опоке. В Почепском районе такие почвы занимают значительную часть территории, около 56%.

Опока представляет собой биохимическую осадочную горную породу морского происхождения, состоящую из остатков морских организмов и опала или опал-кристобалитовых пород. [1]

Для изучения физико-химических и морфологических свойств почв было заложено 2 полнопрофильных разреза. Первый располагался в локальном понижении, где материнская порода была представлена флювиогляциальными отложениями. Структура почвы ухудшается с глубиной и становится глыбистой, сложение рыхлое по всему профилю. С глубины 64 см отмечается наличие охристых пятен. Второй разрез заложен в средней части пологого склона. Почва становится очень плотной и липкой с глубины 28 см, на заложение разреза потребовалось около 5 часов. Весь профиль имеет оливковый оттенок, который характерен для опоки во влажном состоянии, которая служит почвообразующей породой.

Содержание илистой и мелко пылеватой фракций составляет 15% на глубине 25 см и увеличивается до 20% в более глубоких горизонтах дерново-

подзолистых почв, сформировавшихся на глинистой опоке. Также явно видно различие по гранулометрическому составу между верхними до 20 см и нижними горизонтами. Частицы размером 0,05-0,01 мм преобладают во всем профиле почв, развитых на водно-ледниковых отложениях.

Обеспеченность фосфором в пахотном горизонте у дерново-подзолистых почв, развитых на опоке, очень высокая – 371 мг/кг, а на флювиогляциале высокая – 207 мг/кг. В верхних горизонтах обеспеченность калием повышенная – 130 мг/кг у почв на опоке и высокая – 206 мг/кг на флювиогляциале. Содержание подвижных форм этих элементов с глубиной уменьшается до слоя 30-40 см, а затем увеличивается по фосфору до 218 мг/кг для почв на опоке и 553 мг/кг на флювиогляциале, а по калию до 77 мг/кг и 108 мг/кг соответственно. Значения гумуса в пахотных горизонтах 4,30% у почв на флювиогляциале и 3,68% для почв на опоке.

Таким образом, дерново-подзолистые почвы, сформированные на глинисто опоке, и близкорасположенные к ним на флювиогляциальных отложениях имеют различия по своим химическим характеристикам и гранулометрическому составу.

Литература

1. Падалкин Н.В., Евшин П.Н. Модифицированные сорбенты на основе опоки для очистки вод // Труды Кольского научного центра РАН 2019. - №1. – С. 262-269.

Динамика агрохимических показателей староорошаемых угодий в условиях Среднего Поволжья

Ахарова А.С.
Аспирант
Казанский государственный аграрный университет,
институт агробиотехнологий и землепользования, Казань, Россия
E-mail: akhrarova.anastasiya@mail.ru

При интенсивном и многолетнем орошении почв происходит усиление пространственной неоднородности почвенного покрова с изменением свойств, состава в пределах профиля почв.

Динамика свойств почвы при интенсивном орошении может иметь негативные последствия в дальнейшем может привести к полной деградации сельскохозяйственных угодий. Необходимо комплексно изучать все свойства почвы, оценка которых позволит получить объективную «картину», возможный прогноз и рекомендации по дальнейшему использованию этих угодий [1, 2, 3].

Основным положительным эффектом при орошении является оптимальное содержание почвенной влаги для сельскохозяйственных культур. При правильно выбранных режимах орошения улучшаются гидротермические, кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия, оптимизируется структурное состояние почвы.

При интенсивном орошении из-за увеличения концентрации в почвенном растворе углекислого газа, повышается растворимость карбонатов и в последующем их интенсивный вынос с развитием процесса выщелачивания. В результате проявления этого элементарного почвенного процесса снижается

глубина вскипания от карбонатов и верхняя 30 сантиметровая толща даже в карбонатных почвах может полностью потерять карбонаты [1,3].

В результате элементарные почвенные процессы свойственные почвам степной и лесостепной зон характеризуются проявлением всей зональных процессов с усилением их интенсивности, а также наложением оглинения и слитизации [3].

Изучалось влияние длительного орошения на свойства и режимы агросерых почв (Grey-Luvic Phaeozems, WRB) староорошаемого пахотного участка Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Создание банка данных почвенных показателей проводилась с учетом гомогенного элементарного почвенного ареала агросерой средне гумусированной почвы.

Таким образом, в результате двадцатилетнего орошения исследуемого участка по данным мониторинговых разрезов у агросерой среднесуглинистой почвы наблюдается увеличение мощности гумусового горизонта на 21 см в сравнении с зональным агросерым типом и увеличение запасов органического вещества в слое 0-50 см до 311,9 т/га. Существенная миграция илистой фракции из пахотного слоя способствовала значительному уплотнению в иллювиальном горизонте (содержание частиц менее 0,001 мм составляет - 28,4 %).

Литература

1. Сычев, В. Г. Роль мелиорации в повышении эффективности сельскохозяйственного производства и плодородия почв: экономико-правовые аспекты / В. Г. Сычев, М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2023. – № 1(130). – С. 57-63.

2. Кузнецова, И. В. Изменения физического состояния черноземов типичных и выщелоченных Курской области за 40 лет // Почвоведение. 2013. № 4. С. 434-441.

3. Мамонтов, В. Г. О негативных процессах в орошаемых почвах / В. Г. Мамонтов // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 902-909.

Фракционно-групповой состав органического вещества черноземов типичных остаточно-карбонатных Юго-Востока Республики Татарстан

Беляев С.М.

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет,
институт агробиотехнологий и землепользования, Казань, Россия
E-mail: lero-12@yandex.ru

Органическое вещество почвы (ОВП) является ключевым компонентом наземных экосистем, играя решающую роль в плодородии почвы, секвестрации углерода и круговороте питательных веществ. Изучение фракционно-группового состава ОВП является актуальной задачей и в настоящее время.

Целью работы стало изучение гумусового состояния черноземов типичных остаточно-карбонатных сильно гумусированных тяжелого гранулометрического состава ООО «Август-Лениногорск» Лениногорского района Республики Татарстан.

Существует множество методик выделения и фракционирования ОВП. Для оценки гумусового состояния черноземов типичных остаточно-карбонатных был выбран ускоренный метод Кононовой-Бельчиковой. Определение органи-

ческого вещества проводилось по Тюрину со спектрофотометрическим окончанием.

В исследованиях получено процентное содержание гуминовых кислот, фульфокислот и негидролизуемого остатка (гумина), определен тип гумусообразования в образцах пахотных горизонтов и естественных участках для сравнения. Так, содержание гумуса составило от 5,44% до 7,56%. Среднее содержание гуминовых кислот колебалось в пределах от 25,16% до 30,68%, фульвокислот – от 3,03% до 18,35%. Негидролизуемый остаток составил – от 53,49% до 65,73%.

Полученные данные свидетельствуют, что на изучаемых почвах преобладает гуматный и фульватно-гуматный тип гумусообразования. Высокое процентное содержание гумина связано с высоким содержанием карбонатов кальция и магния, а так же тяжелым гранулометрическим составом. Эти факторы способствуют прочной фиксации органического вещества на минеральной матрице почвы [1, 2, 3].

Полученные данные дают представление о гумусовом состоянии исследуемых почв, специфике гумусообразовательного процесса и дают возможность проанализировать динамику изучаемых факторов и принять меры по их коррекции.

Литература

1. Йонко, О. А. Основные показатели гумусового состояния черноземов карбонатных на меловых отложениях / О. А. Йонко, В. А. Королев, А. И. Громовик // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева", Курск, 03–05 декабря 2012 года. – Курск: Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии Россельхозакадемии, 2012. – С. 51-53. – EDN VQICRF.

2. Семенов В. М. Почвенное органическое вещество / В.М. Семенов, Б.М. Когут; Федер. агентство науч. орг., Рос. акад. наук, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева [и др.]. — Москва : ГЕОС, 2015. — 232 с. ил.; 24. — ISBN 978-5-89118-702-3.

3. Чибирова, А. Х. Гумусовое состояние предкавказских карбонатных черноземов / А. Х. Чибирова // Наука, техника и образование. – 2018. – № 8(49). – С. 55-61. – DOI 10.20861/2312-8267-2018-49-002. – EDN XWLOZF.

Мобильная установка капельного орошения низкого давления с фотоэлектрической системой

Бердиев М., Бувабеков Б., Мажидов Ф.

Национальный Исследовательский Университет "Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства"

В настоящее время обеспечение быстро растущего населения экологически чистыми продуктами питания становится одной из главных проблем на Земле. Поэтому во всех странах в мире, и в Организации Объединенных Наций, есть программы продовольственной безопасности [1,2]. По указу Президента Республики Узбекистан, в 2018 году принята программа "О мерах по дальнейшему обеспечению продовольственной безопасности страны" [3].

Во всём мире сельское хозяйство является основным источником продовольственной безопасности и основным потребителем водных ресурсов. Сегодня в Республике Узбекистан более 9,8 миллиона семей занимаются сельским хозяйством на 1043,7 тыс. *га* (приусадебных, 692,2 тыс. *га* и дачных участков и (351,5 тыс. *га*) земли. Ежегодно на приусадебных участках, принадлежащих населению, выращиваются 84% картофеля, 71% овощной продукции, 55-60% яблок, винограда и фруктов, более 94% продукции животноводства [4,5,6]. Как видно из приведенных показателей, потребности населения страны в продовольствии удовлетворяются в основном за счет продукции, выращенной в приусадебных участках населения.

Однако, из-за изменения климата, дефицит водных ресурсов увеличивается с каждым годом. Это может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и, как следствие, к дефициту продовольствия. Одним из способов смягчения дефицита воды является использование методов водосбережения. Самым эффективным методом экономии воды является капельное орошение [7].

Научной группой НИУ "ТИИИМСХ" разработана мобильная установка капельного орошения низкого давления с фотоэлектрической системой для малых площадей (ω=0,01-0,5 *га*), т.е. приусадебных участков (Рис. 1) [8].

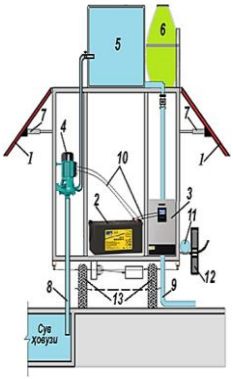


Рис. 1. Конструктивная схема мобильной установкй капельного орошения низкого давления:

1 - солнечные панели мощностью N=0,5 кВт;
2 - аккумуляторы;
3 - инвертор с контроллером;
4 - насосная установка;
5 - ёмкость воды объёмом 2,0 м^3;
6 - ёмкость для минеральных удобрений объёмом 0,1 м^3;
7 - устройство для изменения положения солнечных панелей;

8 - всасывающий и 9 - напорный трубопровод насосной установки для подачи воды на капельную систему;
10 - проводы соединения;
11 - монтированная капельная система;
12 - запас полиэтиленового шланга с капельницами;
13 - автомобильные колёсы легковых машин.

Описание: четырехколесная тележка, по обе стороны от нее установлены две солнечные панели общей мощностью 1 кВт с водяным охлаждением, аккумуляторы, инвертор и насос. На высоте 2,0 м над орошаемой землей устанавливаются емкости с водой объемом 2,0 м3 и жидкими удобрениями объемом 0,1 м3, и система капельного орошения низкого давления.

Порядок действий: установку устанавливают на орошаемый участок и с помощью энергии, вырабатываемой солнечными панелями, запускается насосная установка, которая наполняет резервуар водой. Шланги системы капельного орошения укладываются в посевные борозды, открывают краны в баке для воды и баке для удобрений, после чего вода подается для капельного полива. После окончания полива можно перетащить установку на другое поле и продолжить капельный полив.

Установкой можно орошать 0,01 *га* за 2 часа, до 0,5 *га* за день. Интересно еще и то, что мутная вода, которая считается источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур, легко стекает через капельницы капельных трубок, воду очищать не требуется. Кроме того, электроэнергию, вырабатываемую устройством в не вегетационный период, можно использовать и для других целей. При высокой температуре воздуха (t=45-50^{0}C и более) солнечные панели охлаждаются водой, подающейся из резервуара под собственным давлением. На установку получен патент Агенства Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Работа выполнена при поддержке международного гранта Всемирного банка «Модернизация национальной инновационной системы Узбекистана».

Литература

1. Мировая продовольственная программа. Ru.wikibrief.oro‘wiki/World Food Programme.

2. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. https://ru.wikipedia.org/wiki и https://www.fao.org/home/ru.

3. Указ Президента Республики Узбекистан №УП5303 от 16.01.2018 г. “О мерах по дальнейшему обеспечению продовольственной безопасности страны».

4. Закон Республики Узбекистан № 681“О приусадебных хозяйствах”, от 01.04.2021.

5. Закон Республики Узбекистан № 680“О дехканских хозяйствах”, от 01.04.2021.

6. Приусадебные землевладельцы в Узбекистане собирают урожай 2-3 раза в год. darakchi.uz›uz/129783

7. Majidov T., Tursunov M., Ikramov N., Buvabekov B., Berdiev M., Ergashev SH. Comprehensive automated drip irrigation system. Annual International Conference «Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering».Hydraulics of Structures,Hydraulic Engineering and Land Reclamation Construction.(CONMECHYDRO - 2023), E3S Web of Conferences Volume 401 (2023), Tashkent, Uzbekistan, April 26-28, 2023. -10 p.

8. Мажидов Т., Икрамов Н., Бердиев М., Фозилов И., Бувабеков Б., Мажидов Ф.Комплексная система капельного орошения низкого давления. Патент Республики Узбекистан. № IAP 7914, 2025.

Содержания активно действующего вещества в доломитовой муке фирмы «ФАСКО»

Гуменная Е.А.
Бакалавр
Дальневосточный Федеральный Университет, Владивосток, Россия
E-mail: gumennaya.ea@dvfu.ru

Повышенная почвенная кислотность ухудшает физико-химических свойства, снижает доступность питательных элементов, повышает токсичности подвижных форм полуторных окислов и угнетает микробиоту, что ограничивает продуктивность сельскохозяйственных культур. В Российской Федерации площади кислых почв превышают 60 млн га, а в Северо-Восточном регионе они занимают более 70% пашни [2]. Одним из эффективных методов улучшения кислых почв является известкование, заключающееся во внесении известковых материалов, таких как доломитовая мука. Для правильного расчета внесения доломитовой муки в почвы необходимо знать содержание действующего (активное) вещества, в связи с тем что такие удобрения при не правильном хранении или транспортировке имеют свойства слёживаться, напитываться врагов что является причиной изменений в содержании в худшую сторону.

Целью данной работы является проверка качества доломитовой муки производителя «ФАСКО». Объектом исследования является доломитовая мука фирмы «ФАСКО» марки А [1] с суммарным содержанием $CaCO_3$ и $MgCO_3$ не менее 85 %.

Для проверки качества удобрения доломитовой муки были проведены необходимые анализы удобрения, а именно: содержание $CaCO_3$ %, влажность % и зерновой состав по [3] с целью расчета количества действующего вещества (АДВ). Результаты представлены в таблице.

Таблица – Показатели АДВ в доломитовой муке, %

Показатели	Влажность (W)	$CaCO_3$	Процент неактивных частиц	Процент активных частиц	АДВ
Доломитовая мука	1,0027±0,0000	97,30±0,45	0,48±0,20	99,52±0,50	95,86±0,55

Исследования показали, что по содержанию $CaCO_3$ составило 97,30±0,45 %, что соответствует заявленным критериям более 85 %. Показатель влажности в удобрении составил 1 %. Зерновой состав удобрения ситовым методом для

обнаружения суммы активных и неактивных частиц в среднем это показатель не превышал 1 %, что говорит о его качестве [1]. В процессе транспортировке и хранения удобрение не слежалось и не скомковалось.

Анализы показали, что удобрение соответствует ГОСТУ и характеристикам, заявленных производителем. Данная доломитовая мука может свободно использоваться по прямому назначению в дозировках, рекомендованных изготовителем.

Литература

1. ГОСТ 14050-93. Мука известняковая (доломитовая). Технические условия. - Введ. 1995-01-01. - Москва : ИПК Издательство стандартов, 1993. - 12 с.

2. Кедрова, Л. И. Влияние почвенной кислотности на урожайность озимой ржи и возможности эдафической селекции / Л. И. Кедрова, Е. И. Уткина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 6(67). – С. 17-25.

3. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Агрохимия» для студентов очной формы обучения направления подготовки 250700.62 «Ландшафтная архитектура» – Н. Новгород, ННГАСУ, 2014. – 48с.

Сравнительная характеристика базовых агрохимических показателей в почвосмесях разных производителей

Дмитренко Г.Д.

Бакалавр

Дальневосточный Федеральный Университет (ДВФУ), Владивосток, Россия

E–mail: dmitrenko.gd@dvfu.ru

В России смеси почвогрунтов повсеместно используются не только для выращивания рассады и цветов на подоконниках, но и в качестве грунта на открытых территориях для искусственных газонов или в качестве добавки на поля вместо удобрений. Поэтому важно чтобы базовые агрохимические характеристики соответствовали заявленным значениям для дальнейшего рационального применения и восстановления почвенного плодородия.

Целью исследования являлась сравнительная характеристика базовых агрохимических параметров почвосмесей (кислотно-щелочные свойства, содержание подвижных форм фосфора и обменного калия).

В качестве объектов исследования были выбраны 7 самых распространенных почвосмесей на рынках Приморского края. Анализ рынка показал, что наиболее распространёнными марками являются: Грунт Пальма Сад чудес (1), Грунт для декоративно-лиственных растений Florizel (2), Грунт БИУД Овощной универсальный (3), Питательный торфогрунт УНИВЕРСАЛЬНЫЙ Добрая сила (4), Грунт для томатов и перцев "Малышок" (5), Грунт универсальный (6), Грунт для рассады Крепыш (7).

При изучении агрохимических параметров почвосмесей использовали следующие методы: потенциометрический метод – определение pH_{H2O} и pH_{KCl} [1] с помощью pH-метра Mettler-Toledo; содержание подвижных фосфатов и обменного калия в почве определяли по [1]. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица. Сравнительная характеристика базовых агрохимических показателей поч-восмесей

Объект исследования	Данные с упаковки почвогрунтов				Полученные данные			
	pH_{KCl}	pH_{H_2O}	P_2O_5 мг/100 г	K_2O мг/100 г	pH_{KCl}	pH_{H_2O}	P_2O_5 мг/100 г	K_2O мг/100 г
1	6,0-6,5	-	> 20,0	> 30,0	6,34	6,67	152,30	96,55
2	-	5,0-5,5	> 12,5	> 22,0	6,04	6,62	78,80	24,84
3	-	5,7-6,4	-	-	4,04	5,33	15,30	3,34
4	5,4-6,6	-	> 29,0	> 33,0	4,51	5,28	64,69	12,94
5	-	6,0-7,0	100,0	80,0	5,13	5,58	11,90	5,03
6	-	6,0-7,0	40,0	50,0	5,71	5,85	138,80	25,12
7	-	6,0-7,0	70,0	80,0	6,53	6,69	145,05	25,84

По кислотно-щелочным свойствам большая часть полученных данных не входит в заявленный от производителя диапазон за исключением двух образцов: номера 1 и 7 значения которых соответствуют заявленным параметрам. По содержанию доступного P_2O_5 и обменного K_2O полученные данные в большинстве образцов сильно варьируют и не соответствуют показателям заявленными производителем, что может оказать негативное влияние на культурное растение при его росте и формировании плодов.

Таким образом, из выбранных почвосмесей практически все исследуемые образцы имеют несоответствие с заявленными от производителя характеристиками, однако имеются образцы имеющие значения близкие к этим диапазонам: образец 1, 2 и 4. Проведенное исследование дает представление о том, насколько базовые агрохимические параметры в почвосмесях могут быть ниже рекомендованных, что в свою очередь будет влиять на рост и развитие сельскохозяйственных растений.

Литература

1. Аринушкина Е.В., Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. - 478 с.

Влияние жидких минеральных удобрений на содержание нитратного азота в черноземе обыкновенном при возделывании озимой пшеницы по технологии no-till

Мокрикова А.Г., Ерин В.А., Калашников Н.Д.
Студент, аспирант, студент
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: mokrikova@sfedu.ru

Содержание и запасы нитратного азота в почве зависят от многих факторов — типа почв, количества осадков, температуры, запасов гумуса, предшествующей культуры, аэрации, реакции среды, способов обработки почвы, применения минеральных и органических удобрений, что предопределяет содержание доступных растениям форм азота и обеспеченность им растений [1].

Объект исследования- агроценозы озимой пшеницы сорта «Алексеич, РС-1» на черноземе обыкновенном в системе no-till. Удобрения ЖКУ 11:37 применяли согласно схеме опыта: 1) контроль; 2) ЖКУ 100; 3) ЖКУ 150; 4) ЖКУ 200 л/га. ЖКУ вносили при посеве, а в фазы весеннего кущения и выхода в трубку проведена подкормка КАС-32 в дозе 200 и 150 л/га соответственно. Методы исследования - отбор проб и подготовка почвы к анализу - ГОСТ Р 58595–2019; определение нитратного азота - потенциалометрическим методом с ионселективными электродами по ГОСТ 26951–86.

Установлено, что обеспеченность почвы нитратным азотом на контроле низкая по всем срокам отбора образцов [2]. Применение удобрений значительно увеличивает содержание этого элемента в почве, но его уровень остается низким за счет интенсивного использования растениями в процессе формирования урожая (рис. 1).

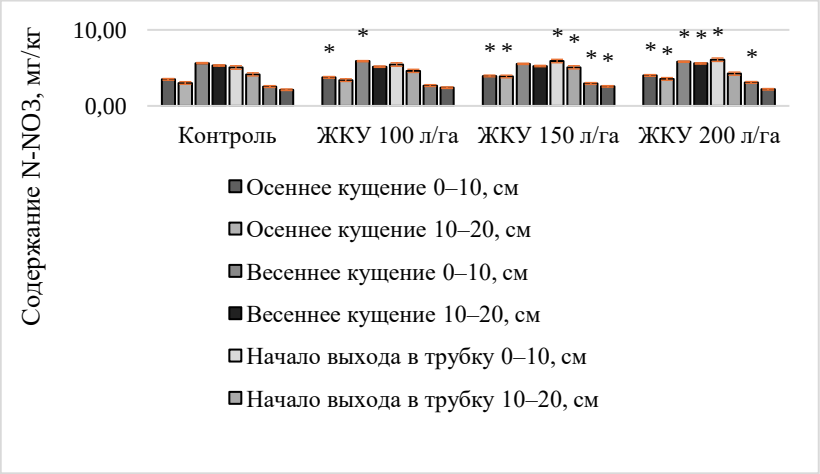


Рисунок 1 – Содержание нитратного азота в почве под озимой пшеницей при внесении удобрений, мг/кг (* - достоверно значимое отличие от контроля при $p < 0,05$)

Положительное влияние удобрений выявлено в течение всего периода вегетации озимой пшеницы, что подтверждает пролонгированный характер действия ЖКУ и КАС и указывает на необходимость их внесения в целях повышения плодородия почв и продуктивности озимой пшеницы.

Литература

1. Кочергин А.Е. Режим подвижных форм азота в черноземах Западной Сибири и эффективность минеральных удобрений / А.Е. Кочергин // Результаты исследования почв, питания растений и применения удобрений в условиях Северного Казахстана. Целиноград: ЦСХИ, 1972. Т. 7. Вып. 2. С. 121–123.

2. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах // Плодородие. – 2018. –№ 1 (100). – С. 8–14.

Исследование зоокомпоста как удобрения для органического земледелия на базе продукта переработки отходов сельского хозяйства сапротрофами

Калмыкова Д.А., Шулаков А.Ю.

Студент

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

E-mail: daryakad1@mail.ru

В основе предлагаемого метода переработки органических отходов лежит природный процесс их конверсии с использованием личинки мухи Чёрная львинка (Hermetia illucens). Продукт переработки органических отходов с помощью сапротрофов может быть классифицирован как зоокомпост. Цель: исследование возможности применения зоокомпоста в качестве органического удобрения в твёрдой фазе, а также в виде водного экстракта различной концентрации. Объект исследования: зоокомпост (переработка органических отходов сапротрофом Hermetia illucens). Методы: вегетационный опыт, фитотестирование с использованием тест-культуры Arvena sativa.

В ходе вегетационного эксперимента была выявлена высокая эффективность исследуемого материала как удобрения: прибавка урожая от внесения зоокомпоста в эквивалентных дозах сопоставима с эффективностью традиционного минерального удобрения; ускоренный срок созревания по сравнению с вариантами с минеральным удобрением; повышенная по сравнению с другими вариантами устойчивость растений к фитопатогенам; повышенная устойчивость к полеганию растений [1]. Фитотестирование показало, что при воздействии водной вытяжки зоокомпоста без разведения происходит угнетение проростков на 31,57 % относительно контроля (переработанный отход – птичий помет), на 70,73 % относительно контроля (переработанный отход картофеля). Установлено, что трёхкратное разведение исходной вытяжки исследуемого материала при оценке его применения в жидком виде значительно снижает эффект ингибирования для тест-культуры Arvena sativa [2]. При этом устранение негативного воздействия вытяжки из зоокомпоста на проростки в дальнейшем позволит обеспечить положительное воздействие на развитие растений за счёт обогащения раствора биогенными элементами.

Таким образом, результаты эксперимента указывают на хорошие перспективы, которые открываются при введении в практику технологии переработки органических отходов с применением личинки *Hermetia illucens.*

Авторы выражают благодарность научному руководителю Дабахову М.В. за ценные рекомендации по планированию исследования.

Литература

1. Дабахова Е.В., Питина И.А. Агроэкологические проблемы использования органических удобрений в сельском хозяйстве// Агрохимический вестник. 2017. №2. С.10 – 14

2. Терехова В.А., Рахлеева А.А., Е.В. Федосеева, Кирюшина А.П. Практикум по биотестированию экотоксичности почв. М.: МАКС Пресс, 2022 г. 102 с.

Влияние гидрогеля на продуктивность озимой пшеницы и гороха в Ставропольском крае

Карпова А.В.

Аспирант

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

E-mail: karpova_an_v@mail.ru

Успешное развитие сельскохозяйственного производства предъявляет определенные требования к повышению потенциального и эффективного плодородия почвы, а также к получению высоких, устойчивых урожаев с/х культур. Современное сельское хозяйство потребляет почти две трети воды, используемой в мире. Поэтому все больше внимания уделяется поиску приемов сохранения влажности почвы при культивировании растений [1]. Одним из таких возможностей является внесение в почву веществ, способных насыщаться водой является применение гидрогелей. Гидрогель – это водоудерживающий агент (суперабсорбент), который при введении в почву или субстрат абсорбирует и удерживает большое количество воды и питательных веществ[2].

Опыты были заложены на территории Петровского района Ставропольского края. Площадь территории Ставропольского края равна 66500 км^2, где с учётом физико-географического положения, почвенно-климатических условий, направления сельскохозяйственного производства и уровня его интенсивности выделено четыре сельскохозяйственных (агроклиматических) зоны.

В нашем исследовании изучаемая культура в 2023 году – озимая пшеница сорта Таня РС1 (*Triticum aestivum*). Удобрения вносили при посеве под озимую пшеницу – сульфоаммофос 124,2 кг/га, в подкормку применяли аммиачную селитру 200 кг/га (фоновый вариант, с которым проводили сравнение с вариантом с гидрогелем). Исследуемая культура в 2024 году – горох сорта Лумп. Удобрения под горох (*Pisum*) не использовали. Каждая опытная делянка площадью 10 га. Эксперимент был проведен в 3-кратной повторности на одном поле в хозяйстве с одинаковыми условиями рельефа. Гидрогель (AGROGG), был внесен в апреле 2022 года на глубину 20-23 см, с нормой внесения 85 кг/га.

Показано, что в почве на вариантах с удобрениями (фон) и гидрогелем значимо увеличилось содержание подвижного фосфора и нитратного азота, а содержание калия уменьшилось. В почве под горохом содержание нитратного

азота также значимо увеличилось, а повышение подвижного фосфора и калия были незначимы. Урожайность, как пшеницы, так и гороха не показала статистически значимого увеличения.

Таким образом, в первый год применения гидрогеля под пшеницу и горох в зоне засушливого земледелия не показано статистически значимого увеличения урожайности, как озимой пшеницы, так и гороха. Однако, положительным эффектом применения гидрогеля было значимое увеличение в почве и подвижного фосфора под посевами озимой пшеницы. Под посевом гороха такой эффект наблюдали только для содержания нитратного азота.

Литература

1.Арефьев А.Н., Кузин Е.Н. Влияние Праестола 650 и удобрений на агрофизические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур // Нива Поволжья №3. 2011. С.14-19.

2.Синявский И.В., Плотников А.М., Созинов А.В., Гущенская Н.Д. Оценка зависимости урожайности зерновых культур от применения полимерного геля, азотного и фосфорного удобрений в севообороте // Проблемы агрохимии и экологии, 2021 №3-4. С. 9-16.

Оценка фиторемедиационного потенциала солеустойчивых культур на почвах, загрязнённых хлоридом натрия в условиях вегетационного опыта

Котик А.А.

Студент

Казанский (Приволжский) федеральный университет, институт экологии, биотехнологии и природопользования, Казань, Россия

E–mail: alissakotik.a@gmail.com

Обеспечение продовольственной безопасности – одна из важнейших задач современной России. Для увеличения количества пригодных для земледелия почв необходимо изучить возможные способы возвращения плодородия антропогенно изменённым почвам. На территории Российской Федерации площадь засолённых (несолонцовых) почв составляет 16,3 млн га, что занимает около 9% площади сельскохозяйственных угодий [1]. Фиторемедиация позволяет замедлить процесс вторичного засоления и вернуть почвам утерянное плодородие путем включения в севооборот определённые солеустойчивые культуры [2].

Цель работы — изучение возможности поглощения натрия солеустойчивыми культурами в условиях засоления почвы хлоридом натрия. Способность к поглощению оценивалась для следующих культур: *Beta vulgaris* (сахарная свекла), *Sinapis alba* (горчица белая), *Hordeum sativum* L (ячмень яровой). Для этого серая лесная почва загрязнялась растворами, содержащими NaCl в таких количествах, чтобы концентрация натрия в почвах для разных вариантов опыта составляла: 0 (контроль), 6 и 12 ммоль. Растения высаживались в пластиковые контейнеры с засоленными почвами и выращивались в течение 14 дней. Далее оценивали всхожесть семян, ростовые характеристики, а также содержание Na в ростках после их озоления и определения Na в золе методом пламенной фотометрии на фотометре ПАЖ-1.

Наилучшие показатели всхожести среди культур был выявлен у *Hordeum sativum* L. – при максимальном засоление почв (12 ммоль) всхожесть составила 75±1,1%. Наибольшая длина надземной фитомассы была обнаружена у *Sinapis alba*, которая составила 16,3±1,6 см. Результаты определения поглощённого натрия в биомассе растений показали, что содержание натрия возрастает в ряду *Beta vulgaris*<*Sinapis alba*<*Hordeum sativum* L. Максимальное содержание натрия было обнаружено при засолении почв на уровне 12 ммоль для *Hordeum sativum* L. и составило 1,6±0,12 мг/кг, что делает данную культуру наиболее перспективной для фиторемедиации засоленных хлоридом натрия почв.

Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. почвоведения им. И.В.Тюрина КФУ Окунев Родион Владимирович

Литература

1. Сафина, Г.Р. Государственное управление и охрана земельных ресурсов России на современном этапе: курс лекций. Часть 3. Деградация почв и земель. Мелиорация / Г.Р. Сафина, В.А. Федорова.– Казань: Казан. ун-т, 2020. – 135 с.

2. Коротченко, И. С. Использование горчицы сарептской в качестве фиторемедианта при загрязнении почв кадмием / И. С. Коротченко. // Наука и образование. – 2013. – Т.18. №2 – С.83-95.

Эффективность предпосевной обработки семян амаранта (*Amaranthus* L.)

Лазарева М.Н.
Студентка
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: Lazarevamn2001@mail.ru

Одной из важнейших задач био- и агротехнологий является поиск инновационных с экологической точки зрения, а также экономически эффективных методов увеличения производительности культурных растений, улучшения их количественных и качественных характеристик. Для достижения данной цели требуется проведение исследований, направленных на оптимизацию предпосевной обработки семян, позволяющей ускорить их прорастание, снизить поражаемость заболеваниями и повысить устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

Объектом представленного исследования являются семена высокобелковой культуры амаранта (*Amaranthus* sp.). Растение богато минеральными веществами, незаменимыми аминокислотами, витаминами [1], поэтому работы по оптимизации его питания отвечают задачам поиска питательного растительного сырья в сельском хозяйстве и не теряют своей актуальности. В связи с этим цель работы заключалась в оценке эффективности схемы, которая была разработана, для предпосевной обработки семян амаранта на качество получаемой продукции, главным образом, белка.

В ходе исследования рассматривалось влияние органических кислот (растворов яблочной и янтарной кислот в концентрации 10^{-3} М) и последующего воздействия разреженной среды (0,9 атм, время экспозиции 10 и 20 минут) на семена амаранта сорта «Крепыш». Были определены показатели всхожести, морфометрические параметры растений, урожайность, а также некоторые ха-

рактеристики качества надземной биомассы. Среди применяемых методов исследования выполнен не только анализ растительного материала, но и химический анализ почвы, в которую были посеяны обработанные семена.

Статистическая обработка полученных данных показала, что наилучший рост имели растения, семена которых были обработаны янтарной кислотой без применения вакуума. Количество листьев увеличивалось при предварительном замачивании семян в яблочной кислоте в течение 10 мин, как с применением вакуума, так и без него.

Урожайность культуры, а также содержание в ней белкового азота возрастало по сравнению с контролем на 38-69 % и на 33-64 %, соответственно, что в целом показало эффективность предложенной обработки. Изменение содержания подвижных фосфора и калия в растении также статистически значимо увеличивалось.

Не смотря на общий позитивный эффект данного способа предпосевной обработки семян амаранта, выявлено неоднозначное влияние разных способов обработки в разреженной среде на некоторые характеристики растения, например, на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян. В связи с этим, необходимо проведение дополнительных опытов для усовершенствования метода.

Литература

1. Кононков, П.Ф. Амарант. Интродукция в России / Кононков, П.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К. – М.: ООО «Луч», 2018. – 320 с.

Морфологическое строение и агрохимические показатели агросерых почв в условиях Шошма-Ашитского ландшафтного района Предкамья Республики Татарстан

Матвеева А.И.

Студент

Казанский государственный аграрный университет,
институт агробиотехнологий и землепользования, Казань, Россия
E-mail: anastasia.matveeva02@mail.ru

Зональными почвами Шошма-Ашитского ландшафтного района являются серые почвы сформировавшиеся в условиях периодически промывного типа водного режима, в структуре почвенного покрова преобладают (49,7%), занимают небольшие и неровные водоразделы третьего и четвертого порядка, иногда пологие склоны, преимущественно в верхней частях [1].

Комплексная оценка почв проводилась по материалам почвенного обследования сельскохозяйственных угодий территории района, в исследования включены данные морфологического строения, химические и физико-химические свойства агросерых обычных и пестроцветных тяжелосуглинистых разновидностей. В обработке полученных показателей применялись методы математической статистики, выявлены пределы морфологического строения, полученные математические модели могут служить в качестве диагностических эталонов для изучения направленности почвообразовательных процессов в условиях агрогенеза данного региона [2]. Критериями оценки данных выборки послужили средние арифметические и их ошибки, предельные значения, сред-

неквадратичное отклонение, коэффициент вариации, доверительный интервал среднего почвенных показателей.

Изучаемые свойства почв разделены на три группы – фундаментальные, устойчивые и динамичные. В первую группу включены нижние границы генетических горизонтов почвенного профиля, содержание ила и физической глины, pH солевой вытяжки. В результате при обработке данных неэродированных таксонов тяжелосуглинистой разновидности содержание физической глины получено 42,8 - 46,6% в агрогенном горизонте обычного рода и 40,1- 49,8 % у пестроцветного рода.

В группу устойчивых почвенных свойств включены: содержание гумуса, сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность. Устойчивые свойства агрогенного горизонта отражают влияние длительного сельскохозяйственного использования, где верхняя граница доверительного интервала статистически достоверно может показывать предельные возможности секвестрации и сохранения запасов органического вещества на данной территории с однотипным сочетанием факторов почвообразования. К группе динамичных свойств отнесены показатели выборки значений подвижных соединений фосфора и калия.

Таким образом, морфологическое строение генетических горизонтов, показатели химического и физико-химических свойств агросерых почв в пределах доверительных границ среднего показывают современное состояние данных почв в агрогенезе, их региональные особенности и пути их улучшения.

Литература

1. Гаффарова Л. Г. Статистические параметры морфологического строения и свойств дерново-подзолистых и серых лесных пахотных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан: монография / Л. Г. Гаффарова, И. Д. Давлятшин; под ред. А. В. Ивойлова. – Казань: Изд-во Казан. гос. аграрного ун-та, 2019. – 130 с.

2. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении / науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Либроком, 2009. – 328 с.

К вопросу о повышении почвенного плодородия при производстве органической продукции

Наумов И.Д.

Студент

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, кафедра наноматериалов и нанотехногии, Москва, Россия,

E-mail: naumov.ilya 310702 @yandex.ru

С целью улучшения качества жизни населения Российской Федерации необходимо планомерное и системное решение стратегических задач по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, рекультивации нарушенных земель, экологической реабилитации территорий и водных объектов, лесовосстановление.

Исходя из данных Росстата площадь земель сельскохозяйственного назначения

в России в 2019 году составила 379,5 млн. гектар, в 2020 году - 379,5 млн. гектар, в 2021 году - 379,2 млн. гектар, в 2022 году - 379,8 млн. гектар, в 2023 году - 374,0 млн. гектар, в 2024 (предварительно) – 375,0 млн. гектар. В этой связи возникает необходимость повышения плодородия земель и развития направления рекультивации и ремедиации деградированных земель для использования в агропромышленном комплексе.

В этом направлении ценными представляются исследования, проведенные на почвах Краснодарского края и Московской области, по итогам которых установлена целесообразность восстановления плодородия почв, загрязнённых остатками гербицидов, и экономическая эффективность проведение ремедиации почв с помощью активных углей, позволяющей рационально без вреда экологии осуществить полное самоочищение почвы от остатков токсикантов в течение 3-4 лет и включить земли в сельхозоборот для ведения органического земледелия [1].

Также в качестве сидерата, влияющего на биологическую активность почвы и оптимизацию минерального питания культур, начиная с семян, целесообразно использовать горчицу белую отличающуюся неприхотливостью, скороспелостью и быстрым ростом. По результатам проведенного нами лабораторного эксперимента и анализа влияния различных форм и способов удобрений на продуктивность горчицы белой сорта Рапсодия установлена эффективность применения сока Алоэ в качестве биопрепарата для предпосевной обработки семян для защиты растений от главных болезней таких как мучнистая роса [2]. При полевых исследованиях, проводимых нами в Московской области на опытном поле ФГБНУ ВНИИФ получены наилучшие показатели по увеличению урожайности и низкому проценту засоренности по сравнению с контролем при применении семян, которые были обработаны свежевыжатым соком алоэ и жидким раствором BiOSi, а также семена, обработанные методом инкрустации с применением biosi, коллоидного серебра, Алирин+гамаир, а также способствовало производству органической продукции, удовлетворяющей требованиям [3].

Проведенное исследование определило оптимальные варианты восстановления земель и вовлечения деградированных земель в сельхозяйственный оборот, повышение их плодородия, а также эффективные способы обработки семян, способствующие повышению урожайности при производстве органической продукции.

Литература

1. Барышев М. Г., Каменер О. Е., Мухин В. М. Ремедиация почв с помощью активных углей для ведения органического земледелия. К.: ЭДВИ. 2024.

2. Наумов И. Д., Наумова Л. В., Старцев В. И. Влияние биологизированной предпосевной обработки семян горчицы белой на посевные качества. Х.: Центр научно-технических решений. 2024.

3. Наумов И. Д., Наумова Л. В., Старцев В. И. Разработка Концепции аналитического контроля качества органической продукции. Х.: Центр научно-технических решений. 2023.

Влияние гуминового препарата на цитоморфометрические показатели ячменя

Носов Г.Н., Хатламаджиян А.А., Бесчетников В.В.
Студент
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: akhat@sfedu.ru

Гуминовые вещества (ГВ) улучшают проницаемость клеточных мембран, что способствует увеличению мобильности поглощения питательных веществ и микроэлементов. Они не только повышают устойчивость растений к различным неблагоприятным условиям, таким как засуха, засоление почвы или перепады температур, но и стимулируют образование корней, что ведет к развитию ассимиляционного аппарата и усилению роста надземной части растений. Использование гуматов также увеличивает доступность элементов питания для растений, что особенно важно в условиях малодоступности важных макроэлементов в почве, таких как фосфор, калий и азот. При этом ГВ способствуют улучшению структуры почвы, активизируют деятельность полезных микроорганизмов и снижают поражаемость растений корневой гнилью и другими заболеваниями. Это делает их ценным инструментом для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

Для проведения опыта использовали гуминовый препарат BIO-Дон, разработанный Федеральным Ростовским аграрным научным центром (ФГБНУ ФРАНЦ) совместно с ООО НПП «Биотехнология». Его получают с помощью щелочной экстракции из местного сырья (вермикомпоста). Доза внесения препарата – 5 мл на 1 л питательного раствора (1 мл на контейнер) непосредственно в питательную среду. Для проведения эксперимента использовали семена ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Ратник» – яровой, среднеспелый (вегетационный период 76–92 дня), среднерослый (высота соломины 79–98 см), засухоустойчивый, зернофуражный сорт. Вегетационный опыт был проведён с использованием гидропонного метода выращивания растений. Схема опыта включала: 1) контроль (питательная смесь Прянишникова – К1); 2) К1+BIO-Дон; 3) К1+$Pb(CH_3COO)_2$; 4) К1+$Pb(CH_3COO)_2$ + BIO-Дон; 5) К2 – К1 с заменой в ней Na_2HPO_4 на $Ca_3(PO_4)_2$; К2+BIO-Дон. Спустя 14 суток с начала эксперимента проводился замер морфометрических параметров, был выполнен отбор образцов и их гистологическая фиксация для последующего микроскопического анализа.

Исследование корней ячменя при недостатке фосфора показало, что без гуминового препарата площадь сечения корня минимальна, а с BIO-Дон — в 7 раз больше, без деформаций коры и эпиблемы. Площадь центрального цилиндра увеличилась в 4 раза. При недостатке фосфора размер клеток уменьшился в 5,2 раза. С добавлением Pb деформаций не было, но клетки стали крупнее благодаря BIO-Дон. В листьях деформаций не выявлено. Клетки хлоренхимы с BIO-Дон были крупнее, с большим количеством пластид. При загрязнении свинцом число клеток хлоренхимы увеличилось. При недостатке фосфора размер клеток и количество пластид были выше в стрессовых образцах, но количество клеток на единицу площади в 2 раза больше с BIO-Дон.

Таким образом, гуминовый препарат BIO-Дон значительно улучшает цитоморфометрические показатели корней и листьев ячменя в условиях стресса,

таких как недостаток фосфора и загрязнение свинцом. Он стимулирует рост корней, предотвращает деформацию тканей и увеличивает размер и количество клеток хлоренхимы, поддерживая фотосинтез. Это подтверждает его эффективность в повышении устойчивости растений к неблагоприятным условиям. BIO-Дон улучшает усвоение питательных веществ, усиливает антиоксидантную защиту и снижает воздействие токсичных элементов, таких как Pb, способствуя повышению урожайности и качества зерна в условиях экологического стресса.

Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор О.С. Безуглова

Влияние лесных полос на физические свойства и плодородие чернозёмов Ростовской области

Пузанков АА

Аспирант

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Москва, Россия

E-mail: puzankov-01@mail.ru

Экологическое взаимодействие лесов и сельскохозяйственных угодий представляет собой важную область исследований, направленную на изучение влияния лесополос на структуру и плодородие почвы, предотвращение эрозии и улучшение водного баланса [1]. Основная цель научной работы - оценить роль лесополос в увеличении урожайности и устойчивости сельского хозяйства через призму почвоведения, а также создать научные модели оптимального размещения и сочетания видов деревьев в защитных лесонасаждениях

Исследования охватывают широкий круг участников, включая ученых, фермеров, государственные структуры, экологические организации, учебные заведения, бизнес-сообщества, что делает проект многодисциплинарным и общественно значимым. Актуальность темы обусловлена необходимостью решать такие важные глобальные и региональные проблемы, как деградация земель, эрозия, изменения климата и устойчивое развитие [2,3].

Анализ различных аспектов воздействия лесополос на экосистемы показал их потенциал в снижении эрозийных процессов, улучшении водного баланса и повышении плодородия почвы. Результаты исследования позволили предложить новые методы агролесоводства и создать эффективные модели размещения лесополос [4].

Экономический эффект от внедрения предложенных решений включает повышение плодородия земли, улучшение водного баланса, рост урожайности, сокращение расходов на мелиорацию и использование химических удобрений, а также предотвращение эрозии и деградации почв. Это создает основу для разработки методик восстановления и сохранения земельных ресурсов, применимых в разных регионах и странах [5].

Таким образом, данное исследование важно, как для решения местных экологических и аграрных вопросов, так и в контексте глобальных вызовов, связанных с климатическими изменениями и устойчивым развитием

Литература

1. Семенютина, А.В. Улучшение мелиоративного состояния почв с помощью интродуцентов / А.В. Семенютина // Плодородие. – 2005. – № 6 (27). – С. 36 - 38.

2. Ивонин, В.М. Мелиоративный потенциал полезащитных лесных полос в Ростовской области / В.М. Ивонин, В.В. Танюкевич // Мелиорация и водное хозяйство. - 2010. - № 4. - С. 35-37.

3. Танюкевич, В.В. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос степных агроландшафтов: монография/ В.В. Танюкевич. – Новочеркасск: Лик, 2012. - 175 с.

4. Полуэктов Е.В. Эрозия почв и плодородие: монография / Е.В. Полуэктов. – Новочеркасск: Лик, 2020. – 233 с.

5. Бабошко О.И. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос с участием Robinia pseudoacacia L. в степной зоне: монография / О.И. Бабошко, В.В. Танюкевич. – НИМИ ДГАУ. – Новочеркасск: Лик, 2015. – 108 с.

Получение биочара и биоудобрений на его основе с эффектом медленного высвобождения элементов питания

Тимофеева А.Г., Бауэр Т.В., Бурачевская М.В., Ларина Э.В. Минкина Т.М., Манджиева С.С.

студент

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E–mail: ati@sfedu.ru

Биочар — это твердый углеродсодержащий материал, полученный в результате пиролиза органической биомассы при температурах от 350 до 700 °C в отсутствие или с ограниченным количеством кислорода. Биочары можно вносить в почву сразу после пиролиза, однако существуют способы повысить его площадь поверхности или придать ему дополнительные свойства, такие как: химическая модификация с использованием щелочи или кислоты; биологическая модификация с использованием микроорганизмов; создание композитов с более пористыми материалами или модифицировать удобрениями. Модификация минеральными удобрениями позволяет использовать доступное пространство пор биочара, временно занимая его полезными для растений веществами. Благодаря высокопористой структуре, разнообразным функциональным группам и большой площади поверхности, углеродистые материалы являются перспективными носителями таких элементов, как N, P и K.

Цели работы заключались в (1) разработке оптимального способа модификации биочара химическими удобрениями с получением продукта с максимальным содержанием N и P; (2) подборе оптимальных допинг-агентов в виде минеральных удобрений, являющихся источниками биогенных элементов. Для этой цели были использованы следующие удобрения: суперфосфат простой ($Ca(H_2PO_4)_2$.), фосфат мочевины ($(CONH_2)_2$+$(NH_4)_2HPO_4$) и нитроаммофоска ($NH_4H_2PO_4$+NH_4NO_3+KSO_4). Биочар для модификации был получен из шелухи риса при температуре 700 °C, времени выдержки75 мин и скорости нагрева 15 °C/мин. Перед модификацией минеральными удобрениями биочар промывали раствором 1H KOH и доводили до нейтрального pH для удаления побочных продуктов пиролиза. При разработке оптимального метода химической моди-

фикации биочара было применено четыре варианта: 1) смешивание шелухи риса с сухим удобрением в соотношении 1:1 по массе и дальнейший пиролиз, как при получении немодифицированного образца; 2) смешивание исходного биочара с сухим удобрением в соотношении 1:1 по массе и повторный пиролиз в течение 75 мин при температуре 700 Cº и скорости нагрева 15 Cº/мин; 3) насыщение исходного биочара раствором удобрения (взбалтывание в течение часа на шейкере, отстаивание 24 часа), высушивание в сушильном шкафу в течение 2-х часов при температуре 105 ºC; 4) насыщение исходного биочара раствором удобрения (взбалтывание в течение часа на шейкере, отстаивание 24 часа), повторный пиролиз в течение 75 мин при температуре 700 Cº и скорости нагрева 15 Cº/мин. На основании полученных результатов XRF и SEM-EDS выявлен оптимальный метод химической модификации биочара, заключающийся в насыщении исходного биочара раствором удобрения и высушивании в сушильном шкафу в течение 2-х часов при температуре 105 ºC. Метод, основанный на повторном пиролизе биочара после пропитки раствором удобрения, оказался менее эффективным и достаточно энергозатратными. Методы, заключающиеся в совместном пиролизе исходной биомассы с минеральным удобрением в сухом виде или повторном пиролизе биочара совместно с удобрением, оказались неэффективными и энергоемкими. Предложенный оптимальный метод получения биочара с удобрительными свойствами менее энергозатратен и достаточно быстрый по времени.

Исследование выполнено при поддержке …при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (FENW-2024-0001).

Минимизация уплотнения почвы посредством создания навесных комбинированных рабочих органов к мотоблоку

Андержанова Н.Н., Чернов Н.О.
Кандидат технический наук, доцент кафедры
ФГБОУ ВО Марийский государственный университет
Аграрно-технологический институт, Йошкар-Ола, Россия
E-mail: nuri160616@bk.ru

В настоящее время сельскохозяйственная отрасль России опирается на малые формы хозяйствования, в которых используется малогабаритная почвообрабатывающая техника. Основное назначение мотоблока – обработка почвы. Главную роль в создании благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур играет качественное выполнение полевых работ, то есть степень соответствия параметров качества и сроков фактического выполнения отдельных приемов агротехническим требованиям на подсобных и фермерских хозяйствах с применением малогабаритной техники [1,2].

Важным показателем качественной обработки почвы является тщательное разрыхление на глубину заделки семян, а также выравнивание ее поверхности.

Исследованиями установлено, что рабочие органы мотоблоков не лишены недостатков: не обеспечивается надлежащая степень измельчения почвы при обработке и ее уплотнение на необходимую глубину заделки семян и рассады овощных культур, а также однотипное выполнение почвообрабатывающих операций малогабаритными однооперационными рабочими органами.

При существующих технологиях возделывания сельскохозяйственных культур многократные проходы мотоблока приводят к переуплотнению верхнего слоя почвы. В связи с этим остро стала проблема разработки малогабаритных комбинированных агрегатов, которые за один технологический проход выполняют комплекс агротехнических операций. Это позволит минимизировать уплотнение почвы, создаст благоприятные условия для вегетации растений за счет лучшего качества ее обработки, сохранения почвенной влаги, снизит трудозатраты, сократит сроки проведения полевых работ [3,4].

Таким образом, разработка навесных комбинированных рабочих органов к мотоблоку для предпосевной обработки почвы является актуальной задачей для сохранения структуры почвы и улучшения её плодородия.

1. Андержанова Н.Н. Аналитическая оценка рабочих органов для мотоблоков // Г.С. Юнусов, А.В. Майоров, Н.Н. Андержанова и др. // Вестник Поволжского государственного университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. - Йошкар-Ола. - 2020. -№ 1(13).- С.62-68.

2. Андержанова Н.Н. Теоретические исследования катка для малогабаритной почвообрабатывающей машины/ Г.С. Юнусов, Н.Н. Андержанова, А.В. Алешкин и [др.] // Вестник Казанского ГАУ. 2021. №2 (62). С.80-85.

3. Андержанова Н.Н. Влияния воздействий прикатывающих катков на обобщенные силы малогабаритной почвообрабатывающей машины / Г.С. Юнусов, Н.Н. Андержанова, А.В.Алешкин и [др.] // Вестник Казанского гос. ун-та: ежеквартальный научный журнал.- Казань: Казанский гос. ун-т, 2021. -№3 (63).- С.98-105.

4. Патент на изобретение № 2758618 Российская Федерация. Почвообрабатывающее орудие / С.С. Алатырев Н.Н. Андержанова, Г.С. Юнусов; опубл.01.11.2021. – Бюл. № 21.

The Influence of Magnesium On the Efficiency of Nitrogen In Growing Spring Wheat

Nikita V. Chudinov
Zameer Ahmed
Students, Graduate
Russian State Agrarian University - Agricultural Academy Timiryazev Moscow
Faculty of Agrochemistry, Biology and Radiology, Moscow, Russia
zahmed@bs.qau.edu.pk

In worldwide, Agricultural practices are undergoing significant transformation to accommodate a larger population, revolutionized agricultural production, and reduce environmental harm. The global population, by 2050, is projected to reach nearly 10 billion, necessitating a roughly 70% enhance in food production as per United Nations report, 2017. About 20% of the global caloric intake comes from wheat, making it a crucial crop for food security on a larger scale [1]. However, Wheat is one of the most widely consumed cereals, supplying billions with essential energy and nutrients, and it plays a vital role in global agriculture [2]. Furthermore, spring wheat is essential for food security because to its extensive cultivation as a major crop [3].

This research aims to address the knowledge gap by examining how magnesium supplementation, under particular climatic and soil conditions in the Moscow region,

can enhance nitrogen fertilizer efficiency, to enhance of grain yield, and elevate anthocyanin content in the seed coats of the spring wheat variety Pamati Konovalov.

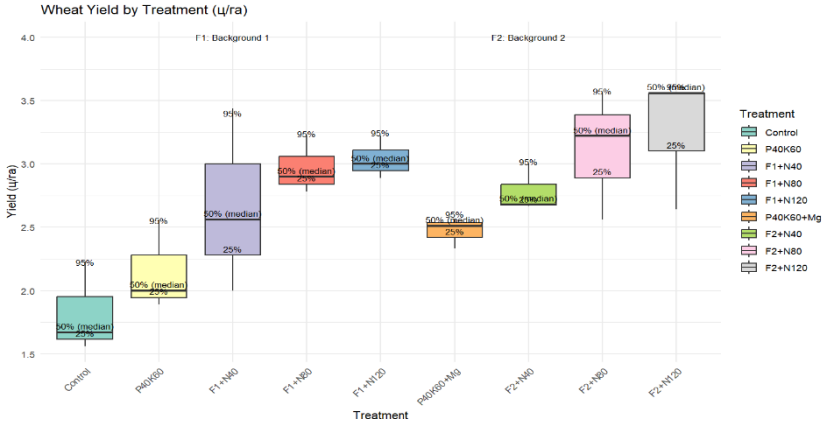


Fig. 1. **The influence of the background of mineral nutrition on the effectiveness of nitrogen fertilizers on spring soft wheat.**

The research study illustrates that the wheat yields under appropriate treatments by comparing two background variants (F1 and F2) with different nutrient intakes. The output of F1 varies between 0.5 and 3.0 μg/ha, whereas the amount produced of F2 usually exceeds 95% under most treatments. The primary approaches for treatment include control, P40K60, and variants with higher nutrient content (N40, N80, and N120), both with and without magnesium (Mg). Using fertilizer effectively has a significant impact on yields, while F2 shows more consistent performance, according to the ANOVA test. It is essential to use distinct nutrition treatments to increase wheat Production.

Literature:

1. FAO. (2020). The state of food security

2. International Grains Council (IGC). (2022). Grain market report. International Grains Council.

3. World Bank. (2021). Food security and nutrition: Growing challenges

Soil organic carbon may decrease with temperature increase in the future: case study-Gash Barka, Eritrea

Tesfay T.
Postgraduate
Peoples' Friendship University of Russia Named After Patrice Lumumba
Faculty of Ecology, Moscow, Russia
E-mail: tumuzghitesfay2020@gmail.com

Soil organic carbon is very crucial for our food, feed, fibre, ecosystem, and climate [1]. However, temperature increase due to climate change may affect SOC negatively [2]. Models enable us understand the interactions between soil and environmental variables such as temperature that is fundamental for sustainable land management actions that enhance soil carbon sequestration and climate change mitigation [2]. Thus, SOC (n = 178) status in Gash Barka (around 1.7 million hectares of land), Eritrea, was modelled with good accuracy (R^2 = 0.64) using multiple linear regression model taking temperature as an independent variable, and mathematical equation was developed. On the average, SOC was 0.44% and temperature was 27.83 ^oC in the study area where temperature is expected to increase by 1.93 ^oC under the RCP2.6 climate scenario for 2021-2040 [3] in which SOC was projected to decrease by 68.18% according to the developed model. Others also report that temperature increase decreases SOC [2, 4, 5]. Temperature increase may deteriorate soil health, food production, ecosystem, and may contribute to atmospheric CO_2 concentration through SOC emission. Thus, serious actions should be taken that reduces or maintains the microclimate of each place. Soil and water conservation activities like constructing big and small dams, ponds, check dams, and other structures, reforestation, afforestation, and good agronomic practices have positive impact on enhancing microclimates. Thus, the study concludes temperature is the main variable that will cause SOC decline in the future and serious actions should be taken to moderate the hot climates.

References

1. Tesfay, T.; Mohamed, E.S., Ghebretnsae, T.W.; Ghebremariam, S.B.; Mehrteab, M. Soil organic carbon stock assessment for soil fertility improvement, ecosystem restoration and climate-change mitigation, E3S Web of Conferences 2024, 555 (RIEEM 2024). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455501015

2. López-Teloxa, L.C.; Monterroso-Rivas, A.I. Soil Organic Carbon May Decline Under Climate Change: A Case Study in Mexican Forests. Land 2024, 13, 1711. https://doi.org/10.3390/land13101711

3. https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim5m.html

4. Zhao1 F., Wu1 Y., Hui J., Sivakumar B., Meng X., Liu S. Projected soil organic carbon loss in response to climate warming and soil water content in a loess watershed. Carbon Balance Manage (2021) 16:24. https://doi.org/10.1186/s13021-021-00187-2

5. Wang M., Zhang S., Guo X., Xiao L., Yang Y., Luo Y., Mishra U., Luo Z. Responses of soil organic carbon to climate extremes under warming across global biomes. Nature Climate Change, 14:98–105, 2024. https://doi.org/10.1038/s41558-023-01874-3

Подсекция «Физика почв. Эрозия почв. Информационные технологии в почвоведении»

Инновационные геотрикотажные материалы, свойства и применение

Алексашин А.А.
студент
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Технологический институт текстильной и легкой промышленности, г. Москва, Россия
E–mail: wapmaster84@mail.ru

Области применения геосинтетических материалов в различных сферах народного хозяйства с каждым годом продолжают расширяться, что подтверждено их широким внедрением в практику отечественного дорожного строительства. «Основными функциями геотекстильных полотен являются разделение, укрепление, уплотнение, фильтрация, дренаж и защита» [1]. Все виды геотекстиля обладают особо ценным качеством – они не только не наносят вреда экологии, а наоборот, экономят запасы природных ресурсов.

Современные геотрикотажные материалы используют для армирования и повышения несущих способностей грунта при возведении дорог, аэродромов, полигонов твердых бытовых отходов, а также при организации крутых откосов, в гражданском строительстве и ландшафтном дизайне. Вязаный геотрикотаж обладает повышенной пористостью – необходимым свойством при строительстве дренажных систем и других гидротехнических сооружений промышленного и бытового назначения. Фактически все геотрикотажные полотна обладают таким актуальным свойством, как формоустойчивость, под которым понимается стабильность внутренней структуры по отношению к внешним силовым и климатическим воздействиям.

В работах [1], [2] отмечены такие качества геотрикотажных полотен марки *«Stabilenka»* и *«HaTelit»*, как: высокая прочность, устойчивость к воздействию вредных факторов, повышенная пористость, водопроницаемость. Так, применение геотрикотажных полотен марки *«Stabilenka»*, на грунтах с низкой текущей способностью, и демонстрирующих малую ползучесть, фактически исключает меры по стабилизации конечного продукта. Геотрикотаж марки *«HaTelit»*, характеризующийся ячеистой структурой, является очень прочным а, следовательно, экономичным решением, и хорошо выдерживает постоянные динамические нагрузки в долгосрочной перспективе.

Всесторонние исследования показали, что вязально-прошивной геотрикотаж является универсальным многофункциональным материалом в силу своих технических и качественных характеристик.

Литература

1. Боровков В.В. Многофункциональность применения инновационных геотрикотажных материалов// Статья – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления» IV Международного Косыгинского Форума «Проблемы инженер-

ных наук: формирование технологического суверенитета», ч. 1, 2024. С.302. 273-279 с.

2. Боровков В.В., Алексашин А.А. Трикотаж – как геотекстильный материал// Статья – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Сборник научных трудов Всероссийского круглого стола с международным участием «Технический текстиль – основа научно-технического развития России)», научное издание, 2023. –228с., стр.116-12.

Влияние почвенных коллоидов на влажность разрыва капилляров

Горепекин И.В., Сухарев А.И.

Научный сотрудник

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

E-mail: decembrist96@yandex.ru

В существующем объяснении механизма влажности разрыва капилляров (ВРК) существует противоречие. С одной стороны, снижение подвижности воды при достижении ВРК объясняют наличием пленочных форм воды, образующихся под влиянием твердой фазы. С другой стороны, влияние твердой фазы распространяется только на 2-3 слоя воды, что значительно меньше 10 мкм – размера капилляров, в которых, как считают, вода теряет подвижность.

Целью работы было уточнение механизма влажности разрыва капилляров с учетом коллоидной составляющей почв.

Исследования проведены на дерново-подзолистой и серой лесной почвах. В работе величину ВРК определяли методом построения секущей на кривой основной гидрофизической характеристики, полученной центрифугированием. Также использовали методы растровой электронной микроскопии, лазерной дифрактометрии, рентгено-локального микроанализа.

На первом этапе исследования было проверено влияние пленочных форм воды на определяемую влажность разрыва капилляров. В основе эксперимента лежал известный из литературы факт, что водяные пленки не могут образовываться, если концентрация солей, например хлорида калия, в растворе превышает 0,01 н. В ходе эксперимента по влиянию добавления солей на величину ВРК установлено, что повышение концентрации солей не влияет на величину ВРК. Следовательно, формирование пленочных форм воды не является основным механизмом ВРК.

Для объяснения потери подвижности воды было выдвинуто предположение, что она входит в состав коллоидной составляющей почв – почвенных органоминеральных гелей и объем этой воды примерно соответствует объему гелей. Поэтому в работе предложен метод выделения и оценки объемной доли органоминеральных гелей. В гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-подзолистой почвы объем геля составил 2,5 миллилитра, а объем минеральной фракции - 7,5 миллилитра. В серой лесной почве эти показатели составили 5,5 и 6 миллилитра соответственно. Рентгено-локальный микроанализ показал, что содержание углерода в образцах гелей дерново-подзолистой почвы составляет 14%, а в серой лесной — 20%. Объемное содержание гумуса относительно доли минералов в геле составило 42% для дерново-подзолистой почвы и 53% для серой лесной.

Таким образом, в исследовании показано, что формирование пленок воды не является преобладающим механизмом влажности разрыва капилляров. Выдвинуто предположение о том, что влажность разрыва капилляров обусловлена вхождением воды в состав твердой фазы – органоминеральных почвенных гелей. Предложен метод выделения органоминеральных почвенных гелей. Полуколичественный анализ показал, что объемная доля органоминеральных гелей относительно минеральных частиц составляет десятки процентов.

Почвенные гели и механизм дефляции почв

Егорова М.Н.[1], Тарасенко Д.А.[1]
Студентка
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: emn100@yandex.ru

Считается, что дефляция определяется скоростью ветра и размером агрегатов. При этом внутри- и межагрегатные связи в расчет практически не принимаются.

Целью работы было уточнение механизма дефляции. В работе использовались образцы черноземов выщелоченного и типичного, дерново-подзолистой и серой лесной почв. Водоустойчивость определяли «методом лезвий», который коррелирует с методом мокрого просеивания. Электронно-микроскопические исследования проводили при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ) JEOL-6060A. Оценку прочности межагрегатных связей проводили с помощью виброрассева. Эксперименты показывают, что сушка почв в потоке воздуха в отличие от сушки в стоячем воздухе приводит к значительному снижению водоустойчивости агрегатов.

Ранее было отмечено, что выход в воду из почвенных агрегатов надмолекулярных образований (НМО) ведет к потере водоустойчивости почв, вследствие уменьшения количества внутриагрегатных связей. Так как НМО являются основой почвенных гелей мы предположили, что сушка влажных агрегатов в потоке воздуха тоже ведет к потере НМО. Результаты РЭМ это подтвердили. Вероятно, при сушке почвенные гели теряют воду, расслаиваются, растрескиваются и уносятся потоком воздуха, что снижает число и прочность внутриагрегатных связей. Причем обдув не только влажных, но и воздушно-сухих почв приводит к потере гелевых пленок и НМО.

Потеря гелевых пленок должна отражаться на прочности агрегатов даже при низких скоростях потока воздушного потока(2 м/с). Для проверки этого предположения при помощи вибрационного рассева провели оценку прочности связей в агрегатах воздушно-сухой почвы. Было установлено, что при обдуве воздушно-сухих почв их устойчивость при последующем виброрассеве снижается. Из проведенных экспериментов следует, что первым этапом дефляции является разрушение и унос почвенных гелей. Следовательно, для снижения дефляции их необходимо упрочнять.

В работе для увеличения прочности внутриагрегатных связей (почвенных гелей) использовали полимер – поливиниловый спирт (ПВС). Механизм его действия основан на создании гидрофобных связей между макромолекулами ПВС и НМО. В связи с тем, что в воздушно-сухих почвах НМО прочно связаны

друг с другом и вносимые в них макромолекулы ПВС не могут образовывать с ними большое количество связей, антидефляционный эффект от внесения ПВС в воздушно-сухие почвы ниже в сравнении с внесением во влажные почвы.

Таким образом, обнаружен этап, предшествующий отрыву агрегатов друг от друга – вынос почвенных гелей. Данное представление позволяет изменить подход к увеличению дефляционной стойкости – необходимо повышать прочность почвенных гелей, причем структоры нужно вносить во влажные, а не воздушно-сухие почвы.

Использование спутниковых данных для детализации структуры почвенного покрова в агроландшафтах Оренбургской области

[1]Кузакова М.А., [2]Аркатова М. А., [3]Карандеев И.С.
[1,2,3]Студент
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
E-mail: 8akuzakovamira@mail.ru

Веб платформа «Google Earth Engine» предоставляет доступ к набору баз данных дистанционного зондирования (ДДЗ), сервис предоставляет возможности работы с большими объемами данных (Big Data) вычислительные мощности «Google Cloud».

В рамках данной работы оценивалась возможность использования спутниковых данных для детализации структуры почвенного покрова в агроландшафтах Оренбургской области. Изучаемый метод имеет ряд преимуществ: он позволяет сократить затраты на сбор и анализ образцов почвы в полевых условиях, получить достаточно детальную для прикладных задач сельского хозяйства информацию о характеристиках почвы на большой площади. Также использование спутниковых данных позволяет проводить мониторинг почвенного покрова в динамике.

На рисунке 1 представлены изображения одного из исследуемых участков на территории Оренбургской области в естественных цветах с комбинациями каналов Red-Green-Blue с длинами волн 0,665 н.м.-0,560 н.м.-0,490 н.м. и Rad Edge Vegetation-Red с длинами волн 0,783 н.м.-0,740 н.м.-0,665 н.м. На данных растровых изображениях отчетливо видно границы литогенных агроэкологических групп в структуре почвенного покрова, а также достаточно детально выражены более смытые участки, приуроченные к склоновым землям, что подтверждают данные, полученные в ходе проведения почвенного обследования на вышепредставленной территории.

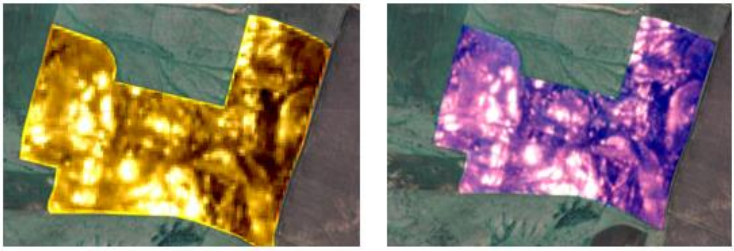


Рис. 1 – Характеристика структуры неоднородности почв исследуемого участка

Литература

1. Прохоров А.А, Борисов Б.А., Ефимов О.Е. Индексная оценки степени выпаханности черноземов предкавказской провинции// Агрохимический вестник – 2023. – №5. – С.50-55. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009 EDN: OXSZRW

2. Noel Gorelick, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Ilyushchenko, David Thau, Rebecca Moore, Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, Remote Sensing of Environment, Volume 202, 2017, Pages 18-27, ISSN 0034-4257, https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031.

3. Verma, A., Pedrosa, L., Korupolu, M., Oppenheimer, D., Tune, E., Wilkes, J., 2015. Largescale cluster management at Google with Borg. Proc. EuroSys 10, 18. ACM.

Использование машинного обучения для определения химического состава почвы с помощью данных дистанционного зондирования

Лебедев И.И.

Сотрудник

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», НИО-614, Москва, Россия

E-mail: lebedevii@mai.ru

В Приморском крае проведено комплексное обследование сельскохозяйственных угодий общей площадью 60 тыс. га. Исходя из показателей дистанционного зондирования и географических данных, территории были сгруппированы методом кластерного анализа в 6 тыс. элементарных участков (по 10 га каждый). С целью формирования репрезентативных образцов на каждом участке отбирались по 10 проб, которые впоследствии объединялись в единый композитный образец для химического анализа. Для оценки спектральных характеристик и выявления закономерностей в распределении агрохимических показателей использовались космические снимки, выполненные в два ключевых периода: весной (при отсутствии растительности) и в разгар вегетации. Оцифрованные данные об отражательной способности поверхности были связаны с результатами лабораторных исследований по содержанию гумуса, калия, фосфора и показателя pH, что позволило применить методы машинного обучения для построения прогнозных моделей.

Результирующие алгоритмы на основе регрессионных и классификационных подходов продемонстрировали высокую точность при оценке содержания гумуса и основных питательных элементов, а также при прогнозировании кислотности почвы. Использование комплексного анализа дистанционных данных и результатов агрохимических испытаний позволяет ускорить процесс обследования почв и упростить выявление зон, требующих дополнительных мер по восполнению питательных веществ или коррекции pH. Методы машинного обучения, описанные в ряде работ [1–5], дают возможность системно учитывать влияние факторов рельефа, климатических условий и текущего состояния растительности на химический состав почв, повышая качество планирования дальнейших агротехнических мероприятий. Такой подход способствует более раци-

ональному использованию ресурсов и точной настройке программ удобрения, что важно при больших масштабах исследования.

Литература

1. Иванов И. И., Петров П. П. Применение методов анализа больших данных в агрохимии. – М.: Наука, 2019. – 240 с.

2. Brown J., White R. Remote Sensing in Agricultural Soil Analysis // Journal of Agriculture. – 2021. – Vol. 5, No. 2. – P. 45–53.

3. Сидорова Л. А., Ершов К. В. Спутниковые технологии в агрохимическом мониторинге // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6. – С. 28–34.

4. Harris P., Clarke T. Advanced Machine Learning for Soil Property Prediction. – London: Academic Press, 2022. – 312 p.

5. Петрова Е. С. Методы регрессионного анализа в агрохимии // Агрохимический журнал. – 2018. – № 4. – С. 62–69.

Оценка деградации почв на участках, прилегающих к автотрассам (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова)

Ломтатидзе Вера Ильинична

Студент

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

E–mail: vera.mmiv@gmail.com

Деградация почв представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функции почв, количественному и качественному ухудшению их состава, свойств и режимов природно-хозяйственной значимости земель [2]. Согласно результатам исследований в сфере экологической безопасности и машиностроения воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду является наиболее значимым фактором. Помимо загрязнения непосредственно транспортными средствами необходимо учитывать также негативное влияние, оказываемое на прилегающие территории при строительстве, содержании и реконструкции дорог.

Целью проведенных исследований явилась оценка степени деградации почв на участках, прилегающих к автотрассам (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова «Чашниково»).

Для исследования были выбраны почвы на участках, прилегающих к автотрассам в районе Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова «Чашниково» (Московская область, городской округ Солнечногорск) [1]. Отбор смешанных проб почв проводился по трансектам – линиям, идущим перпендикулярно автомобильным дорогам. Две трансекты были заложены перпендикулярно Ленинградскому шоссе, одна – перпендикулярно Льяловскому шоссе. Пробная площадка квадратной формы имела размеры 1 м х 1 м, глубина пробоотбора почв составляла 0-10 см. Площадки пробоотбора находились на различном расстоянии от края автодороги – от 1 м до нескольких сотен метров. Одновременно с отбором проб на общие химические свойства с площадки пробоотбора отбирались в трёхкратной повторности пробы для определения плотности сложения. Отобранные пробы анализировались в лабораторных условиях: для определения плотности сложения использовались

буровой и расчетные методы, актуальная и обменная кислотность определялась согласно ГОСТ 26423-85 и ГОСТ Р 58594-2019.

Проведенное исследование выявило существенный разброс в значениях плотности сложения почв и их актуальной (pH_{H20}) и обменной (pH_{Kcl}) кислотности. Оценка степени деградации почв проводилась в соответствии с «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» [3] путем сопоставления полученных значений почвенных свойств с эталонными значениями по пятибалльным шкалам. Значительное варьирование значений степени деградации было обнаружено для показателя увеличения плотности сложения почв.

Литература:

1. Бондаренко Е.В. Опыт учета экосистемных сервисов почв при оценке деградации (на примере УО ПЭЦ МГУ): дис. … канд. биол. наук: 03.02.13, 03.02.08 - М., 2016. - 121 с

2. Гогмачадзе Г. Д. Деградация почв. Причины, следствия, пути снижения и ликвидации: монография / Г. Д. Гогмачадзе ; под редакцией Д. М. Хомяков. - М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. - 272 с.

3. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель (Утверждена Минприроды России и Роскомземом, 1994 г.).

Современные методы определения гранулометрического состава почв

Лысаковский Ф.А.

Студент

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

e-mail: lysakovskii77@mail.ru

Гранулометрический состав – базовая характеристика почв, без которой сложно представить как научные исследования, так и решение практических задач в сельском хозяйстве, строительстве и экологическом мониторинге. По определению, гранулометрический состав почв, - это массовое содержание элементарных почвенных частиц разного размера, формирующее процессы почвообразования, находящееся в тесной взаимосвязи с другими характеристиками почв.

В настоящее время анализ гранулометрического состава проводят либо классическим седиментационным методом с помощью пипетки Качинского, либо находящим все большее применение методом лазерной дифрактометрии. Последний популярен из-за небольшой трудоемкости и скорости анализа, а также высокой воспроизводимости данных. Однако существуют значимые расхождения в результатах данных методов определения частиц, особенно в илистой фракции. Основной причиной этого являются иные физические принципы метода лазерной дифракции, для которого не значимы плотность и форма частиц, что неоднократно рассматривалось в работах кафедры физики и мелиорации почв. [1] В последнее время появился новый метод определения гранулометрического состава с помощью анализатора частиц Pario (METER Group, Inc,USA), использующий в своей основе закон Стокса, как и пипет-метод Качинского, но измерения получаются в результате изменения давления суспензии (ISP+, improved integral suspension pressure method) [2]

Обычно конечные данные названных седиментационных методов схожи, однако при увеличении содержания фракции физической глины (<0,01 мм), наблюдается все больший разброс значений, хоть и не такой значительный в сравнении с методом лазерной дифракции. [3] В связи с этим актуально сравнить перечисленные методы, не только на примере почв нескольких текстурных классов, но и разных классификационных типов зонального ряда, формирующихся под различными процессами почвообразования. Были проведены исследования гранулометрического состава пипет-методом Качинского, методом лазерной дифракции и с помощью прибора Pario типичных минеральных почв Русской равнины: дерново-подзолистой (Московская область), серой лесной (Тульская область), чернозема обыкновенного (Воронежская область) и каштановой почвы (Волгоградская область). Данные объекты различаются не только по содержанию фракций, но и по плотности твердой фазы и содержанию органического вещества, что также было определено. Можно отметить расхождения в результатах, особенно в тяжелых по гранулометрическому составу почвах, а именно смещение кривых распределения частиц по размеру в область тонких фракций при использовании седиментационных методов.

Современные приборы, помимо своей высокой производительности, удобны тем, что выдают данные в виде непрерывной интегральной кривой, которую всегда можно перевести в дифференциальную. Это преимущество, по сравнению с представлением данных в виде гистограмм содержания отдельных фракций (восемь фракций для пипет-метода Качинского), не только для решения различных практических задач, но и для перевода из отечественной классификации в зарубежные. Например, граница глины и пыли в зарубежных классификациях (обычно 0,002 мм) или граница между физическими пылью и песком Аттерберга (0,063 мм) не определяется в классическом пипет-методе и приходится прибегать к графическому нахождению содержания данных фракций. [1] Это еще одна причина для внедрения современных методов анализа и разработки новых методологических подходов.

Литература

1. Дембовецкий А. В., Тюгай З.Н., Шеин Е.В., Гранулометрический состав почв: история, развитие методов, современное состояние и перспективы // Вестник Московского университета. 2024, Серия 17, Почвоведение, Т. 79, №4.

2. Руководство по эксплуатации измерительной системы почвенных частиц PARIO https://library.metergroup.com/Manuals/20780_PARIO_Manual_Web.pdf

3. Шеин Е.В., Дембовецкий А.В., Тюгай З.Н., Харитонова Г. В.. Современные методы определения гранулометрического состава почв (в печати)

4. Юдина А.В., Фомин Д. С., Валдес-Коровкин И.А. и др. Пути создания классификации почв по гранулометрическому составу на основе метода лазерной дифракции // Почвоведение. 2020. №11 С. 1353-1371.

Основная гидрофизическая характеристика конструктоземов слоистого и смешанного типов в условиях городов Сыктывкар, Москва, Краснодар, Сочи

Лютикова Анна Игоревна
Студентка
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: Annalutikova@mail.ru

В городах рост численности населения влечет за собой интенсивное использование территорий под застройку, что приводит к нарушению почвенного покрова и сокращению зеленых зон. При благоустройстве территорий после строительства возникает необходимость создания искусственных почвенных слоев [2]. Для научно обоснованного проектирования таких слоев и прогноза изменения их свойств необходимо понимание происходящих в них процессов [4]. Такую информацию позволяют получить модельные эксперименты с закладкой почвенных конструкций. Установлено, что наиболее значительные изменения свойств конструкций происходят в первые годы после их создания [3]. Изменение плотности и порового пространства приводит к изменению водоудерживающей способности, описываемой основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) [5]. Известно, что на процессы трансформации искусственных почвенных слоев в значительной степени могут оказывать влияние такие факторы, как температура и влажность, однако количественная оценка этих изменений в масштабе первых лет функционирования конструкций не проводилась.

Целью работы явилось исследование основной гидрофизической характеристики конструктоземов слоистого и смешанного типа спустя год после их создания в условиях городов Сыктывкар, Москва, Краснодар, Сочи.

Объектами исследования являются почвенные конструкции слоистого и смешанного типов, созданные из одинакового набора субстратов в городах с разными климатическими условиями. На образцах ненарушенного сложения исследована водоудерживающая способность различных слоев конструкций в момент создания и через год функционирования методом капилляриметров в зондовом формате. Также определены гранулометрический состав методом лазерной дифракции, содержание общего углерода методом сухого сжигания в токе кислорода. Экспериментальные значения ОГХ аппроксимированы уравнением ван Генухтена в программе RET C, проведен расчет почвенно-гидрологических констант по методу Воронина.

На водоудерживающую способность обоих типов конструкций в значительной мере влияет деятельность живых организмов, разложение органического вещества, которые в климатических условиях Сыктывкара, Москвы, Краснодара и Сочи проявляются в разной степени.

Литература

1. Соломин И. А. Использование строительных котлованных грунтов для благоустройства городских территорий //Природообустройство. 2018. №5. С. 63-67.

2. Сусленкова М. М. Структурно-функциональная организация модельных конструктоземов разного строения в условиях г //Москвы Автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. биол. наук. 2019.

3. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв М.: Изд-во Моск. Ун-та. Изд-во Моск. ун-та М, 2012. 544 с.

Оценка применимости формулы расчёта плотности по данным содержания гумуса и глубины на примере почв УОПЭЦ «Чашниково»

Манакова О.И., Сорокин А.С., Мешалкина Ю.Л.
Аспирант
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: oliamanakova@yandex.ru

При оценке запасов углерода исследователи сталкиваются с нехваткой данных о плотности почвы, в связи с чем разрабатываются формулы для расчёта плотности по другим имеющимся данным. Наиболее известным является уравнение Честных – Замолодчикова для расчета плотности по значениям содержания гумуса и глубине характеризуемого слоя [1]. Целью работы было проверить применимость уравнения Честных – Замолодчикова на примере дерново- и агродерново-подзолистых почв УОПЭЦ «Чашниково». Объектами исследования стали шесть почвенных разрезов глубиной 110 см на разных типах землепользования, включая агроландшафты, а также 5 разрезов и 10 прикопок глубиной 100 и 60 см, соответственно, расположенных в елово-берёзовом лесу. На всех объектах были отобраны образцы на плотность на всю глубину и определено содержание почвенного органического углерода на CHN-анализаторе. Объем выборки составил 146 значений. На графике предсказанные – наблюдаемые значения видны обособленные группы точек, образующих идущие параллельно полосы, что вероятно связано с зависимостью результатов, полученных с помощью уравнения Честных – Замолодчикова, от значений глубины. Коэффициент детерминации R^2 показывает, что доля объяснённой моделью дисперсии составляет 83%. RMSE характеризуется значением 0.16 г/см^3. Сумма остатков свидетельствует о наличии систематического сдвига в расчёте плотности. Остатки характеризуются распределением близком к нормальному, однако, для рассчитанных значений плотности глубже 50 см отклонения наиболее заметны. Также наблюдается зависимость остатков от наблюдаемых значений плотности. Таким образом, уравнение Честных – Замолодчикова показало высокое качество предсказания плотности для дерново-подзолистых почв «Чашниково», однако, для верхних горизонтов характерна сильная зависимость означений от глубины, а для нижней части профиля плотность занижается.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).

Литература

1. Честных О.В., Замолодчиков Д.Г. Зависимость плотности почвенных горизонтов от глубины их залегания и содержания гумуса // Почвоведение. 2004. № 8. С. 937–844.

Использование селевых вод Копетдага в развитии народного хозяйства

Овезов Кадыр Хекимбердыевич

Туркменский государственный университет им.Махтумкули, Туркменистан

Одним из приоритетов государственной стратегии в области экологии выступает рациональное использование природных ресурсов, в том числе селевых вод посредством налаживания «симбиоза» между человеком и природой. Основной задачей для достижения этой цели является изучение и эффективное использование водных ресурсов, в частности, селей в горных и предгорных районах страны в условиях дефицита воды для нужд народного хозяйства. Сель представляет собой кратковременный разрушительный русловой поток, состоящий из смеси воды и обломков горных пород... Как правило, период селей приходится на апрель-май месяцы (около 54%). В работе отображаются данные, собранные о паводках Копетдага и его предгорий, одного из основных районов возникновения селей в нашей стране. Дается общая характеристика селевых потоков, образующихся в Копетдаге, и информация о предпринимаемых мероприятиях по борьбе с ними. Вместе с тем показана эффективность использования паводковых вод предгорий, собранных в водохранилища, для выращивания методом капельного орошения сортовых, фруктовых деревьев, виноградников и бахчевых культур, декоративных цветов.

Селевые потоки образуются в горных районах, так как в эти периоды количество осадков в них в 2-3 раза выше, чем на равнинах. В Туркменистане можно выделить три района, где чаще всего возникают селевые потоки – это Восточный, Центральный и Западный Копетдаг. Очагами возникновения селевых потоков в Восточном Копетдаге являются почти голые, полузакреплённые растительностью отвесные горные хребты. Здесь существует 65 селевых русел, которые собирают воду в бассейны, расположенные на северном и северо-восточном склонах переднего хребта Копетдага (общая площадь 10,9 тыс. км^2, из которых 8,6 тыс. км^2 находится на территории Ирана). По сравнению с другими районами селевые потоки чаще возникают в Восточном Копетдаге. Основными очагами возникновения селей в Центральном Копетдаге, которые дифференцируются в зависимости от уровня – высокий, средний и низкий, выступают голые горные склоны. Здесь обнаружено 48 селевых русел, которые собираются в бассейн площадью 3,8 тыс. км^2. В этом районе селевые потоки образуются в результате стекания паводковых вод с покрытых растительностью горных хребтов. Этот район известен во всей Центральной Азии высокой частотой селевых потоков. В Западном Копетдаге зарегистрировано 84 селевых русел, которые собираются в бассейне площадью 9,24 тыс. км^2. В нашей стране расположено крупнейшее в регионе селевое русло Аджыдере протяжённостью 130 км и бассейном площадью 2,9 тыс. км^2, от которого ответвляются ручья с солёной водой.

Нивелирование разрушительного характера образующихся в Копетдаге селевых потоков и эффективное использование этих вод для нужд народного хозяйства – основной вектор работы по управлению водными ресурсами. Одним из практичных методов уменьшения силы селевого потока является прокладка вдоль него русел с содержанием крупных горных пород, в которых вымытые селевым потоком обломки горных пород осядут, что, в свою очередь, позволит

очистить его. Ещё один метод ослабления селевого потока состоит в создании системы преград с установкой поперёк русла сети из скрученных толстых проволок (высота, ширина просветов сети зависят от объёма селя и размеров обломков горных пород в его составе). В предгорных равнинах предлагается строить водосборники. Строительство и обеспечение стабильного функционирования таких водосборников сложно с технической стороны. Эти бассейны позволят очистить селевые воды от взвесей и, таким образом, будут способствовать пополнение запасов пресной воды, а также откроют широкие возможности использования значительных водных объемов в народном хозяйстве. Подобные сооружения позволят повысить эффективность работ по выращиванию на лёссовых равнинах хвойных, лиственных, плодовых деревьев, винограда, овощебахчевых и декоративных цветов посредством использования собранной воды методом капельного орошения.

В результате реализации вышеперечисленных мероприятии можно предотвратить разрушительные последствия селевых потоков и использовать собранную воду для нужд народного хозяйства.

Литература

1. Balakaýew B. G., Lukutin I. N., Taýlyýew N., Minenkowa W. M. Ýurdumyzda suwuň ýiti ýetmezçilik şertlerinde sil suwlaryny peýdalanmagyň ýollary. // Türkmenistanda ylym we tehnika, 2012, № 4, 89-93 sah.

2. Arnageldiýew A., Nurberdiýew N. G. Türkmenistanda sil akymlary we olara garşy göreş çäreleri. //Türkmenistanda ylym we tehnika, 2016, №1, 80-86 sah.

Изменение микроагрегатного состава суглинистых почв при проведении реологических испытаний на реометре mcr-302

Селезнева А.И.

Студент

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

E-mail: bonmooni@gmail.com

Почвенная структура влияет на важнейшие свойства, определяющие плодородие почвы. Микроагрегаты принято рассматривать как первичную структурную единицу почвы [1]. Микроагрегатный состав учитывается при оценке потенциальной способности почв к оструктуриванию и степени дисперсности почв в их природном состоянии, проведении реологических исследований, изучении процессов изменения почвенных свойств в результате антропогенного воздействия и изучении влияния на почву веществ, являющихся структурообразующими. Устойчивость структуры определяется способностью почвы сохранять пространственное распределение частиц твердой фазы под действием внешних сил [1]. Потенциальную способность суглинистых почв к оструктуриванию и прочность структурных связей исследовали в ходе реологических испытаний. Рабочая гипотеза заключалась в том, что суточное капиллярное насыщение растертых образцов способствует образованию межчастичных связей. Механическое воздействие реометра на почву приводит к их разрушению и, как следствие, к изменению распределения микроагрегатов по размеру [2]. Эти изменения можно количественно оценить в ходе микроагрегатного анализа мето-

дом лазерной дифрактометрии и использовать для интерпретации результатов реологических исследований.

Цель исследования - изучение изменений микроагрегатного состава образцов из различных горизонтов суглинистых почв при проведении реологических испытаний на реометре MCR-302.

Объектами исследования являлись горизонты дерново-подзолистой, серой лесной почв и чернозема выщелоченного. Гранулометрический и микроагрегатный состав определены методом лазерной дифрактометрии (Mastersizer 3000E), содержание общего углерода - методом сухого сжигания в токе кислорода (АН-7529), определение реологических свойств почв производилось методом амплитудной развертки на реометре MCR-302 (Anton Paar, Austria) [2]. Распределение частиц по размеру определялось после каждого этапа исследования: растирания почвы, взбалтывания в воде в течение 60 мин., суточного капиллярного насыщения, реологического испытания, высушивания.

Дифференциальные кривые микроагрегатного состава после суточного капиллярного насыщения показали увеличение интенсивности пиков в области размеров песчаных фракций по сравнению с кривыми распределения водопрочных микроагрегатов. Анализ изменения распределений агрегатов по размеру после реологических испытаний, а также реометрических показателей, указывает на наличие связи между устойчивостью образовавшихся коагуляционных структур, содержанием органического вещества и гранулометрическим составом почвы. Статистическое подтверждение этих взаимосвязей требует проведения дальнейших исследований.

Литература

1. Шеин Е.В. Курс физики почв.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.

2. Хайдапова Д.Д., Милановский Е.Ю., Тюгай З.Н., Бутылкина М.А., Шеин Е.В., Дембовецкий А.В. Рабочая тетрадь. Практикум по физике твердой фазы почв: Учебное пособие. М.: Буки Веди, 2022, - 132 с.

Восстановление некоторых физических свойств почвенных образцов

Сухарев А.И., Горепекин И.В.

Студент

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

E-mail: suharevai@my.msu.ru

Ранее установлено, что высушивание почв изменяет их свойства. При высушивании почв происходит усадка почвенных коллоидов, которые существуют преимущественно в форме органоминеральных гелей на поверхности частиц. Основой гелей выступают гуминовые вещества (ГВ), которые в почвах находятся в виде надмолекулярных образований (НМО). ГВ амфифильны, поэтому при удалении воды из гелей происходит усиление гидрофобных взаимодействий между НМО и их сближение, что приводит к изменению структуры гелей. Показано, что данная структурная перестройка отражается на свойствах почв. В частности, при равном содержании воды в пастах вязкость образцов из высушенных почв ниже, чем из исходных. Следовательно, разделение НМО можно

рассматривать как направление восстановления некоторых свойств высушенных образцов почв.

Целью работы являлся поиск путей восстановления почвенных свойств.

В работе использовали образцы следующих типов почв: дерново-подзолистой, серой лесной, серой лесной грунтово-глеевой, чернозёма выщелоченного, солонца автоморфного, аллювиальной лугово-кислой. Вязкость определяли методом вибрационной вискозиметрии. Основную гидрофизическую характеристику определяли методом равновесного центрифугирования (по Смагину А.В.).

На первом этапе проверили, как влияет длительность выдерживания увлажнённых почв на вязкость приготавливаемых из них паст. Выяснено, что после высушивания и увлажнения почвенных образцов не возвращаются к исходным значениям даже тогда, когда после добавления воды к воздушно сухому образцу проходит 14 суток. Предложен способ восстанавливать структуру гелей после высушивания почв. Он основан на замораживании почвенных образцов: при снижении температуры гидрофобные связи ослабляются, а вода при кристаллизации расширяется и способствует разрыву гидрофобных связей. Восстановление проводили по следующему алгоритму: к воздушно-сухому образцу добавляли количество воды, необходимое для достижения влажности наименьшей влагоёмкости (НВ). Полученный образец выдерживали в течение двух недель. Затем образец замораживали в течение суток при – 20°С. Вязкость почвенных паст, приготовленных из полученных (восстановленных) образцов, не отличалась от вязкости паст, приготовленных из образцов, не подвергавшихся высушиванию.

Было решено изучить, как высушивание почв влияет на их фундаментальное физическое свойство — основную гидрофизическую характеристики (ОГХ). Обнаружено, что ОГХ исходных почв и почв, которые были высушены и увлажнены (ВУ), различаются. Мы провели восстановление ВУ почв с помощью замораживания описанным выше способом. Показано, что ОГХ ВУ почв приближается к ОГХ исходных почв по мере увеличения количества циклов замораживания — оттаивания.

Таким образом, предложен способ восстановления некоторых почвенных свойств после высушивания.

Разработка модуля «Экорад-Почва» в ПС ЭКОРАД

Титкова Л.Д.
Младший научный сотрудник
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук, Москва, Россия
E-mail: titkova@ibrae.ac.ru

В ИБРАЭ РАН ведётся разработка программного средства ЭКОРАД, одной из задач которого является оценка доз на население при различных сценариях водопользования. В ПС ЭКОРАД реализованы принципы расчета миграции радионуклидов в компонентах окружающей среды и по пищевым цепочкам, а также оценки доз, изложенные в рекомендациях МАГАТЭ [1-3]. Дозы на население формируются по различным путям воздействия за счет внешнего облучения в результате пребывания в зоне водопользования и за счет внутреннего об-

лучения за счет потребления продуктов питания, произведенных на орошаемых территориях и заливных лугах и питьевой воды, а также за счет ингаляционного поступления. В рекомендациях МАГАТЭ расчет удельной активности радионуклида в почве был ограничен одним типом почвы с заданной плотностью и толщиной эффективного слоя. В разработанном вспомогательном модуле «Экорад-Почва» расчет удельной активности радионуклида в почве возможен для различных видов почв согласно государственному реестру почвенных ресурсов России [4]. Загрязнение растения из почвенных горизонтов происходит за счет абсорбции радиоактивных элементов, имеющихся в почвенном растворе, этот процесс называется «корневое поглощение» или переход из почвы в растение. В качестве входных параметров для расчета удельной активности радионуклидов в продуктивной части растения используются: тип почвы, содержание гумуса в пахотном горизонте, гидролитическая кислотность, содержание подвижного фосфора, обменного калия и содержание минеральных форм азота, данные по среднегодовым температурам и осадкам, режиму полива. Полученные значения коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в продуктивную часть растения являются входными параметрами для расчета доз для человека в ПС ЭКОРАД.

Литература

1. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности //Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3. – 2014.

2. International Atomic Energy Agency (IAEA). Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna, 2001.

3. International Atomic Energy Agency (IAEA). Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments/ Technical Reports. – Series № 472. – Vienna: IAEA, 2010.

4. Государственный реестр почвенных ресурсов России, утверждённый на расширенном заседании секции земледелия и растениеводства Научно-технического совета Минсельхоза России [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://egrpr.esoil.ru/content/1sem.html – свободный.

Сравнительная характеристика кадастровой стоимости черноземов юга России и Центрально-Черноземной зоны

Шехтер К.П.

аспирант

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail:k.shehter@mail.ru

Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения является неотъемлемой процедурой в системе земельных отношений. Она проводится государственными бюджетными учреждениями (ГБУ) субъектов для дальнейшего определения налога и арендной платы на землю. В данном исследовании основное внимание уделено почвам и их свойствам, так как ГБУ не проводят подобный анализ. Это крайне актуально для всех субъектов и особенно важно

для юга России и Центрально-Черноземной зоны. Данные территории отличаются высокой долей земель сельскохозяйственного назначения [1].

Целью данного исследования является определение влияния агроклиматических условий и негативных факторов на формирование удельных показателей кадастровой стоимости различных типов черноземов.

Методы исследования включают работу со шкалами ВИСХАГИ (областные списки почв), расчет кадастровой стоимости в соответствии с приказом № П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (от 17 декабря 2021 года) [2], работу с системным программным обеспечением «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения» [3].

С помощью специализированной программы рассчитываются показатели нормативной урожайности с учетом агроклиматического потенциала, зависящего от климатических условий, в первую очередь от коэффициента увлажнения и суммы активных температур [4]. Основными сельскохозяйственными культурами возможными к выращиванию являются зерновые, картофель, сахарная свекла, подсолнечник, однолетние и многолетние травы. При расчете кадастровой стоимости учитываются рыночные цены на сельскохозяйственную продукцию и возможные затраты.

Исследование показало, что средние для черноземов оподзоленных, черноземов выщелоченных и черноземов типичных статистически значимо не отличались. Различия отмечены для черноземов обыкновенных и черноземов южных. Увеличение агроклиматического потенциала для почв без негативных признаков привело к увеличению кадастровой стоимости агроландшафтов. При этом установлены закономерности к снижению кадастровой стоимости при воздействии негативных факторов. Отмечено, что при осолонцевании снижение кадастровой стоимости достигло 98%. Кадастровая стоимость слабо смытых почв уменьшилась на 58%, а сильно смытых - более 90%.

Литература

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году.– М.: Минприроды России, 2024. – 707 с.

2. Приказ Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке».

3. Пшеничников А.П., Носов С.И., Оглезнев А.К., Бондарев Б.Е., Гладков А.А., Сапожников П.М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611028 «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения», 2019 г.

4. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / Под ред. С.И. Носова. М., 2010. 208 с.

Digital technologies in soil science and ecology

***Gracheva A.K.*[1]**
Student
Moscow State University of Civil Engineering,
Institute of Industrial and Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: grachevva_anastasia0@mail.ru

Ecology and pedology are two major sciences with applications in analyzing and managing natural resources that top the list [3]. Older techniques for conducting soil studies have a long lead time, cost a lot of money, and do not accommodate monitoring of transformations at high velocities on large surfaces. There is a need to develop methods that combine high accuracy with scalability and speed of data acquisition.

The goal of the scientific research is the study of the potential for the application of digital technologies in soil science and ecology.

Research goals: to examine current digital technology applied in soil science and ecology, to analyze the effectiveness of GIS and remote sensing to monitor soil and ecosystem status.

Hypothesis: the introduction of digital technologies (remote sensing, GIS, modeling) allows the accuracy and effectiveness of research in soil science and ecology to be improved [1], and to have a better understanding of processes as well as making more informed management decisions.

The object of research: the processes of collecting, processing and analyzing data on soil cover and environmental parameters using digital technologies.

The study revealed that the analysis of a large amount of information about soils contributes to a more accurate assessment of the nutrient content [2], the determination of the degree of erosion and the identification of factors affecting land degradation. GIS tools and remote observation systems can efficiently estimate variation in vegetation cover, levels of soil moisture, and the state of biodiversity as well. The use of drones to monitor the condition of crops and soil makes it possible to optimize the use of fertilizers and water. Therefore, the hypothesis deduced above has been confirmed.

Literature

1. Kudryavtsev A. E., Sorokin A. S. Modern digital technologies for solving environmental problems and preserving soil fertility. Agriculture. 2024. № 8. p. 8-13.

2. Digital technologies in soil science and agrochemistry: textbook.- methodical. a manual on the study of discipline for students. Bachelor's degree in e.g. preparation. 03/35/03 Agrochemistry and agro soil science / T. N. Troyan. Kaliningrad: Publishing House of KSTU, 2022. – 45 p.

3. Ecological soil science: a textbook / I. N. Volkova; Yaroslavl State University named after P. G. Demidov. Yaroslavl: YarGU, 2013. 112 p.

Подсекция «Химия и минералогия почв»

Сравнение эффективности очистки воды бассейнов цеолитом и диатомитом от меди и цинка в динамических условиях.

Бурмистрова М.Д.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E–mail: mdburmistrova@mail.ru

Тяжелые металлы представляют значительный риск для здоровья человека, что обуславливает необходимость их удаления из воды бассейнов. В связи с этим широко используются сорбционные методы очистки, отличающиеся экономичностью, простотой эксплуатации, возможностью регенерации, экологичностью. Эффективность такой очистки исследуется как в статических, так и в динамических условиях. Исследование сорбционных процессов в динамике требует больших усилий по сравнению с исследованиями в статических условиях, но позволяет получить результаты, приближенные к реальным условиям [1].

Целью данной работы является сравнение эффективности очистки слабозагрязненных вод от Cu, Zn органическим сорбентом – антрацитом, неорганическими – цеолитом, диатомитом, песком и стеклом, а также смесью сорбентов в динамических условиях. Объектами исследования являются неорганические сорбенты: кварцевый песок («Поликварц» Москва), стекло (AFM Шотландия), цеолит (Казань, t=500 °C), диатомит (Инза, t=900 °C) и органические: антрацит (Екатеринбург).

Для проведения эксперимента в динамических условиях использовалась экспериментальная установка. Сорбенты помещали в колонку высотой 50 см, диаметром 4,5 см, в которую подавался рабочий раствор, содержащий загрязняющие ионы металлов (Cu^{2+}, Zn^{2+}) в концентрации 0,2 ммоль/л. Отбор проб производился через 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10 часов. Остаточную концентрацию ионов металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Как видно из рисунка 1, эффективность удаления ионов меди на цеолите и диатомите составляет от 80 до 100%. Эффективность удаления цинка составляет более 95% на цеолите, от 60 до 80% на диатомите. Такие различия объясняются наибольшей площадью поверхности цеолита, а также разными механизмами сорбции на цеолите и диатомите.

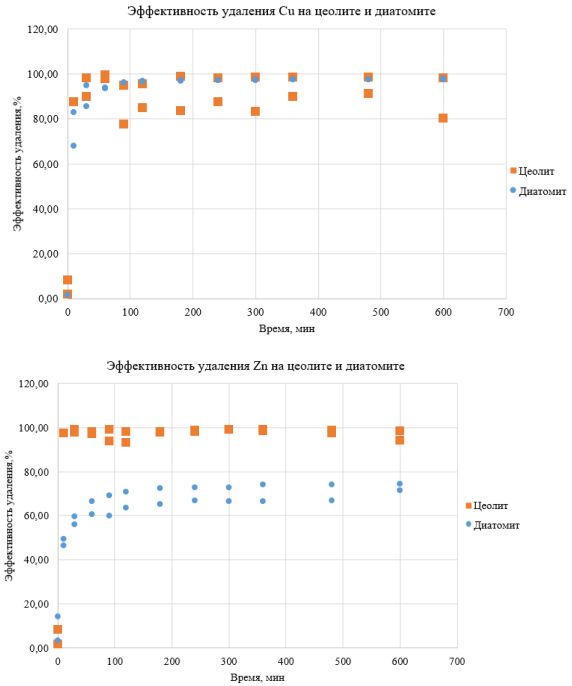


Рис. 1. Сорбция Cu и Zn на цеолите и диатомите

Литература

1. Fighir D. et al. Removal of Diclofenac and Heavy Metal Ions from Aqueous Media Using Composite Sorbents in Dynamic Conditions //Nanomaterials. – 2023. – Т. 14. – №. 1. – С. 33.

2. Hou W. et al. Graphene oxide coated quartz sand as a high performance adsorption material in the application of water treatment //Rsc Advances. – 2015. – Т. 5. – №. 11. – С. 8037-8043.

Создание наноконтейнеров на основе металл-органических каркасных полимеров с модифицированной поверхностью для адресной доставки агрохимических препаратов

Грицай М.А.[1], Бауэр Т.В.[2], Поляков В.А.[1], Бутова В.В.[1]

Аспирант

[1]Южный федеральный университет, Международный исследовательский институт интеллектуальных материалов, Ростов-на-Дону, Россия

[2]Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: gritsai@sfedu.ru

Современное сельское хозяйство требует повышения эффективности использования агрохимических препаратов при минимизации их негативного воздействия на окружающую среду. Ключевым аспектом в решении этой задачи является адресная доставка биологически активных веществ к растениям. Традиционные методы внесения удобрений, пестицидов и фитогормонов часто приводят к потерям активных компонентов из-за вымывания, испарения или деградации, что снижает эффективность их применения и загрязняет окружающую среду. Адресная доставка позволяет минимизировать потери и обеспечить точное воздействие на целевые объекты.

Для реализации такой доставки активно исследуются металл-органические каркасы (МОК). Благодаря своей пористой структуре и высокой поверхности, МОК способны эффективно сорбировать и доставлять агрохимические препараты, обеспечивая контролируемое высвобождение. Однако прямое применение МОК может быть ограничено из-за потенциальной токсичности или недостаточной биосовместимости.

Для решения этой проблемы применяется модификация поверхности МОК биополимерами, такими как хитозан, альгинат или поверхностно-активные вещества (ПАВ). Такое покрытие улучшает биосовместимость, снижает риск побочных эффектов и обеспечивает более контролируемое высвобождение активных веществ. Биополимеры также способствуют адгезии частиц к поверхности растений, повышая эффективность обработки. Таким образом, модификация МОК биополимерами делает их безопаснее и пригоднее для применения в сельском хозяйстве.

В данной работе три перспективных каркаса UiO-66-NH_2, ZIF-8 и MIL-100 были синтезированы и всесторонне охарактеризованы современными методами. Из большого разнообразия МОК MIL-100 был выбран в качестве возможного носителя агрохимических препаратов, благодаря высокой пористости, стабильности в воде и биосовместимости. ZIF-8 привлекателен своей химической и термической стабильностью, а также способностью к контролируемому высвобождению в зависимости от pH среды. UiO-66 обладает высокой механической и химической устойчивостью, включая стабильность в широком диапазоне значений pH, что делает его подходящим для адсорбции и модификации под задачи адресной доставки. Поверхность МОК была модифицирована ПАВ для увеличения их биодоступности и диспергируемости. В качестве ПАВ были выбраны вещества: PVP, CTAB, PVA. Для этого 50 мг ПАВ растворяли в 50 мл деионизированной воды, добавляли 50 мг порошка МОК и обрабатывали смесь ультразвуком 15 мин до получения однородной суспензии. Суспензию перемешивали

на магнитной мешалке 24 часа при комнатной температуре. Затем модифицированные МОК отделяли центрифугированием, дважды промывали деионизированной водой и сушили при комнатной температуре в течение 24 часов. Методами XRD и ИК определено, что наиболее эффективное покрытие молекулами CTAB имеет образец MIL-100, каркас UiO-66-NH_2 покрыт PVP, а ZIF-HT – молекулами PVA. При этом определяющую роль в успешности формирования покрытия имел заряд полимера и каркаса.

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

Механизмы кислотно-основной буферности чернозема южного разного гранулометрического состава при загрязнении мышьяком, кадмием и свинцом

Ларина Э.В., Лацынник Е.С., Хатламаджиян А.А., Малиева В.Ю., Бурачевская М.В.

Студент

ФГБОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: elarina@sfedu.ru

Значение pH почвенного раствора зависит от суммарного действия нескольких факторов: минералогического состава, наличия содержания свободных солей, химического состава минеральной части почвы, качества и количества органического вещества, влажности почвы, жизнедеятельности почвенной биоты [1]. Методы оценки экологического состояния через изучение функционирования буферных систем играют важную роль в контроле трансформационных изменений в почвах. Изменения pH почв имеют прямое влияние на экологическую устойчивость, а кислотно-основные буферные системы играют ключевую роль в поддержании постоянного pH.

Цель исследования – оценка механизмов кислотно-основной буферности чернозема южного разного гранулометрического состава в условиях загрязнения. Для этого был заложен модельный опыт. Отбирали слой (0-20 см) чернозема южного (Haplic Chernozem, WRB, 2015) среднемощного тяжелосуглинистого с целинного участка, находящегося вдали от возможных источников загрязнения. В сосуды с дренажем помещали по 2 кг подготовленной почвы и вносили водные растворы Na_3AsO_4, $Pb(NO_3)_2$ и $Cd(NO_3)_2$ в дозах 10 ОДК раздельно и совместно. Данная доза соответствует высокому уровню загрязнения. Разный гранулометрический состав почв был получен путем смешивания почвы и прокаленного кварцевого песка в разных соотношениях (25, 50 и 75% от массы почвы). Инкубация проходила при температуре +20-22°C, 60 % от полной влагоемкости и естественном освещении в течение 6 месяцев.

Буферность к основанию и кислоте исследована методом непрерывного потенциометрического титрования водных суспензий (почва : вода – 1 : 25). Измерения проводили от начальной точки титрования до значения pH 3 при титровании 0.1н HCl и до pH 10 при титровании 0.1н NaOH [2]. Титрование проводилось с шагом 0,2 мл и с регистрацией величины pH через 4 минуты после добавления очередной порции титранта.

По кривым титрования рассчитана интенсивность буферности по интервалам значений pH. Для диапазона значений pH почвенного раствора в пределах 6,2–8,6 основным механизмом, ответственным за создание буферности является реакция растворения карбонатов. Этой зоне соответствует максимальная интенсивность вариантов опыта без разбавления и с разбавлением песка до 50%, при этом загрязнения влияние не оказывает. В интервале значений pH 5-6,2 доминирующей буферной реакцией является растворение силикатов. Данная зона также присутствует для всех вариантов опыта. В интервал значений pH 4,2-5 доминирующая реакция – вытеснение протоном обменных оснований из ППК. В условиях загрязнения данная зона имеет большую выраженность. При pH < 4,2 происходит вытеснение протоном в раствор Al^{3+}. Буферность в этой зоне проявляется при максимальном разбавлении 75% песка и усиливается при загрязнении.

Исследования поддержаны проектом Министерства науки и высшего образования РФ (FENW-2024-0001).

Литература

1. Надточий П.П., Мыслыва Т.Н. 2014. Эталонные величины кислотно-основной буферности дерново-подзолистых почв для фонового мониторинга.Агрохимия, 3: 83-89.

2. Соколова Т.И., Мотузова Г.В., Малинина М.С., Обуховская Т.Д. Химические основы буферности почв. - М.: МГУ, 1991. – 106 с.

Влияние биочара на содержание бенз(а)пирена в каштановой почве

Немцева А.А., Шуваев Е.Г., Дудникова Т.С., Балабай М.С., Барбашев А.И.
Студент
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
Email: annemceva@sfedu.ru

В настоящее время антропогенное воздействие, которому подвергаются почвы, достигает критических значений. Серьёзную опасность при этом представляет группа высокомолекулярных поллютантов бензольного ряда – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). В качестве маркера загрязнения окружающей среды ПАУ выступает соединение 1-го класса опасности – бенз(а)пирен (БаП). В России только для данного представителя ПАУ установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) в почве – 20 нг/г. Бенз(а)пирен является гидрофобным соединением и может сорбироваться органическим веществом почвы и глинистыми минералами, что способствует его накоплению преимущественно в верхней части почвенного профиля. В результате загрязнения почвы БаП возникает риск его миграции в растения, включая сельскохозяйственные культуры, что делает актуальным поиск эффективных методов рекультивации загрязнённых почв. Одним из таких методов является применение сорбентов различной природы, способных связывать поллютанты, снижая их биодоступность для живых организмов. В последние годы распространение получили биочары - углеродистые сорбенты, внесение которых в почвы с целью их ремедиации от загрязнения ПАУ обладает высоким потенциалом.

Цель работы состояла в оценке влияния биочара, полученного из шелухи риса на содержание бенз(а)пирена в каштановой почве. Объектом исследования являлась каштановая почва, отобранная из верхнего слоя (0-20 см) территории природного заповедника Ростовский. Для достижения цели исследования очищенную и просеянную помещали в чашки Петри в количестве 100 г на сосуд. На поверхность почвы далее вносили раствор БаП в ацетонитриле с концентрацией 400 нг/г, 800 нг/г и 1200 нг/г, что соответствует 20 ПДК, 40 ПДК и 60 ПДК БаП в почве. Для сравнения был заложен контрольный вариант с фоновой незагрязнённой почвой без внесения поллютанта. Период инкубации загрязненной почвы составил 1 неделю, по истечению которой, в соответствие со схемой опыта вносили биочар в количестве 1 % от массы почвы. Инкубация почвы с сорбентом протекала в течение 7 дней. Экстракция БаП проведена гексаном. Измерение содержания бенз(а)пирена в почве проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

В результате было установлено, что содержание БаП в незагрязненной каштановой почве не превышает ПДК и составляет 18 нг/г. Использование сорбента не оказывает заметного влияния на концентрацию БаП. При внесении поллютанта в почву его содержание последовательно увеличивается до следующих значений: 418 нг/г, 818 нг/г и 1212 нг/г. Наиболее значимо использованием биочара в вариантах с 20 ПДК и 40 ПДК, где содержания БаП снизилось на 13 % по сравнению с загрязненной почвой. В варианте с внесением в почву 60 ПДК БаП применение сорбента незначительно нивелирует загрязнение, и концентрация бенз(а)пирена снижается до 1005 нг/г.

Таким образом при внесении БаП в почву наблюдается увеличение его концентрации по сравнению с контролем до 418 нг/г. По мере увеличения дозы загрязнителя эффект усиливается. Применение биочара способствует снижению содержания бенз(а)пирена в почве, что особенно заметно в вариантах с загрязнением 20 ПДК и 40 ПДК. Однако при высоких концентрациях поллютанта эффективность биочара снижается.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (№ FENW-2023-0008) и программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030").

Сорбция ионов свинца гранулированным сорбентом на основе глин в модельном эксперименте

Орлова Т.В.[1], Изосимова Ю.Г.[1], Кутугин В.А.[2], Толпешта И.И.[1], Белоусов П.Е.[3]

Студент

[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия

[2] Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера, ИШНПТ ТПУ, Томск, Россия

[3]Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия

E-mail: tatyana.orlova.1310@mail.ru

Природные сорбенты характеризуются высокой степенью эффективности очистки вод от загрязняющих веществ [Синельцев и др., 2012, Franus et al., 2014]. Эффективность применения фильтрационных сорбентов определяется не только их сорбционными показателями, но физико-механическими свойствами материала. В составе большинства сорбентов присутствует примесь глинистых минералов, что приводит к разрушению природных гранул при взаимодействии с водой и заиливанию поверхности фильтра. В настоящее время разрабатываются технологии получения пористых проницаемых гранул на основе трепела, опок, диатомита и цеолитов с добавлением связующих материалов разного состава с приемлемыми прочностными и фильтрационными характеристиками. Поэтому актуальной является задача определение сорбционной способности полученных гранул в отношении тяжелых металлов.

Гранулы, использованные в работе, приготовлены из смеси четырех природных сорбентов (цеолит вулканический, трепел, глауконитовый песок и вермикулит) в равных пропорциях с 10%-добавкой портландцемента. Водная суспензия характеризуется близким к нейтральному значением pH (pH_{H2O} 6.86). Химический состав гранул: Al_2O_3 – 11.4 %; SiO_2 – 54.9 %; MgO- 1.9 %; Na_2O – 15.4 %; K_2O - 4.0 %; Fe_2O_3 – 11.5 %; CaO – 6.5 %; TiO_2 – 0.27 %. Минеральный состав порошка из гранул представлен клиноптилолитом, вермикулитом, глауконитом, кварцем, кальцитом, гипсом, полевыми шпатами. Изучены сорбционные характеристики гранулированного сорбента в статических условиях по отношению к катиону Pb^{2+}. В диапазоне концентраций до 1,6 ммоль/л в условиях проведения эксперимента сорбируется до 100% от внесенного количества ионов свинца. При увеличении концентрации ионов свинца в исходном растворе до 5 ммоль/л сорбция снизилась до 75-80%. Величины Kd показывают, что во всем диапазоне изученных концетраций в сорбции ионов свинца участвуют различные буферные компоненты. В ходе проведенных экспериментов гранулы сохранили прочность, что повышает стабильность работы фильтрационных систем при длительном использовании. В условиях проведенных экспериментов при однократной обработке гранул растворами 1М HCl и 1М NaOH регенирация гранул наиболее эффективна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного Фонда, проект №22-77-10050.

Литература

1. Синельцев, А.А., Губина Т.И., Антонова И.А., Сержантов В.Г. Эффективный адсорбент на основе природных глауконитов в очистке воды от тяжелых металлов // Химическая физика. 2012. Том 3, № 10. С. 29-32.

2. Franus, M., Bandura, L. Sorption of heavy metal ions from aqueous solution by glauconite // Fresenius Environ. Bull. 2014. Т. 23. №. 3. P. 825-839.

Состав и содержание глинистых минералов в солончаковых солонцах целинного и залежного участков Джаныбекского стационара

Польченко К.А.
Студент
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: xen.ia.p@yandex.ru

Почвенный покров в районе Джаныбекского стационара представлен солонцовым комплексом, 50 % площади которого заняты солончаковыми солонцами, 25 % – светло-каштановыми почвами и 25 % – темноцветными почвами западин. Прилегающие к стационару территории представлены целинными и залежными участками, которые не используются в земледелии с 70-90-ых годов. Считается, что в почвах залежей со временем происходит реставрация признаков солончакового солонца. Если это так, то необходимо знать, затрагивает ли она илистую фракцию, так как это напрямую влияет на агрофизические свойства почвы.

Цель исследования – определение содержания и минерального состава глинистых минералов илистой фракции целинных и залежных солончаковых солонцов.

Объекты исследования – солончаковые солонцы, отобранные на целинном и залежном участках Джаныбекского стационара РАН. Илистая фракция выделена методом Айдиняна с предварительным разрушением карбонатов и отмывкой легкорастворимых солей. Минеральный состав илистой фракции определен методом рентген-дифрактометрии, pH водной суспензии 1:2.5 – методом потенциометрии. Метод лазерной дифрактометрии использован для определения грансостава.

Установлено, что в минеральном составе илистой фракции обеих почв обнаружены иллит, каолинит, хлорит и иллит-смектит. В нижней части профиля целинного солонца диагностирован монтмориллонит. В обоих профилях содержание лабильных минералов, представленных смешанослойными иллит-смектитами с преобладанием смектитовых слоев, увеличивается вниз по профилю (Рис. 1). В большей степени дифференциация по содержанию лабильных структур в почвенном профиле наблюдается в солончаковом солонце залежного участка. В толще 10-50 см почвы залежного участка наблюдается тенденция к увеличению запаса ила (110.7 кг) по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами (33.0 и 29.1 кг соответственно) и с той же толщей в целинной почве (98.3 кг).

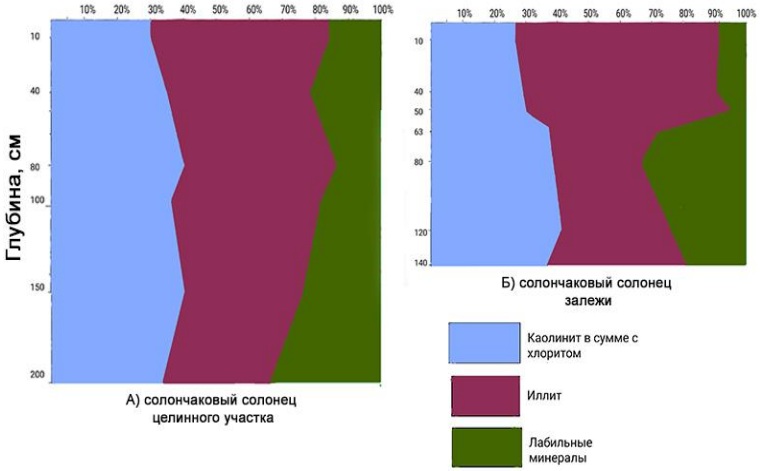


Рис. 1. Профильное распределение относительного содержания глинистых минералов

Экспресс-определение химического состава почв спектроскопией лазерно-индуцированной плазмы на примере селена

Рогачевская А.В.

аспирант, младший научный сотрудник

Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук,

Центр биофотоники, Москва, Россия

E–mail: rogachevskaya.alexa@yandex.ru

Совершенствование технологий точного земледелия является важной задачей современной науки. Развитие методов экспрессного анализа почв в перспективе позволит непрерывно автоматизировано определять содержание химических элементов на поверхности сельскохозяйственных полей. Оперативное получение информации о химическом составе почв позволит не только выращивать безопасные и полезные продукты питания, но и выведет современное сельское хозяйство на новый уровень.

Экспрессность любого метода анализа значительно зависит от времени подготовки образцов. Сейчас для почв широко применяются методы, для которых почву предварительно растворяют в кислотах, что довольно трудоемко и не может быть реализовано для непрерывных измерений непосредственно в поле. В то же время спектроскопия лазерно-индуцированной плазмы (СЛИП) давно зарекомендовала себя как метод экспресс-анализа, для которого не обязательна подготовка образцов. Однако матричные эффекты, влажность и другие характеристики почвы затрудняют СЛИП анализ, снижая чувствительность метода. В этом случае, чтобы достигнуть высокой точности измерений, применяется сушка, измельчение и прессование почв, которые увеличивают время анализа [1]. Тем не менее портативные анализаторы СЛИП являются перспективным решением для анализа химического состава почв без подготовки непосредственно в поле.

Отдельную сложность составляют микроэлементы, концентрация которых в почве незначительна и соответственно требует большей чувствительности метода. Например, селен, безопасное содержание которого находится в узком диапазоне 0,1-1,0 мг/кг [2]. В настоящее время не существует метода экспрессного определения селена в почве с требуемой чувствительностью.

В работе представлено сравнение возможностей спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы при разных способах подготовки почв: измельчение, фиксация на липкой ленте и прессование, оценены точность и чувствительность количественного определения селена в этих образцах почв. При детальном анализе спектра плазмы в качестве аналитического сигнала была выбрана эмиссионная линия Se I 196.09 нм, так как она не испытывает спектрального наложения. Минимальный достигнутый предел обнаружения составил 14 мг/кг для почвы, закрепленной на ленте. Результат для спрессованной почвы и почвы на ленте сопоставимы, хотя подготовка образцов на ленте занимает меньше времени. Более продолжительное накопление данных для порошка тоже позволяет достичь соответствующих результатов. Продемонстрированы возможности автоматизированного экспрессного картирования содержания селена на поверхности почв сельскохозяйственных полей с подвижной платформы.

Литература

1. Jantzi, S. C. at all. Sample treatment and preparation for laser-induced breakdown spectroscopy // Spectrochim. Acta Part B At. Spectrosc. 2016, №115, p. 52–63.

2. McNeal, J. M., Balistrieri, L. S. Geochemistry and Occurrence of Selenium: An Overview // SSSA Special Publications. 2015, p. 1–13.

Оценка возможности использования спектрального анализа почв в судебной экспертизе

Седых О.М.

Студенка

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

E–mail: olya.sedykh.05@bk.ru

На сегодняшний день прогресс почвоведческих исследований обеспечивает новые подходы к решению практических задач судебной экспертизы [3]. Высокую эффективность показывают исследования наслоений почвенного вещества на разнообразных объектах-носителях [1]. Одними из перспективных направлений исследований почвенных образцов являются спектроскопические методы. Они позволяют максимально точно оценить окраску почвенных образцов, выявить отличия вещественного состава образцов, их фракций [2].

Цель работы заключалась в оценке возможности определения групповой принадлежности почвенных образцов с помощью спектрального анализа. В ходе работы была собрана коллекция зональных почв, для проведения эксперимента из них выбраны четыре пахотные и две гидроморфные, а также собраны образцы почвенных наслоений с подошв ботинок. Гиперспектральная съемка проводилась с помощью камеры Specim (Specim, Spectral Imaging Ltd., Финляндия). Результаты представлены на рисунке 1. Квадратом, кругом и прямоугольником выделены диагностические участки спектров.

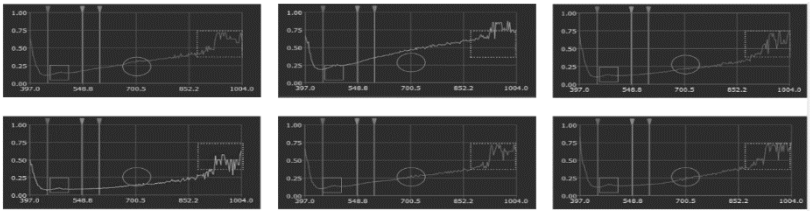


Рис. 1. Спектры почвенных образцов, фракция менее 0,25 мм: а- агрозем, б –агроабразем, в-аллювиальная, г-чернозем выщелоченный освоенный, д – каштановая освоенная, е – солодь.

Проведенное исследование показало, что метод гиперспектрального анализа выявляет различия между разными типами почв и может быть использован в судебно-почвенной экспертизе.

Литература

1. Нестерина Е.К., Градусова О.Б., Ищенко П.П., Бокша А.В.,«Решение следственных задач, стоящих перед сотрудниками ФСКН России, с помощью экспертного исследования объектов почвенно-растительного происхождения», 2010

2. Савин И.Ю., Шишкин М.А., Шарычев Д.В. Особенности спектральной отражательной способности фракций образцов почв размером от 20 до 5 000 мкм // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2022. Вып. 112. С. 24-47.

3. Sangwan, P., Nain, T.,Singal, K., Hoodaa, N., Sharma, N. «Soil as a tool of revelation in forensic science: a review» Analitical Methods, Issue 43, 2020

Пространственное и временное варьирование ЕКО в подзолистых почвах ЦЛГПБЗ

Соколова Е.Ю.

Студент

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

E-mail: lsokolova829@mail.ru

Экологический мониторинг является приоритетной задачей особо охраняемых природных территорий и включает наблюдения за экосистемами, флорой и фауной, оценку состояния лесов и анализ химического состава почв. В Центрально-лесном биосферном заповеднике (ЦЛГПБЗ) более 30 лет проводятся исследования кислотно-основного состояния почв. Анализ химических свойств почв важен для мониторинга изменений их состояния и предотвращения негативных процессов. Для оценки влияния естественных факторов используются показатели кислотности и катионообменные свойства почв. Подзолистые почвы ЦЛГПБЗ отличаются разнообразием условий увлажнения и питания растений, что делает организацию мониторинга емкости катионного обмена актуальной задачей [1, 2, 3].

Целью работы является оценить пространственное и временное варьирование ЕКО в подзолистых почвах ЦЛГПБЗ. В задачи работы входит: охарактеризовать величину pH_{H2O}, pH_{KCl} и ЕКО в основных генетических горизонтах подзолистых почв и в образцах из прикопок; оценить пространственное и временное варьирование ЕКО в разных генетических горизонтах подзолистых почв.

Непосредственным объектами исследования были образцы почвы, взятые по генетическим горизонтам дерново-подзолистой почвы во второй половине июля. Образцы отобраны по основным генетическим горизонтах в разрезах и в 4 прикопках к каждому из разрезов с площадки 25 на 25 м, расположенной в 96 квартале ЦЛГПБЗ, на выровненной поверхности очень пологого склона юго-западной экспозиции. pH определили потенциометрическим методом. Обменные основания вытеснены из почвы раствором 1М NH_4Cl (pH 6,5). Обменную кислотность определили в 1М KCl-вытяжке по методу Соколова с использованием автоматического титратора DL58 (Metler Toledo). ЕКО эффективная была рассчитана как сумма обменных оснований и обменной кислотности.

По результатам исследований установили: pH водной и солевой суспензий снижается с увеличением разложения органического материала в подгоризонтах подстилки, а в минеральных горизонтах – увеличивается вниз по профилю; максимальные значения ЕКО (45-49 ммоль(экв.)/100г) наблюдаются в горизонтах подстилки из-за высокого содержания органического вещества, затем снижаются до 13-18, а в горизонте BD вновь повышаются до 20 ммоль(экв.)/100г; коэффициент пространственного варьирования ЕКО для органогенных горизонтов колеблется от 40 до 80%, а для минеральных – от 14 до 70%; различия емкости катионного обмена по годам наблюдений статистически не значимы (при $p = 0,05$).

Литература

1. Добровольский Г.В. Регуляторная роль почвы в функционировании таежных экосистем. М., «Наука», 2002, 364стр.

2. Карпачевский Л.О., Строганова М.Н. Почвы Центрально_лесного заповедника и их экологическая оценка // Динамика, структура почв и современные почвенные процессы. М., изд. МЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1987. С. 10–30.

3. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И., Иванова С.Е., Взаимодействие лесных суглинистых подзолистых почв с модельныи кислыми осадками и кислотно-основная буферность подзолистых почв, изд. МГУ, 2001 год, 208 стр.

Почвенные органоминеральные гели: выделение, состав, объемная доля

Тарасенко Д.А., Сухарев А.И., Горепекин И.В.

Студентка

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

E-mail: uskova_dasha@mail.ru

Известно, что почвенные агрегаты формируются с помощью органоминерального геля, покрывающего и связывающего между собой почвенные частицы. Однако точно неизвестно, какую долю в почве занимают гели, и каков их качественный состав. Вероятно, отсутствие данной информации в литературе

объясняется отсутствием методики отделения почвенного геля от минеральных частиц.

Целью работы являлось выделение из почв органоминерального геля и изучение его состава. В качестве образцов использовали дерново-подзолистую и серую лесную почвы. Выделение из почв органоминерального геля базировалось на общепринятых методах экстрагирования органического вещества почв.

В пробирку для центрифугирования объемом 50 мл помещали 10 грамм воздушно-сухой почвы и 30 грамм 0,1 н раствора едкого натрия. Для увеличения скорости реакций пробирку помещали на 1 час на водяную баню при 90°С. Далее для отделения гелей от неколлоидных минеральных частиц суспензию обрабатывали ультразвуком в течение 90 секунд. Интенсивность УЗ воздействия до 250 Вт/см^2 при частоте 22 кГц и амплитуде 45 мкм. Затем на центрифуге Eppendorf 5804 с ротором A-4-44 при 2000-5000 об/мин в пробирках на 50 мл осаждали минеральные неколлоидные частицы при 5000 об/мин в течение 10 минут. После центрифугирования над слоем минеральных частиц наблюдали вязкую суспензию темного цвета, которая должна была содержать коллоидные частицы органического вещества и глинистых минералов. Для коагуляции коллоидов в пробирку внесли 10 грамм 1 н раствора хлорида калия. Затем пробирку снова помещали на водяную баню и выдерживали 1 час при температуре 90°С, после чего повторно центрифугировали при 5000 оборотах/минуту в течение 10 минут. В результате эксперимента в пробирке выделены три слоя: нижний с неколлоидными минеральными частицами, промежуточный – слой органоминерального геля и верхний – слой надосадочной жидкости.

В гумусово-аккумулятивных горизонтах дерново-подзолистой почвы объем минеральной фракции составлял 7,5 мл, а объем геля – 2,5 мл, а серой лесной почвы – 6 и 5,5 мл, соответственно.

В ходе проведенного рентгено-локального микроанализа гелей установили, что содержание углерода в образцах дерново-подзолистой почвы составляет 14, а в серой лесной – 20 массовых процентов. Объемное содержание гумуса относительно доли минералов в геле составило 42% для дерново-подзолистой почвы и 53% для серой лесной.

Таким образом, предложен способ выделения органоминеральных почвенных гелей. Он основан на добавлении к почве раствора щелочи, нагрева и УЗ-обработки полученной суспензии, центрифугирования для отделения неколлоидных минеральных частиц с дальнейшей коагуляцией коллоидных частиц за счёт повышения ионной силы раствора при повторном центрифугировании. На полуколичественном уровне показано, что доля коллоидной составляющей – органоминеральных почвенных гелей относительно минеральных неколлоидных частиц по объему составляет десятки процентов.

Сравнение методов пробоподготовки почвы для определения подвижных форм элементов

Тлеужанова Р.Д.
Студент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», институт экотехнологий и инжиниринга, Москва, Россия
E-mail: tleuzhanova14@bk.ru

Почва, обладая высокой сорбционной способностью, накапливает различные химические элементы, включая токсичные, и регулирует их миграцию в природные воды и питательную среду растений. Некоторые из них, даже в небольших концентрациях, могут оказывать негативное воздействие на живые организмы. Химические элементы присутствуют в почве в различных формах, наиболее доступной для растений является их подвижная форма. Таким образом, определение содержания подвижных форм элементов является ключевым для оценки санитарно-гигиенической обстановки, определяющей необходимость проведения процессов обезвреживания различных токсических веществ.

Для определения подвижных форм используется широкий перечень методик, которые различаются используемыми методами количественного химического анализа, составом экстрагирующего раствора для извлечения микроэлементов из почвы, схемой приготовления почвенной вытяжки. В данном исследовании сравнивали четыре схемы пробоподготовки с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора (pH = 4,8) в качестве экстрагирующего, для этого проанализировали химический состав пяти почвенных образцов, отобранных в различных регионах Российской Федерации и Республики Казахстан. Кроме того, было установлено влияние частоты перемешивания пробы почвы с буферным раствором на эффективность экстракции аналитов. В таблице 1 представлены номера, присвоенные разным алгоритмам извлечения подвижных форм, и нормативные документы (НД), в которых регламентирована схема пробоподготовки.

Таблица 1. Условные обозначения для разных схем извлечения аналитов из почвы и соответствующие им аттестованные методики

№ схемы извлечения	НД, в котором описана схема
1 схема	ГОСТ Р 50683-94, ГОСТ Р 50686-94, ГОСТ Р 50685-94
2 схема	М-МВИ-80-2008, РД 52.18.289-90
3 схема	ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011
4 схема	ПНД Ф 16.1:2:3.3.50-08

В первой и третьей схемах пробы почвы перемешивали с буферным раствором на шейкере в течение часа, а в третьей экстракция проводилась в два этапа с добавлением новой порции экстрагента. Вторая и четвёртая схемы предусматривали суточное настаивание с периодическим перемешиванием, причём во второй пробу дополнительно промывали буферным раствором на фильтре. Результаты показали, что при настаивании концентрации извлекаемых элементов были в 2–2,5 раза выше, чем при перемешивании на шейкере. Для большинства проб различия между 2 и 4 схемами были минимальны. Анализ влияния частоты перемешивания на шейкере (110, 150 и 190 об/мин) показал, что при 110 об/мин содержание аналитов было на 20–30 % ниже. Исключение

составляют щелочные (K, Na) и щелочноземельные (Ca, Sr, Ba, Mg) металлы, их концентрации во всех вытяжках близки. При 150 и 190 об/мин результаты существенно не отличались, что свидетельствует о достижении эффективного контакта фаз. Таким образом, выбор метода пробоподготовки значительно влияет на результаты анализа, что следует учитывать при сравнении данных и оценке экологического состояния почвы.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ в рамках научного проекта № МК-2476.2021.1.3.

Содержание тяжелых металлов во фракции PM10 аллювиальных луговых насыщенных почв

Хатламаджиян А.А., Лацынник Е.С., Замулина И.В.
Студент, студентка, старший преподаватель
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: akhat@sfedu.ru

Почва является естественным источником мелкодисперсных твердых частиц, которые могут находиться во взвешенном состоянии в атмосфере в результате механического разрушения агрегатов и ветровой эрозии, оказывая неблагоприятное влияние на здоровье человека. В связи с ростом антропогенного воздействия риск загрязнения почв возрастает. Фракция физической глины (PM10), содержащая частицы ила и мелкой пыли, играет ключевую роль в адсорбционных характеристиках почвы, в т.ч. сорбции загрязняющих веществ. Высокая удельная поверхность и сорбционная способность обуславливает важность исследования тонкодисперсной фракции PM10 для оценки загрязнения почв и изучения миграции токсичных элементов в окружающей среде, особенно тяжелых металлов (ТМ). Цель данной работы заключалась в изучении количественного содержания ТМ (на примере Cu, Zn, Pb и Ni) во фракции PM10 при различном ее содержании в почве.

Для выполнения данного исследования были выбраны образцы аллювиальных луговых насыщенных почв разного гранулометрического состава: супесчаные, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и легкоглинистые. Для выделения фракции PM10 образцы диспергировали в дистиллированной воде в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником в течение 10 минут. После этого полученную суспензию переносили в цилиндры и доводили объем до 1 л. Отбор PM осуществляли седиментационным методом по закону Стокса. Финальным этапом процесса была фильтрация через мембранные фильтры с порой 0,45 мкм. Содержание валовых форм Cu, Zn, Pb и Ni во фракции PM10 и почве в целом определяли рентгенфлуоресцентным методом с использованием спектроскана «МАКС-GV» .

Результаты показали, что содержание элементов в фракции PM10 выше относительно содержания в почве для всех образцов. Наблюдается тенденция роста концентрации ТМ с увеличением дисперсности почвы от супесчаной до легкоглинистой для Pb и Ni, от супесчаной до тяжелосуглинистой для Cu и Zn, благодаря высоким показателям катионной обменной емкости. В супесчаной почве концентрация всех металлов, за исключением Cu, снижается, что, вероят-

но, связано с низкой способностью песка к поглощению. В аллювиальной насыщенной легкоглинистой почве выявлены наибольшая концентрация Pb (105 мг/кг) и Ni (155 мг/кг) и снижение концентрации Cu и Zn как в почве в целом, так и во фракции PM10 относительно тяжелосуглинистой разновидности. Содержание Cu (51-55 мг/кг) и Zn (67-73) мг/кг имеет относительно равномерное распределение по разновидностям, обусловленное, вероятно, антропогенным характером поступления их в почву. Во фракции PM10 наибольшие концентрации металлов отмечаются в тяжелосуглинистой и легкоглинистой почве, что обусловлено различиями в минералогическим составе и обобщенности органическом веществом выделенных фракций. Содержание Pb и Ni в фракции PM10 значительно повышается в легкоглинистой почве, Cu и Zn в тяжелосуглинистой.

Таким образом, показано, что фракция PM10 является наиболее чувствительными показателями загрязнения тяжелыми металлами, и их исследование позволяет выявить процесс загрязнения почвы на более ранней стадии, чем анализ всей почвы в целом.

Исследования поддержаны проектом Министерства науки и высшего образования РФ (FENW-2024-0001).

Рентгеноструктурные и рентгеноспектральные исследования загрязненных почв макро- и наноформами Zn, Cd и Cr

Черникова Н.П., Цицуашвили В.С.
аспирант, научный сотрудник
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: nat.tchernikova2013@yandex.ru

Использование современных синхротронных, рентгеноструктурных и рентгеноспектральных методов при изучении состава тяжелых металлов в почве и растениях являются наиболее технологичными и точными за счет элементной избирательности и чувствительности к локальной структуре большого спектра элементов, низким пределам обнаружения, высокого пространственного разрешения и простой пробоподготовки [1-2].

В чернозем обыкновенный карбонатный были внесены 30 ОДК ZnO, CrO и CdO (СанПиН 1.2.3685-21) в нанодисперсной (с размером частиц 30-50 нм) и макродисперсной (с размером частиц – 3-5 мкм (ЧДА, ГОСТ 16539-79)) формах. Через месяц инкубации загрязненной почвы проводили посев ярового ячменя. По окончанию вегетационного опыта (30 дней) проводили отбор почвенных образцов.

Исследования K-краев Zn (9659 эВ), Cd (26711 эВ) и Cr (5993 эВ) выполнены в Курчатовском центре синхротронного излучения НИЦ «Курчатовский институт». На станции «Структурное материаловедение» (канал СТМ и 1.3б) была проведена съемка тонкой структуры спектров рентгеновского поглощения в ближней к краю поглощения области – метод XANES и протяженной структуры спектра поглощения – метод EXAFS. Проведены рентгеноструктурные исследования (XRD) почвенных образцов для идентификации кристаллических металлсодержащих минеральных фаз.

В результате рентгеноструктурного исследования почвенных образцов было определено наличие от 2 до 4 фаз, в зависимости от присутствия в системе формы металлов. Фазовый анализ почвенных образцов, насыщенных Cr_2O_3 в

макро и нано форме показал наличие фаз с гексагональной и моноклинной системой, ZnO – с орторомбической и триклинной системой, CdO – с моноклинной, орторомбической и гексагональной системой. Практически все образцы в фазовом составе характеризуются наличием кварца (SiO_2), встречаются также фазы альбита (Albite) $Al_{1.02}Ca_{0.02}Na_{0.98}O_8Si_{2.98}$ и Eskolaite (Cr_2O_3). По результатам рентгеноспектральных исследований установлено, что Cr при поглощении в системе «почва-растение» в основном сохраняет локальное окружение, характерное для оксида металла, что говорит о его относительной инертности при взаимодействии с компонентами почвы и растениями. При поступлении Zn и Cd в наноформе в почву происходит практически полная трансформация в формы, для которых отсутствуют связи металл–металл, характерные для исходных оксидов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (№21-77-20089п) в Южном федеральном университете

Литература

1. Nevidomskaya, D.G., Minkina, T.M., Soldatov, A.V., Shuvaeva, V.A., Zubavichus, Y.V., Podkovyrina, Y. S. Comprehensive study of Pb (II) speciation in soil by X-ray absorption spectroscopy (XANES and EXAFS) and sequential fractionation // Journal of soils and sediments, 2016, №16, p. 1183-1192.

2. Kirichkov, M.V., Polyakov, V.A., Shende, S.S., Minkina, T.M., Nevidomskaya, D.G., Wong, M.H., Bauer, T.V., Shuvaeva, V.A., Mandzhieva, S.S., Tsitsuashvili, V.S. Application of X-ray based modern instrumental techniques to determine the heavy metals in soils, minerals and organic media. Chemosphere. 2024 Feb 1;349:140782.

Ферментативная активность донных осадков малых рек Калининградской области.

Яцик А.Э.

Студент

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Высшая школа живых систем, Калининград, Россия

E–mail: aestess@yandex.ru

Ферментативная активность почв чувствительна к загрязнению тяжёлыми металлами и нефтепродуктами, что позволяет использовать её как способ диагностики загрязнения. Ферментативная активность каталазы чувствительна к повышенным концентрациям меди и хрома. [3,5,6] Уреазная активность – к меди, цинку, марганцу, хрому.[3,4,5]. Активность полифенолоксидазы угнетается под воздействием свинца, меди и кадмия.[1] Донные осадки депонируют различные загрязнители из вод, что позволяет отследить загрязнение в долгосрочной перспективе и наблюдать процесс самоочищения водного объекта.[2]

Мы определили ферментативную активность каталазы, уреазы и полифенолоксидазы в устьях рек Тростянка и малая Морянка, в истоках рек Тростянка, малая Морянка и большая Морянка. По полученным данным можно предположить, что наиболее загрязнённой тяжелыми металлами точкой является исток большой Морянки; для объекта зафиксировано наименьшее значение уреазной

активности (37,120 ± 0,109 мг аммиака/кг донных осадков), каталазной активности (0,1856 ± 0,0004 мл 0,1 Н KMnO4/г донных осадков). Полифенолоксидазная активность также невелика – 0,827 ± 0,011 мг 1,4-бензохинона за 30 мин на 1 г донных осадков. Наибольшие значения активности уреазы были получены для устья малой Морянки -225,075 ± 0,491 мг аммиака/кг донных осадков. Наименее активна полифенолоксидаза в образце, взятом в истоке Тростянки 0,708 ± 0,004 мг 1,4-бензохинона за 30 мин на 1 г донных осадков, что говорит о вероятном загрязнении свинцом.

Литература

1. Дроздова Н.И., Макаренко Т.В., Куртасова Е.В. Экспериментальное моделирование при изучении биологической активности почв // Экологический вестник. 2016. № 4 (38). С. 68-74.

2. Новиков М.А. Зоны аккумуляции загрязнения в донных отложениях Баренцева моря // Океанология. – 2022. – Т. 62, № 4. – С. 578–589.

3. Ю. М. Поляк, В. И. Сухаревич Почвенные ферменты и загрязнение почв: биодеградация, биоремедиация, биоиндикация // Агрохимия. – 2020. - № 3, С. 83-93.

4. Тазетдинова Д.И., Антонов В.В., Газизов И.С., Алимова Ф.К. Ферментативная активность выщелоченных черноземов Восточного Закамья Волго-Камской степи при синергетическом загрязнении тяжелыми металлами и углеводородами // Фундаментальные исследования. 2013. № 8 (часть 2). С. 364-369.

5. Baikhamurova M.O. CHANGE OF CATALASE AND UREASE ACTIVITY AT HIGH CONTENT OF HEAVY METALS (Pb, Zn, Cd) IN SEROZEM. / Baikhamurova M.O. Yuldashbek D.H., Sainova G.A., Anarbekova G.D. // EUROPEAN JOURNAL OF NATURAL HISTORY – 2020, - №3, P. 70-73.

6. Lee, Sang-Hwan. Use of Soil Enzymes as Indicators for Contaminated Soil Monitoring and Sustainable Management. / Sang-Hwan Lee, Min-Suk Kim, Jeong-Gyu Kim, Soon-Oh Kim. // Sustainability — 2020,—V 12,— P. 8209.

Оценка содержания гумуса в поверхностных горизонтах почв территории кампуса ДВФУ

Ячмень Л.П., Брикманс А.В., Гилёв А.М

Студентка

Дальневосточный Федеральный университет, Владивосток, Россия

E-mail: yachmen.lp@dvfu.ru

Озеленение представляет собой совокупность работ с насаждением растительных культур. Для этого надо учитывать базовые агрохимические показатели почв связанные с почвенным плодородием. Одним из таких важных показателей является содержание гумуса в почве. Гумус играет важную роль в поддержании плодородия почвы, улучшении её структуры, водоудерживающей способности и аэрации. Исследование содержания гумуса поможет оптимизировать процесс озеленения, выбрать подходящие виды растений и разработать эффективные методы ухода за зелеными насаждениями [2]. Целью работы является оценка содержания гумуса в поверхностных горизонтах почв территории кампуса ДВФУ.

На территории было отобрано 7 почвенных образцов поверхностного горизонта реплантозёмов, глубиной до 20 см на территории кампуса ДВФУ Приморского края. Образцы отбирались согласно ГОСТу 28168–89 [3]. Морфологическое описание исследуемых почв следующее: однородно окрашен 3/2 10YR очень темно-коричневато-серый, среднесуглинистый, слабоструктуренный, комковато-ореховато-зернистый, рыхлый, редко встречаются обломки горных пород диаметром около 10 см, корни и остатки корней кустарников и деревьев (около 2 см), свежий, граница и переход не выявлялись. Содержание органического углерода определяли методом мокрого сжигания по Тюрину [1]. Оценка содержания гумуса дана по Орлову [4]. Полученные данные представлены в таблице.

Исследования показали, что содержание гумуса в почвах кампуса ДВФУ варьируется от 1,956 % до 4,908 %, что позволяет классифицировать их как «низкогумусные» [4].

Таблица – Оценка содержания гумуса в реплантоземах кампуса ДВФУ

Объект исследования	Содержание органического углерода почв, %	Содержание гумуса, %	Оценка содержания гумуса по Орлову [4]
Образец 1	1,495	2,578	Низкое
Образец 2	1,775	3,060	Низкое
Образец 3	1,927	3,322	Низкое
Образец 4	2,847	4,908	Среднее
Образец 5	1,418	2,444	Низкое
Образец 6	1,135	1,956	Очень низкое
Образец 7	1,443	2,487	Низкое

Таким образом большая часть исследуемых реплантоземов попали в диапазон от 2 до 4 % по содержанию гумуса, что позволило их отнести к категории «низких» [4], что может в дальнейшем сказаться на росте и развитии декоративных растений.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1962. –. 491 с.

2. Ивлев А. М., Дербенцова В. И., Голов В.И., Трегубова В. Г. Агрохимия почв юга Дальнего Востока: учебное пособие. - М.: Круглый год, 2001. - 104 с.

3. ГОСТ 28168–89. Межгосударственный стандарт. Почвы. Отбор проб.

4. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Система показателей гумусного состояния почв проблемы Почвоведения. – М. Наука, 1978. – С. 42-47.

Школьная подсекция

Содержание органического углерода в некроземах Северного кладбища Ростова-на-Дону

Казеева Л.К.
Школьница
МАОУ Школа №5, Ростов-на-Дону. Россия
Email: lili_kazeeva@mail.ru

Почвенный покров и свойства почв кладбищ слабо исследованы. Существуют лишь фрагментарные исследования некоторых параметров некроземов, в том числе биологических свойств [1, 2]. Содержание органического углерода является важным показателем качества и здоровья почв. Его содержание в некроземах практически не исследовано. Содержание органического углерода в почвах ранее чаще всего связывали с содержанием гумуса. Поэтому целью работы было определение содержания органического углерода в почвах Северного кладбища г Ростова-на-Дону.

Полевые исследования были проведены на Северном кладбище 3 мая 2024 г. Почвенные образцы некроземов возрастом 28 и 50 лет извлекали почвенным буром с глубины 0–10, 10–20, 40–50 и 90–100 см. Контролем служил чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый, исследованный в 100–200 м от восточной границы кладбища на поле озимой пшеницы. Исследования проводили в 5-кратной повторности. Лабораторно-аналитические исследования были выполнены в мае-июне 2024 г. в лабораториях кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета. Содержание органического углерода определяли методом бихроматного окисления со спектрофотометрическим окончанием [3].

Исследования показали, что средние значения содержания гумуса в контрольной почве, рядом с кладбищем, соответствуют типичным для зональных черноземов значениям – 4,4%. Вниз по профилю содержание углерода в контрольной почве снижается равномерно до глубины 90–100 см, где содержатся 1,5% гумуса. На кладбище в могилах возрастом 28 лет содержание гумуса меньше, по сравнению с контрольными значениями – 3,9%. Профильное распределение в этих могилах отличается более плавным снижением содержание органического углерода. Турбирование почвы при захоронениях приводят к гомогенизации содержании органического углерода и других свойств почвы по всей глубине могилы. В могилах возрастом 50 лет содержание гумуса в поверхностном слое значительно выше контрольных – 6,1%. Даже на глубине 100 см содержание гумуса выше, чем в контрольной почве. Это связанно с восстановлением содержания органического углерода при развитии дернового процесса и ростом древесно-кустарниковой растительности на старовозрастных участках кладбища. При этом происходит аккумуляция содержания гумуса в поверхностном слое почвы.

Таким образом по сравнению с контрольными черноземами установлено различие в содержании гумуса в некроземах разного возраста.

Литература

1. Лукьянова О.П., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние возраста захоронений на ферментативную активность почв кладбищ Батайска [Электрон. Ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st_209.pdf. DOI: https://doi.org/10.51419/202122209.
2. Лукьянова О.П., Казеев К.Ш., Шерстнев А.К., Колесников С.И. Содержание тяжелых металлов в почвах кладбищ // Гигиена и санитария. 2023; Т.102. №1. С. 22–28.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.

Моделирование условий для получения азотобактера с заданными свойствами

Мурашкина С.Д.
Школьница
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр Созвездие», г.о. Шатура, Россия
E-mail: dasha0330@mail.ru

В работе приведено исследование на тему поиска бактерий продуцентов протеаз, моделирование условий, в которых возможно получить азотобактер с заданными свойствами. Было предположено, что если в обычных почвах, нет азотобактера, проявляющего протеазную активность, то можно его вырастить путем моделирования условий, необходимых для этого: низкие температуры, наличие животного белка. Для этого были произведены: отбор проб почвы в разных точках; моделирования искуссвтенных условий (пониженная температура и добавление молочного белка);определение механического состава, pH, карбонатов; определение дыхания почвы и содержания органического вещества; посев и наблюдение за ростом колоний; описание колоний, приготовление микропрепаратов, микроскопирование; посев и наблюдение за ростом бактерий, полученных в модельных условиях; отбор и посев колоний на скрининговые планшеты с разными условиями. Для скрининга были подготовлены следующие планшеты: контрольный, среда щелочная с добавлением карбоната натрия для выявления щелочных протеаз, с добавлением бензина для выявления устойчивости к органическим загрязнителям, с добавлением хлорида натрия для оценки устойчивости к солености, галофильные протеазы, устойчивость к низким температурам, психрофилы.

На планшетах можно было наблюдать разрастание колоний в некоторых ячейках. Также разросся грибок несмотря на антигрибковый препарат. Просветления в чистом виде не наблюдались, но большинство обрастаний было замечено в ячейках A1, A3, A4, - точка 4 (кротовые норы), A5, B1 — точка 3 (пруд), B5, B6 — точка 5 (около компоста и кротовые норы), C4, C5, D1, D4, D5 — точка с молоком (модельные условия). Однако, все просветления на скрининге требуют дополнительной проверки, так как ожидается, что просветление должно проходить по всей ячейки и быть очевидным, в нашем случае, больше можно сказать о росте колоний,

возможно, не азотобактера, так как колонии при микроскопировании не прокрашивались и не давали картину типичных телец азотобактера. В результате посева и скрининга можно сделать выводы, что условия для формирования бактерий продуцентов протеаз были недостаточные.

Литература

1. Tsai J.-C., Chen Y.-P. Application of a volume-translated Peng-Robinson equation of state on vapor-liquid equilibrium calculations // Fluid Phase Equilib. 1998. Vol. 145. P. 193-215.

2. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 102nd Ed. / ed. Rumble J.R. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021.

Оценка эффективности применения Terra Preta для улучшения регенерации лесов.

Сабилло А.В.

Школьник

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы «Пушкинская школа № 1500, Москва, Россия

E–mail: sabillosasa@gmail.com

Актуальность: Проблема деградации амазонских лесов из-за антропогенного воздействия, включая пожары и вырубку, требует принятия срочных мер по восстановлению лесных экосистем. Значительные потери лесного покрова в Бразилии в период с 2001 по 2023 год (10,6 млн га из-за пожаров и 58,4 млн га по другим причинам), а также пиковые показатели ущерба от пожаров (2,38 млн га в 2016 году, что составило 44% от общего объёма потерь за год) подчёркивают масштаб проблемы и необходимость поиска эффективных методов лесовосстановления.

Проблема: недостаточное количество реализуемых проектов по восстановлению лесов в Амазонском регионе, а также необходимость адаптации существующих технологий к условиям российских лесов.

Цель: оценить потенциал применения Terra Preta для улучшения регенерации лесов на участках, пострадавших от пожаров и вырубки, в качестве альтернативного метода лесовосстановления в условиях российского лесного хозяйства.

Задачи:

1) Провести анализ причин и последствий деградации лесов в Амазонском регионе, в частности, вызванных пожарами и вырубкой.

2) Рассмотреть особенности технологии Terra Preta, включая состав, свойства и механизм воздействия на почву.

3) Оценить возможность и целесообразность адаптации технологии Terra Preta к условиям российских лесов для целей лесовосстановления.

4) Предложить рекомендации по применению Terra Preta для улучшения приживаемости саженцев и ускорения восстановления лесных экосистем на участках, подвергшихся деградации.

Научная новизна: представлено комплексное русскоязычное рассмотрение перспектив применения технологии Terra Preta для лесовосстановления в Амазонском регионе, а также адаптированной модели для российских лесов.

Практическая значимость: результаты исследования могут быть использованы для разработки новых подходов к лесовосстановлению на участках, подвергшихся деградации, и повышения эффективности лесохозяйственных мероприятий в целом.

Литература

1. Tipití: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America // ISSN: 2572-3626 (online) Volume 8 | Issue 1 Article 3 June 2010 // Amazonian Dark Earths // William Balee https://core.ac.uk/download/pdf/216384671.pdf

2. Brasil.mapbiomas.org. (2024). *9_Boletim_fogo_Setembro2024.pdf*. Получено с https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/10/9_Boletim_fogo_Setembro2024.pdf

3. Global forest watch: Clck.ru. Получено с https://clck.ru/3GhXos

4. Brasil.mapbiomas.org. (2024). *Монитор пожаров*. Получено с https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/monitor-do-fogo

5. Mongabay.com. (2023). *Редкие тёмные почвы Амазонии могут помочь в восстановлении лесов, как показало исследование*. Получено с https://news.mongabay.com/2023/06/rare-amazon-dark-soils-could-help-forest-restoration-study-shows/

LOMONOSOV-2025: The XXXII International student, postgraduate and young scientist conference, Section “Soil Science”; April 16th 2025, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science : Abstracts / Ed. A.A. Astaykina, L.A. Pozdnyakov, A.A. Bobrik, V.A. Kuznetsov. – Moscow : MAKS Press, 2025. – 157 p.

ISBN 978-5-317-07397-8

The volume contains abstracts received from students, postgraduates and young scientists, who study of work in more than 35 organizations and universities. Abstracts cover all main branches of soil science.

Keywords: soil science, ecology, soil chemistry, mineralogy, microbiology, soil physics, erosion, GIS, soil fertility, agrochemistry, urbanization, pollution, soil revegetation, land assessment, mathematical modeling, soils, phytomass, carbon stocks, climatically active gases.

Научное издание

XXXII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ЛОМОНОСОВ-2025

Секция «Почвоведение»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва,
МГУ имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения,
16 апреля 2025 г.

Материалы сборника доступны на интернет-ресурсах:
http://soil.msu.ru

Составление и компьютерная верстка:
А.А. Астайкина, Л.А. Поздняков, А.А. Бобрик, В.А. Кузнецов

Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е.М. Бугачева*

Напечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 15.05.2025 г.
Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 10.0
Тираж 100 (1-6) экз. Изд. № 064.

Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ им. М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н

Секция «Почвоведение» конференции «Ломоносов» – это одно из крупнейших молодежных научных мероприятий в данной области, собирающее на своей площадке свыше полутора сотен докладчиков из нескольких десятков научных и образовательных учреждений России и зарубежных стран. Работа секции ведется на базе факультета почвоведения МГУ. В конференции участвуют студенты (специалисты, бакалавры или магистры), аспиранты, соискатели или молодые ученые: преподаватели и научные сотрудники, как без степени, так и со степенью кандидата наук в возрасте до 35 лет. Представленные работы охватывают все основные направления в области почвоведения.

Конференция «Ломоносов» ежегодно проводится в Московском университете в середине апреля, прием тезисов осуществляется с 25 января по 25 февраля.

Официальный портал мероприятия
http://lomonosov-msu.ru/

E-mail организационного комитета секции «Почвоведение»
lomonosov.soil@mail.ru