



**XXX**

**Международная научная конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых**

**ЛОМОНОСОВ-2023**

**Секция «Почвоведение»**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Москва  
МАКС Пресс  
2023

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

XXX Международная научная конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

# ЛОМОНОСОВ-2023

**Секция «Почвоведение»**

*11–13 апреля 2023 г.*

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**



---

МОСКВА – 2023

УДК 631.4  
ББК 40.3  
Л75



<https://elibrary.ru/uzgjem>

**Ломоносов-2023** : XXX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : Секция «Почвоведение» ; 11–13 апреля 2023 г. : Тезисы докладов / Сост. : А.А. Астайкина, Л.А. Поздняков, А.А. Бобрик, В.А. Кузнецов. – Москва : МАКС Пресс, 2023. – 180 с.

ISBN 978-5-317-06986-5

<https://doi.org/10.29003/m3439.978-5-317-06986-5>

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 978-5-317-06986-5

© Факультет почвоведения МГУ  
имени М. В. Ломоносова, 2023  
© Авторы докладов, 2023  
© Оформление. ООО «МАКС Пресс», 2023

## Содержание

<b>Подсекция «Биология почв».....</b>	<b>12</b>
<i>Авдулов Д.А.</i> Влияние биочара на биологическую активность почв разных типов в условиях модельного эксперимента .....	12
<i>Аникина Е.А., Григорян Л.Н., Батаева Ю.В.</i> Исследование азотфиксирующих микроорганизмов деградированных почв Астраханской области .....	13
<i>Антоненко С.А., Горовцов А.В.</i> Определение актуальной и потенциальной дегидрогеназной активности в почвах ООПТ Ростовской области .....	14
<i>Бабенко А.Д.</i> Психротолерантные прокариоты арктических грунтов и их биоремедиационный потенциал .....	15
<i>Волкова В.Д.</i> Кинетические особенности микромицетов рода <i>Fusarium</i> при развитии на среде с сульфатом меди .....	16
<i>Герасименко М.</i> Микробная биоиндикация по берёзовому опад участка лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе .....	17
<i>Гришковец Д.С.</i> Изучение взаимодействий бактерий с почвенными слизевиками класса Dictyosteliomycetes в модельном опыте.....	18
<i>Дроздов А.</i> Сравнение модельной микробной сукцессии в липовой и берёзовой подстилках.....	19
<i>Дронов И.</i> Биооценка состояния микробного комплекса берёзового опад участка лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе .....	20
<i>Закусина А.В.</i> Микробная активность в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-й Хутор при различной степени компактизации ..	21
<i>Золотухин А.Н.</i> Дыхание почвы в экосистемах подзоны типичной лесостепи ...	22
<i>Карпова Н.</i> Нематофаговые грибы в березовом опад лесопарка «Рассказовка»,.....	23
<i>Кинстлер М.В.</i> Микробиологическая активность темно-каштановой засоленной почвы Республики Казахстан .....	24
<i>Кобзева У.М., Родина О.А.</i> Криокониты Южно-Чуйского хребта Алтая как пример первичных биокосных систем в зоне дегляциации ледника .....	25
<i>Косенко Н.Р., Князева А.В.</i> Грибные комплексы почвоподобных тел пещер Вьетнама.....	26
<i>Костарев Е.Д.</i> Сравнение модельной микробной сукцессии в кленовой и еловой подстилках .....	27
<i>Лепешко А.А.</i> Продукция фитогормонов эндофитными дрожжами <i>Metschnikowia pulcherrima</i> .....	28
<i>Лобанова Е.А.</i> Активность ферментов в выработанных торфяных почвах .....	29
<i>Логвинова Е.Ю.</i> Микробное разнообразие нефтезагрязненных почв Мурманской области .....	31

<i>Лысенко Д.С., Литвинова А.В., Волошина М.С., Крепакова М.Р., Бесчетников В.В., Бауэр Т.В.</i> Влияние загрязнения почв наночастицами цинка на активность супероксиддисмутазы и белка в растениях ячменя ( <i>Hordeum sativum distichum</i> ).....	32
<i>Микаелян Л.А.</i> Микобиота плодовых деревьев рода Розовые ( <i>Rosaceae</i> ).....	33
<i>Минин Н.С., Минникова Т.В., Колесников С.И.</i> Оценка фитотоксичности чернозема обыкновенного при разложении пожнивных остатков озимой пшеницы после добавления <i>Bacillus</i> sp. и биочара.....	34
<i>Мишин И.В., Барсукова С.А., Пуликова Е.П., Иванов Ф.Д., Горовцов А.В.</i> Использование спорообразующих аэробных бактерий для борьбы с фитопатогенными микроорганизмами в техногенных почвах .....	36
<i>Монастырская Е.О.</i> Влияние некоторых агрохимических препаратов на урожайность, качество и устойчивость чеснока <i>Allium sativum</i> к нематод <i>Ditylenchus allium</i> в условиях Черноземной почвы Краснодарского края .....	37
<i>Морозова Н.Д.</i> Микропланшетный «Биофотометр» – новый прибор для изучения Почвенная макрофауна в основных типах леса Окско-волжского левобережья Нижегородской области .....	38
<i>Овчинникова Е.А.</i> Влияние влажности на структуру прокариотного комплекса в нефтезагрязненных почвах .....	39
<i>Уваров Г.В., Фортлова С.М.</i> Первые сведения о воздействии биочара на выделение парниковых газов (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O и CH <sub>4</sub> ) при внесении в ряд почв Нечерноземной зоны .....	41
<i>Усова А.П.</i> Изучение численности и разнообразия прокариотных сообществ материковой части Диксона и архипелага Земля Франца Иосифа.....	42
<i>Попова Е.А., Фастова А.С., Акименко Ю.В.</i> Оценка восстановления активности дегидрогеназ загрязненного тилозином чернозема с помощью биоремедиантов .....	43
<i>Харсиев Р.Р.</i> Актинобактериальные комплексы, ассоциированные с муравьями <i>Lasius niger</i> .....	44
<i>Цепина Н.И.</i> Оценка экотоксичности разных размеров наночастиц серебра по эмиссии CO <sub>2</sub> почвой.....	45
<i>Черникова Н.П., Барахов А.В., Пуликова Е.П., Северина В.И.</i> Влияние биочара на токсичность наночастиц ZnO в почве .....	46
<i>Черников М.А.</i> Влияние вредных физических воздействий на микробиологические свойства почв (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова).....	48
<b>Подсекция «Почвенно-экологические исследования на карбоновых полигонах РФ» .....</b>	<b>49</b>
<i>Батришина В.Р.</i> Динамика физико-химических свойств торфяных олиготрофных почв .....	49

<i>Бойко А.К., Браулов П.А., Сорокин А.С., Касацкий А.А.</i> Кукуруза как активный поглотитель углерода на карбоновом полигоне МГУ «Чашниково».....	50
<i>Бобрин А.А., Гусева А.С.</i> Пространственная вариабельность эмиссии диоксида углерода в лесных экосистемах карбонового полигона МГУ «Чашниково» ...	51
<i>Добровольская В.А., Шабалина Д.М.</i> Оценка скоростей секвестрации углерода пахотных почв Тульской и Ростовской областей на базе различных климатических данных.....	52
<i>Кулик А.А.</i> Потоки углекислого газа с мочажин верхового болота .....	54
<i>Шанёва В.С.</i> Подходы к определению содержания растворенного органического углерода в торфе .....	56

**Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»..... 58**

<i>Бобрин А.А.</i> Биологическая активность почв типичных экосистем южной тундры (Северо-Восток Русской равнины) .....	58
<i>Бодаев К.А.</i> Оценка влияния содержания гумуса и форм азота серых лесных залежных почв Ботанического сада КФУ на трофическую активность почвенных сапротрофов.....	59
<i>Вартанов А.Н., Жилин Н.И., Жулидова Д.А., Земсков Ф.И.</i> Особенности распределения и состава снежного покрова в пределах верхнего течения реки Клязьмы .....	60
<i>Вилкова В.В., Привизенцева Д.А., Казеев К.Ш.</i> Реакция ферментативной активности буроземов и коричневых почв на воздействие пожара .....	61
<i>Горбач Н.М.</i> Динамика пожаров на южной границе криолитозоны Республики Коми в голоцене .....	63
<i>Маркин Ф.В.</i> Разнообразие и распространение гумусовых горизонтов почв на острове Итуруп .....	64
<i>Минаева Е.Н., Скрипников П.Н., Тагвердиев С.С., Носов Г.Н.</i> Сравнение различных методов определения неорганических форм углерода в естественных почвах .....	65
<i>Мишина М.С., Моченов С.Ю.</i> Потоки $CH_4$ и $CO_2$ в лесных экосистемах различной степени заболачивания на юго-западе Валдайской возвышенности .....	67
<i>Нижельский М.С.</i> Особенности влияния дыма при пожарах на биологические свойства чернозема обыкновенного.....	68
<i>Пинской В.Н., Идрисов И.А.</i> Антропогенная трансформация ландшафтов в зоне выходов песчаников на Восточном Кавказе .....	69
<i>Тихомиров Н.Е.</i> Сезонная влажность агродерново-подзолистых почв мичуринского сада.....	71
<i>Фролова Л.С.</i> Реликтовые признаки послеледникового педогенеза в дневных почвах Владимиро-Суздальского Ополя .....	72

*Чепурнова М.А.* Влияние почвенных свойств на функциональные признаки доминантов растительных сообществ субальпийского пояса Северного Кавказа..... 73

**Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель» ..... 75**

*Голубенко В.А.* Целесообразность регулярных переоценок стоимостей выкупа земельных участков, образованных под многоэтажную жилищную застройку вблизи МКАД..... 75

*Евстегнеева Н.А.* Разработка количественных методов экологического мониторинга и оценки состояния почв и растительного покрова в окрестностях крупного горно-обогатительного комбината по данным дистанционного зондирования Земли..... 76

*Тимошенко А.Н., Кабакова В.С.* Изменение ферментативной активности песчаных черноземных почв после загрязнения платиной..... 77

**Подсекция «Почвы урбанизированных и техногенных ландшафтов. Проблемы загрязнения и ремедиации почв»..... 79**

*Алексеева М.Г.* Некоторые экологические последствия нефтяного загрязнения для прокариотного сообщества чернозёма типичного ..... 79

*Алексенко Д.Д.* Применение пероксида кальция для рекультивации техногенных грунтов и аллювиальных отложений, загрязнённых ДТ ..... 80

*Ахмедова К.И.* Оценка антропогенной нагрузки на почвенный покров в урбанизированной среде (на примере г. Махачкалы)..... 81

*Борков С.А.* Распределение суммы нефтепродуктов в городских почвах промышленной зоны Южный Порт, Москва ..... 82

*Валаяев Д.А.* Сравнительная характеристика грибного и водорослевого компонентов в составе твердых атмосферных выпадений на территории г. Москва и г. Краснодар. .... 83

*Вершинин И.М.* Формы нахождения тяжелых естественных радионуклидов в дерново-подзолисто-глеевой конкреционной почве Чашниково ..... 84

*Гридунов М.Д.* Влияние противообледенительной жидкости, применяемой в гражданской авиации, на почву и водные объекты ..... 85

*Денисова О.Е., Комиссарова О.Л.* Изменчивость коэффициента накопления Cs-137 в кукурузе, выращиваемой на территории Плавского радиоактивного пятна, в течение вегетационного цикла ..... 87

*Деревенец Е.Н.* Сезонная динамика дыхания городских газонов с различными минеральными удобрениями ..... 88

*Жерненко А.О.* Влияние глубокой обработки почвы на распределение <sup>137</sup>Cs в профиле пахотного чернозёма..... 89

*Касимова Д.А.* Влияние рекультивации на биологическую активность почв в районах угледобычи ..... 90

<i>Каушкаль М.О.</i> Экологическая оценка качественных характеристик сеяных газонных травостоев с использованием различных видов минеральных удобрений и перлита на деградированных почвах .....	92
<i>Козырев Д.А., Тагивердиев С.С.</i> Содержание подвижных форм цинка в структурных фракциях черноземов миграционно-сегрегационных и урбостратоземов .....	93
<i>Козьменко С.В., Горовцов А.В., Загайнов Е.А., Бояришинов В.А., Грунина С.С.</i> Влияние исходного сырья на выживаемость бактерий, инокулированных на поверхности углеродистых сорбентов .....	94
<i>Конохова К.С.</i> Влияние теплового загрязнения на активность почвенных микроорганизмов в городских почвах .....	95
<i>Крепакова М.Р., Волошина М.С., Лысенко Д.С., Литвинова А.В., Дудникова Т.С.</i> Активность глутатион-S-трансферазы и глутатионпероксидазы томата ( <i>Solanum Lycopersicum</i> ) в условиях загрязнения бенз(а)пиреном в условиях модельного вегетационного опыта .....	97
<i>Кулагина Е.А.</i> Динамика свойств подстилок лиственных насаждений ботанического сада МГУ им. В.М. Ломоносова в течение вегетационного периода .....	98
<i>Лобзенко И.П., Тимофеева А.Г., Бауэр Т.В., Бурачевская М.В.</i> Влияние щелочной модификации на свойства поверхности биоугля .....	99
<i>Мельникова И.П.</i> Накопление меди и свинца в почвах селитебной зоны Ростова-на-Дону .....	100
<i>Минникова Т.В.</i> Влияние инокуляции биочара <i>Bacillus</i> и <i>Paenibacillus</i> на содержание нефти в черноземе обыкновенном .....	101
<i>Мощенко Д.И., Колесников С.И.</i> Устойчивость горно-луговых дерново-торфянистых почв Центрального Кавказа (пос. Домбай) к загрязнению медью .....	103
<i>Плахов Г.А., Тагивердиев С.С.</i> Содержание подвижных форм свинца в структурных фракциях черноземов миграционно-сегрегационных и урбостратоземов .....	104
<i>Погожев П.Е.</i> Содержание и распределение тяжелых металлов в ризосфере картофеля .....	105
<i>Ревина С.Ю., Минникова Т.В.</i> Оценка изменения активности каталазы загрязненной нефтью бурой полупустынной почвы после внесения нитроаммофоски .....	106
<i>Русева А.С., Минникова Т.В.</i> Изменение показателей прорастания и начального роста семян редиса при ремедиации загрязненного нефтью чернозема обыкновенного .....	107
<i>Сальник Н.В., Шерстнев А.К.</i> Эколого-геохимическая характеристика загрязнения почв тяжелыми металлами парка Н. Островского г. Ростов-на-Дону .....	108

<i>Сердюк В.В.</i> Лабильное органическое вещество в почвах вблизи отвалов угольных шахт .....	110
<i>Скрипников П.Н., Сальник Н.В., Мельникова И.П.</i> Содержание и запасы органического углерода в почвенном покрове селитебной зоны Ростова-надону.....	111
<i>Тагивердиев С.С.</i> Валовое содержание цинка в структурных фракциях черноземов и урбостратоземов Ростовской агломерации .....	112
<i>Титанюк И.И.</i> Экомониторинг почвогрунтов в городских условиях парка Зарядье, Москва .....	113
<i>Тюнькин В.А., Жерненко А.О., Урусова Е.А.</i> Магнитная восприимчивость в почвах естественных и антропогенных ландшафтов УОПЭЦ Чашниково ....	115
<i>Флерчук В.Л.</i> Оценка негативного действия хлорида натрия при изменении катионного состава почвенной среды.....	116
<i>Цицуашвили В.С., Киричков М.В, Барахов А. В., Яковленко А.Ю., Лацынник Е.С.</i> Применение метода XANES и процедуры последовательной экстракции для исследования почв импактных территорий.....	117
<i>Шуваев Е.Г., Барбашев А.И., Бакоева Г.М., Попов В.Р.</i> Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах территории бывшего шламонакопителя .....	118

**Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв» ..... 120**

<i>Горепекин И.В.</i> Взаимосвязь состава микробиоты и аллелотоксичности тепличных субстратов с вегетацией овощей в закрытом грунте .....	120
<i>Грамастик К.В.</i> Влияние ионита ZION и удобрения Osmocote на рост и развитие Перца овощного ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) в защищенном грунте.....	121
<i>Довидович Е.Д.</i> Временная динамика эмиссии CO <sub>2</sub> из агротемно-серых почв Курской области при их обработке биопрепаратом на основе микроводорослей.....	122
<i>Дрягина А.А., Пономарев К.О.</i> Оценка микроэлементного состава биоуглей, полученных в условиях пиролиза органических отходов, для мелиорации почв.....	123
<i>Зинченко В.В., Пашковская Т.Г.</i> Агроэкологические последствия использования органического удобрения на основе куриного помета .....	124
<i>Иванов Ф.Д., Пуликова Е.П., Цыбульников Д.В., Горовцов А.В., Невидомская Д.Г.</i> Поиск аборигенных фитостимулирующих бактерий для улучшения фиторемедиации загрязнённых почв .....	126
<i>Кротов А.А.</i> Перспектива использования лекарственных растений с целью фиторемедиации и фитомелиорации .....	127
<i>Кузина А.А., Гайворонский В.Г., Колесников С.И.</i> Изменение активности дегидрогеназ в почвах Причерноземья при загрязнении мазутом .....	128

<i>Лазарева М.Н.</i> Влияние биочара на свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность разных сортов картофеля .....	129
<i>Литвинова А.В., Лысенко Д.С., Волошина М.С., Крепакова М.Р., Черникова Н.П.</i> Влияние оксида меди на антиоксидантный статус травянистых растений .....	130
<i>Матвеева А.И.</i> Мофологические признаки и агрохимические показатели агросерых почв в условиях Предкамья Республики Татарстан .....	132
<i>Сизоненко К.И.</i> Солевое состояние сельскохозяйственных почв учебно - опытного хозяйства «Начало» Астраханского Государственного Университета .....	133
<i>Федоренко Е.С., Антоненко С.А., Лацынник Е.С., Макарова Т.Д., Затонских А.А., Старойтова Н.В.</i> Содержание гумуса как показатель буферной способности почв к техногенному загрязнению .....	134
<i>Хасанова А.Х.</i> Оценка агрохимических и физико-химических показателей аллювиальных почв разного хозяйственного использования Астраханкой области .....	135
<i>Хомякова К.Н., Крюков Т.В., Смирнова Т.И., Никольский В.М.</i> Использование селеновых удобрений на основе экологически безопасных комплексонов....	137
<i>Хрустьева Ю.А.</i> Пространственная неоднородность содержания подвижного фосфора в почвах.....	138
<i>Хусниев И.Т.</i> Управление запасами почвенного органического углерода многолетнего полевого опыта Донского зонального НИИСХ .....	139
<i>Янькова А.А., Старикова М.Ю.</i> Оценка структурного состояния и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава и происхождения лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.....	140

**Подсекция «Физика почв. Эрозия почв. Информационные технологии в почвоведении» .....** **143**

<i>Богдан Е.В.</i> Оптимизация гидрофизических свойств песчаных грунтов с помощью гидрогелевых препаратов .....	143
<i>Бурукина Е.А.</i> Влияние пастбищной дигрессии на агрегатный состав почв на примере Астраханской области.....	144
<i>Егорова М.Н., Ушкова Д.А.</i> Фрактальные кластеры гумусовых веществ и вязкость почвенных паст.....	145
<i>Исмаил Хеба</i> Установа для исследования промывки засоленных почв в условиях Сирийской Арабской Республики .....	146
<i>Колонская М.И., Фомин Д.С.</i> Влияние органического вещества и гранулометрического состава на физико-механические свойства почв зонального ряда .....	148

<i>Конкина У.А., Ушкова Д.А.</i> Наименьшая влагоемкость и некоторые аспекты механизма ее возникновения .....	149
<i>Котова А.В., Сазонова П.М., Ломтатидзе В.И., Корочкина А.М., Морозова Е.Д., Гринь Е.А. Фомин Д.С.</i> Оптимальный метод определения физической спелости почвы .....	151
<i>Кривцова В.Н.</i> Изменение физических свойств кварцевого песка под влиянием синтетических гелевых структур .....	152
<i>Кульчев А.Ю., Боровая А.К.</i> Моделирование изменения гранулометрического состава дерново-подзолистых окультуренных почв.....	154
<i>Мальшиев В.В.</i> Изучение неоднородностей почвенного покрова степи Восточно-Европейской равнины с помощью площадной магнитной восприимчивости.....	155
<i>Решетникова Р.А.</i> Особенности гранулометрического состава почв Среднего и Нижнего Поволжья.....	156
<i>Сивкова А.В.</i> Гидрофизические свойства агросерых лесных почв Кунгурской лесостепи .....	157
<i>Силаев М.В., Ахметзянова Р.Р.</i> Температурный режим урбанозёма под разными мульчирующими субстратами в период установления устойчивого снежного покрова .....	158
<i>Сухарев А.И., Ушкова Д.А.</i> Изменение удельного электрического сопротивления насыпных образцов почв при их медленном высушивании ..	160
<i>Ушкова Д.А.</i> Некоторые детали механизма водоустойчивости .....	161
<i>Хирк А.В.</i> Сложение агросерой почвы: агрегаты, микроагрегаты, элементарные почвенные частицы.....	162
<i>Чуфаровская О.И.</i> Агрофизические свойства конструктороземов «зеленой кровли».....	163

**Подсекция «Химия и минералогия почв»..... 165**

<i>Борисова С.А.</i> Об установлении особенностей миграции элементов семейства железа в лизиметрических водах в условиях насыпных почвенных лизиметров почвенного стационара факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова .....	165
<i>Гарезина А.А.</i> Состав и содержание алифатических углеводородов в профилях почв под зарастающими угодьями в зоне южной тайги .....	166
<i>Грузденко Д.А.</i> Оценка влияния полиэлектролитных комплексов на основе гуминовых веществ на подвижность Cd и Pb в модельном эксперименте с искусственными почвами .....	167
<i>Давыдова И.Ю.</i> Влияние условий щелочной экстракции на свойства гуминовых кислот компоста.....	169
<i>Данилин И.В.</i> Фракционирование гуминовой кислоты по термоустойчивости при сорбции на глинистых минералах.....	170

<i>Дудникова Т.С., Барбашев А.И., Бакоева Г.М., Шуваев Е.Г., Иванцов А.В.</i>	
Полициклические ароматические углеводороды в почвах прибрежных ландшафтов Нижнего Дона и Таганрогского залива .....	171
<i>Потапов Д.И.</i> Надмолекулярная организация гумусовых веществ почв в виде фрактальных кластеров .....	172
<i>Пушкарева Е.М.</i> Характеристика органического вещества почв залива Благополучия архипелага Новая Земля .....	173
<i>Семина О.Ю.</i> Лабильное органическое вещество почв севера Красноярского края .....	175
<i>Фортова С.М.</i> Трансформация полициклических ароматических углеводородов в почве ходе модельного эксперимента .....	176
<i>Хронюк О.Е., Бауэр Т.В.</i> Изучение адсорбционной способности тяжелых металлов на углеродистом сорбенте для целей восстановления загрязненных почв .....	177

## Подсекция «Биология почв»

### Влияние биочара на биологическую активность почв разных типов в условиях модельного эксперимента

*Авдулов Данила Андреевич*

*Студент*

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

*E-mail: [dark77rus@yandex.ru](mailto:dark77rus@yandex.ru)*

Развитие новых интенсивных технологий – одна из главных задач науки в XXI веке, в т.ч. и в сфере сельского хозяйства. Одной из таких технологий может быть использование в качестве почвенного мелиоранта биочара – пористого твердого вещества, полученного путём пиролиза органических материалов в обеднённой кислородом среде и подходящего для длительного хранения углерода в связанном виде [1]. Производство и использование биочара позволяет решить сразу несколько проблем: с одной стороны это утилизация органических отходов, с другой сокращение выбросов углекислого газа в атмосферу, помимо этого мелиорант имеет перспективы позитивно влиять на почвенные свойства.

В данной работе в рамках модельного эксперимента было исследовано воздействие биочара на основные процессы микробной трансформации азота и углерода, функциональное разнообразие и численность микроорганизмов в трёх типах почв агроценозов – дерново-подзолистых, аллювиальных почвах и чернозёмах.

Результаты исследования показали, что внесение биочара в почву может привести как к увеличению, так и к сокращению активности процессов азотфиксации, денитрификации, эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> в зависимости от типа почвы. Максимальное влияние на активность основных микробиологических процессов трансформации азота и углерода в вариантах с внесением биочара отмечено в дерново-подзолистой почве и черноземе. Также мелиорант показал положительное влияние или не оказывал негативного влияния на функциональное разнообразие и численности микробного сообщества всех исследуемых почв.

### Литература

1. . *Shackley S., Sohi S.* An Assessment of the Benefits and Issues Associated with the Application of Biochar to Soil. Publisher: Defra, 2010.

## Исследование азотфиксирующих микроорганизмов деградированных почв Астраханской области

*Аникина Екатерина Алексеевна, Григорян Лилит Норайровна, Батаева Юлия Викторовна*

*Студентка*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет им. В.Н.*

*Татищева», биологический факультет, Астрахань, Россия*

*E-mail: [anikina.ekaterina199@gmail.com](mailto:anikina.ekaterina199@gmail.com)*

Процесс фиксации атмосферного азота бактериями имеет большое значение для общего баланса азота в почве. Он входит в число приоритетных научных проблем, определяя в значительной степени достаточность обеспечения растений доступными формами азота. Основная масса азота содержится в органическом веществе почвы, которое состоит из гумусовых и негумифицированных веществ растительного и животного происхождения. Незначительная часть азота входит в состав неорганических соединений в нитратной и аммонийной формах, способной усваиваться растениями. К почвенным азотфиксаторам относятся бактерии родов *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas*, цианобактерии родов *Anabaena*, *Nostoc* и др. Метаболитами азотфиксирующих бактерий являются аминокислоты, аминоксахара и продукты их частичной аммонификации, которые потребляются растениями.

Объектами исследований выбраны деградированные почвы Астраханской области: образцы пастбищной почвы с чрезмерным выпасом скота, подверженных опустыниванию и засолению, на территории учебно — опытного хозяйства с. Начало Астраханского Государственного Университета им. В. Н. Татищева (12 образцов). В качестве контроля использовали почвенные образцы луговых почв с. Иванчуг, не подверженных деградации (4 образца). Образцы отбирали методом почвенных прикопок на глубине 0-40 см, используя стерильные инструменты и стерильные пакеты. Обилие азотфиксирующих бактерий учитывали методом обростания комочков почвы на агаризованной питательной среде Эшби. В каждую чашку Петри выкладывали по 25 комочков почвы стерильными пинцетами.

Таким образом, определена азотфиксирующая активность исследуемых проб. Полученные результаты свидетельствуют о том, что азотфиксирующая активность установлена в 8 из 16 проб. Рост азотфиксирующих бактерий на среде Эшби в 6 образцах опытной почвы (с. Начало) и в 2 контрольных образцах (с. Иванчуг) составил 100%. При окрашивании и микроскопировании обнаружены грамположительные палочковидные формы, расположенные одиночно или парами. Из двух образцов выделены изоляты, предварительно отнесенные (по культуральным и морфологическим признакам) к бактериям рода *Azotobacter*.

Результаты, полученные нами на данном этапе изучения азотфиксирующих микроорганизмов деградированных почв Астраханского региона, вызывают огромный интерес для проведения дальнейших комплексных научных исследований.

## Определение актуальной и потенциальной дегидрогеназной активности в почвах ООПТ Ростовской области

Антоненко С.А., Горовцов А.В.

Студент (бакалавр)

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

E-mail: mlost1618@mail.ru

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) имеют большое значение для Ростовской области, больше 80% земель которой занято сельским хозяйством. Этим обусловлена актуальность проведения крупного исследования биологических свойств почв и особый интерес к территориям, сохранившим естественное биоразнообразие.

Объекты и методы. Объектом исследования выступали почвенные образцы, отобранные с глубины 0-20 см. Определение дегидрогеназной активности проводилось модифицированным методом Галстяна А.Ш. [1]. Модификация заключалась в определении двух видов активности: актуальной (без добавления субстрата дегидрирования) и потенциальной (субстрат – раствор глюкозы).

Результаты. Определение двух видов ферментативной активности предоставляет больше информации о биологических свойствах почв. На рис.1 представлены полученные результаты, по которым можно сделать вывод не только о различном уровне активности между типами почв, но и о разнице актуальной и потенциальной активности в одном почвенном образце.

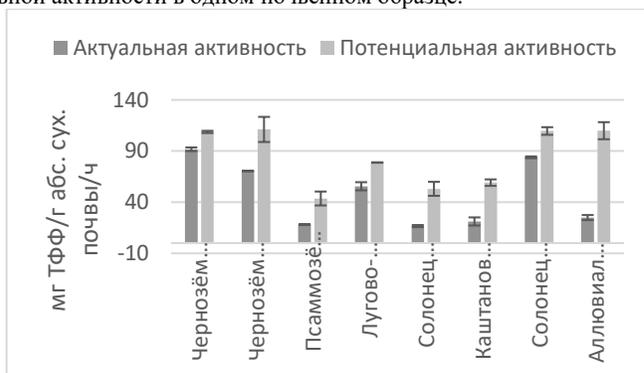


Рис. 1. Дегидрогеназная активность исследуемых почв.

Преимущество определения актуальной дегидрогеназной активности почв отражают и результаты проведения корреляционного анализа. Значения актуальной активности лучше отражают состояние микробиологических сообществ: найдены значимые корреляции с количеством дрожжей, олиготрофов и копиотрофов, тогда как корреляций с потенциальной активностью обнаружено не было.

Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030").

### Литература

1. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – Наука, 1990.

## Психротолерантные прокариоты арктических грунтов и их биоремедиационный потенциал

**Бабенко Анна Дмитриевна**

Студентка

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

E-mail: [anna27babenko@yandex.ru](mailto:anna27babenko@yandex.ru)

Загрязнение поверхностных ландшафтов, пресноводных и морских водоемов арктических широт нефтью и нефтепродуктами оказывает существенное влияние на биогеохимические процессы, происходящие в экосистемах.

Особенности климата Арктики и логистические трудности приводят к тому, что применение в этом регионе физических и химических методов очистки почв, грунтов и водных экосистем от углеводородов нерентабельно.

В экстремальных условиях Арктики биом имеет ряд специфических особенностей (минусовые среднегодовые температуры, скудный растительный покров, наличие вечной мерзлоты), что осложняет применение методов биоремедиации на этой территории.

Целью работы является исследование микробного сообщества арктических грунтов и определение потенциала психротолерантных микроорганизмов в качестве агентов биоремедиации природных экосистем от загрязнения нефтепродуктами в условиях холодного климата.

Объектами исследований явились пробы грунта разной степени загрязнения нефтепродуктами, отобранные на острове Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа. Проба грунта 432/M1 отобрана за пределами зоны распространения загрязнения, с поверхности береговых отложений временного водотока. Было отмечено, что на площадке, где отбирались пробы, до 2015 г. размещались склады горюче-смазочных материалов (преимущественно дизельного топлива).

В работе были использованы различные методы исследования, как традиционные микробиологические, так и современные молекулярно-генетические (секвенирование 16S ДНК, RT-PCR)

Численность аэробных органотрофных, в том числе углеводородоксилирующих бактерий в пробах, загрязненных нефтепродуктами грунтов острова Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа, их рост на среде, содержащей в качестве единственного источника углерода дизельное топливо или сырую нефть, указывает на потенциал этой группы микроорганизмов в качестве агентов биоремедиации грунтов.

Получена коллекция чистых культур психротолерантных органотрофов – родов *Janthinobacterium*, *Peribacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodanobacter*, *Rhodococcus*, *Roseomonas*. Исследование физиологических свойств штаммов видов *Janthinobacterium tructae*, *Rhodanobacter umsongensis*, *Rhodococcus cerastii* указывает на их способность расти при низких температурах в условиях непродолжительного затопления морской водой.

## Кинетические особенности микромицетов рода *Fusarium* при развитии на среде с сульфатом меди

Волкова Вероника Денисовна

Магистр 1-го года обучения

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

E-mail: [vvd2000@mail.ru](mailto:vvd2000@mail.ru)

Биосорбция поллютантов считается одним из многообещающих технологических приемов очистки почв и вод от тяжелых металлов (ТМ) [2]. Поиск эффективных микосорбентов идет среди разных групп грибов, в том числе среди слабопатогенных грибов рода *Fusarium* [1]. Важной характеристикой микосорбента служит скорость развития мицелия. В данной работе мы сравнили два вида рода *Fusarium* – длительно культивируемый в лаборатории *F. oxysporum* и свежевыделенный из городских почв *F. solani* (из коллекции каф. биологии почв МГУ) по скорости роста на питательной среде, содержащей 100 мг Cu/дм<sup>3</sup> в составе CuSO<sub>4</sub>. Для изучения возможного связывания катионов меди в отдельные варианты опыта вносили активированный наночастицами Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> уголь (МАС) и гуминовый препарат Powhumus по 0.01%. На поверхность твердой среды в центр чашки Петри помещали инокулюм в виде агарового диска с мицелием (d-10 мм) и инкубировали при 22<sup>o</sup>C, измеряя диаметр колоний на 3 и 5 сутки. На рис.1 отражено влияние добавок на скорость роста грибных колоний в опыте (среднее из 5-ти повторностей).

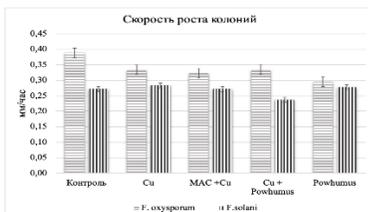


Рис 1. Скорость роста колоний *F. oxysporum* и *F. solani* (пояснения в тексте)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что *F. solani* более толерантен к меди, скорость роста мицелия на среде с Cu достоверно не меняется по сравнению с контролем. У *F. oxysporum* она достоверно снижается (на 14 %) в присутствии Cu. Добавка сорбентов заметно не улучшили показатели скорости роста этого вида. Можно заключить, что как биосорбент Cu вид *F. solani* обладает большим потенциалом, чем *F. oxysporum*.

Работа выполняется при финансовой поддержке РНФ (грант 22-24-00666).

### Литература

1. Скугорева С.Г., Кантор Г.Я., Домрачева Л.И., Шешегова Т.К. Оценка сорбционных способностей различных видов микромицетов рода *Fusarium* по отношению к ионам тяжелых металлов // Теоретическая и прикладная экология. 2019. No. 4. С. 102-109.
2. Gadd G.M. Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment // J. Chem. Technol. Biotechnol. 2009. No. 84. С. 13-28.

## **Микробная биоиндикация по берёзовому опадку участка лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе**

*Герасименко Матвей*

*Школьник*

*ГБОУ Школа № 1467, Москва, Россия*

*E-mail: [mvg2006@bk.ru](mailto:mvg2006@bk.ru)*

Биоценка состояния микробного сообществ, в отличие от растительности и фауны - чрезвычайно сложная задача, не решённая до сих пор. Цель работы провести биоценку состояния микробного сообщества берёзовой лиственной подстилки участка лесопарка «Рассказовка», подвергающегося негативному воздействию со стороны Боровского шоссе. Наша рабочая гипотеза - влияние дороги должно повлиять на состав микроорганизмов в опадке. Микробиологический анализ проводился модернизированным методом пластинок обрастания Росси-Холодного. Этапы работы. 1. Было проведено 2 серии экспериментов: Отбор опадков проводился в начале июля 2022 г. (сухой период) и в начале сентября (влажный период). 2. Опады высушивались на воздухе в тени до воздушно-сухого состояния и хранили 7 дней для стандартизации условий эксперимента 3. Помещали 3 г. сух опадка в чашки Петри в 3-х кратной повторности: закладывали 2 предметных стекла на 1 чашку Петри; реувлажняли до 200% влажности; заматывали бок чашки в один слой лентой парафилм для снижения испарения и инкубировали 7 дней при комнатной температуре. Изымали стёкла и микроскопировали с фото и видеофиксацией микробного обрастания на цифровую камеру; проводили морфометрический анализ микробных обрастаний в программе ScopePhoto. В берёзовом опадке в зоне, прилегающей к Боровскому шоссе, преобладает не меланизированный мицелий грибов, как это характерно для опадков менее загрязнённых участков лесопарка «Рассказовка», а гиалиновый: на первой место при выживании грибов выходит не защита от ультрафиолетового излучения Солнца, а устойчивость к поллютантам, поступающим от Боровского шоссе. В зоне, прилегающей к дороге, в отличие от двух участков под лесом не регистрировались инфузории в почвенном растворе из-за его загрязнённости. Максимум обилия почвенных нематод был на опушке леса, прилегающей к Боровскому шоссе, в глубине леса их численность снижалась из-за нематофаговых грибов, в плотную с дорогой их обилие снижалось из-за токсичного воздействие поллютантов. Нематофаговые грибы (хищные из родов *Dactylellina*, *Gamsylella*, *Drechlerella*, и неустановленный эндопаразитический), ответственные за биоконтроль в почве нематод (в том числе фитонематод) наблюдались только в опадке участка березняка, удалённом от шоссе (тоска «Лес»). В заключении можно дать практические рекомендации: 1. Чтобы сократить негативное воздействие на лесопарк «Рассказовка» со стороны Боровского шоссе, необходимо смонтировать защитные экраны на протяжении всего участка шоссе, идущего вдоль границы лесопарка. Это будет препятствовать проникновению дорожной грязи с водой, брызгами и пылью в лес. 2. Организовать ливневую канализацию для быстрого удаления токсичных вод от дороги с целью их очистки на очистных сооружениях.

## Изучение взаимодействий бактерий с почвенными слизевиками класса *Dictyosteliomycetes* в модельном опыте

Гришкова Диана Сергеевна

Студентка, 1 года обучения магистратуры

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

E-mail: [dianagrishkovets@gmail.com](mailto:dianagrishkovets@gmail.com)

Представители класса *Dictyosteliomycetes* – группа спорообразующих амебодных простейших, широко распространенная в почвах. Основной пищей для этих организмов являются бактерии, с которыми они могут образовывать сложные ассоциации [1]. В соответствии с этим, целью нашей работы было изучение вариантов взаимодействия бактерий, ассоциированных с клеточными слизевиками класса *Dictyosteliomycetes*. Для постановки модельного опыта была выбрана достаточно богатая по составу среда SW/5 на основе сахарозы, рекомендуемая для поддержания жизнеспособности бактериальной затравки и культур диктиостелид в целом [2].

Была составлена коллекция типичных почвенных штаммов бактерий для изучения взаимодействий слизевиков с бактериями-спутниками. В качестве модельного объекта использовали *Dictyostelium discoideum* (strain DBS0237637 from Dicty Stock Center (Northwestern University, Chicago, IL, USA)), который помещали на бактериальный газон. Характер взаимодействий слизевика с бактериями регистрировали на 5, 10, 14 сутки под бинокулярной лупой. В ходе опыта было замечено, что *D. discoideum* по-разному ведет себя при росте на разных видах бактерий в соответствии с 3 стадиями жизненного цикла: 1. Агрегации (трофическая фаза – прозрачный ареал) +2 Псевдоплазмодий (слизееобразование без передвижения) +3. Спороношения (переход от трофической фазы к спороношению) -

В соответствии с этим, были замечено, что можно выделить 3 типа трофического взаимодействия: 1. При взаимодействии *D. discoideum* с колониями бактерий образуется прозрачная зона, что может свидетельствовать об активном потреблении (+); 2. Слизееобразование и образование прозрачного ареала (+-); 3. Бактерии не используются - переход диктиостелид от трофической стадии к спороношению (-).

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что при контакте с бактериями следующих таксонов: *Arthrobacter*, *Mycococcus*, *Variovorax* и *Escherichia*, наблюдается 1 тип взаимодействия (+), при контакте с представителями родов *Bacillus* и *Cytophaga* наблюдался 2 тип взаимодействия (+-), а при контакте с бактериями таких родов, как *Rhodococcus*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Serratia* и *Chromobacterium*, наблюдался 3 тип взаимодействия (-).

### Литература

1. Debra A. Brock, Silven Read, Alona Bozhchenko, David C. Queller & Joan E. Strassmann. Social amoeba farmers carry defensive symbionts to protect and privatize their crops // Nat. Commun. 2013. 4:2385 doi: 10.1038/ncomms3385.
2. Depaertere C, Darmon M (1978) Croissance de l'amibe sociale *Dictyostelium discoideum* sur differentes especes bacteriennes. Ann Microbiol (Inst Pasteur) 129B:451–461

## Сравнение модельной микробной сукцессии в липовой и берёзовой подстилках

Дроздов Андрей

школьник

ГБОУ Школа № 1467, Москва, Россия

E-mail: [droz dovandrey2006@gmail.com](mailto:droz dovandrey2006@gmail.com)

Для того чтобы проверить, как работает тот или иной микробиологический метод в почве, необходимо провести исследование микробного сообщества почв в динамике. Для этого была выбрана почвенная подстилка. На основании анализа литературы мы сформулировали нашу рабочую гипотезу о том, что влияние ботанического состава опада на скорость его разложения и обилие грибов и бактерий в нем зависит от степени его разложенности: чем больше его разложенность, тем сильнее эффект от ботанического состава опада. Цель: сравнить микробные сукцессии в липовом и берёзовом опадах. Задачи 1. Сравнить биомассу живого грибного мицелия; сравнить биомассу одноклеточных прокариот. Был проведён модельный эксперимент в условиях лабораторных почвенных микрокосмов по инкубации листового опада деревьев. В Дендрарии Ботанического сада МГУ на Воробьёвых горах (г. Москва) одновременно в середине октября 2022 года собрали свежеспавший листовенный опад липы сердцевидная (*Tilia cordata*) и берёзы повислой (*Betula pendula*). Данные деревья были выбраны для исследования как распространённые и используемые в озеленении в г. Москве. Кроме того, опады этих деревьев отличаются по биодоступности для микробного разложения. Листья берёзы содержат микробостатические и микробоцидные вещества, замедляющие скорость их разложения: тритерпен бетулин, бетулиновую кислоту. Липовый опад не содержит микробоподавляющих веществ. Инкубация опавов проводилась в пластиковых, вентилируемых контейнерах, содержащие 500 г (в пересчете на абс. сух. вещество) влажного опада в двух повторностях и инкубировались 1 месяца при температуре 23-25° С и постоянной весовой влажности 200%. Исследование проводилось модернизированным методом Росси-Холодного. Пластинки обрастания (предметные стёкла) закладывались по 20 штуки в один контейнер. Окраска микроорганизмов проводилась прижизненно флюоресцентным красителем красителем SYBR Green I, селективно окрашивающим в клетках нуклеиновые кислоты. Обилие микроорганизмов на пластинках подсчитывали каждые 7 дней в программе «ScorePhoto» по сделанному в случайном порядке фотографиям, полученным в ходе флюоресцентной микроскопии на микроскопе «Биомед 6 пр. Люм» (объектив 40<sup>x</sup>) на цифровую камеру «DCM-510» при окраске микроорганизмов SYBR Green I . Биомассу микроорганизмов (г/см<sup>2</sup> стекла обрастания) определяли исходя из её объёма, определенного по ходу микроскопии. Объём грибного мицелия рассчитывали, как объём цилиндра, объём бактерий рассчитывали как объём эллипса. Плотность микробной биомассы принимали равной 1,1 г/см<sup>3</sup> . Грибного мицелия было больше в липовом опаде, чем в берёзовом. Модернизированный метод пластинок обрастания позволяет получить оригинальную информацию о морфологии, физиологии почвенных микроорганизмов, особенностей межорганизменных взаимодействий, что важно при экомониторинге почв. Однако для его применения в экомониторинге и правильной интерпретации обрастаний метод требует совместного применения с другими методами структурно-функциональной характеристики микробного комплекса почв.

## Биооценка состояния микробного комплекса берёзового опада участка лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе

Дронов Иван

Школьник

ГБОУ Школа № 1467, Москва, Россия

E-mail: [rudilenka@mail.ru](mailto:rudilenka@mail.ru)

Для микробиологических показателей почв, в отличие от других показателей не разработаны общепринятые методы экомониторинга. Поэтому остаётся актуальной проблема разработки новых методов экологического мониторинга почвенного микробного сообщества. Цель работы - провести оценку биоразнообразия грибного комплекса берёзовой лиственной подстилки центрального участка лесопарка «Рассказовка». Была сформулирована рабочая гипотеза о том, что грибы будут образовывать органы спороношения в опаде, что позволит их идентифицировать. Непосредственным субстратом для микробиологического исследования выступал опад берёзы повислой (*Betula pendula*) прошлого года. Микробиологическое исследование было направлено на исследование почвенных грибов модернизированным методом пластинок обрастания Росси-Холодного. Этапы работы: 1. Был отобран опад в начале сентября 2022 года (влажный период). 2. Опад высушивались на воздухе в тени до воздушно-сухого состояния и хранили 7 дней для стандартизации условий эксперимента 3. Помещали 3 г. сух опада в чашки Петри в 3-х кратной повторности. Закладывали 2 предметных стекла на 1 чашку Петри 4. Реувлажняли до 200% влажности. 5. Заматывали бок чашки в один слой лентой парафилм для снижения испарения и инкубировали 7 дней при комнатной температуре 7. Изымали стёкла и микроскопировали с фото и видеофиксацией микробного обрастания на цифровую камеру. Результаты. В подавляющем большинстве случаев мицелий остаётся не идентифицированным. В ходе исследования нам удалось идентифицировать на стёклах обрастания следующие грибы. *Arthrotrrys oligospora* - вид сапротрофного гриба среди штаммов которого часто встречаются хищные грибы, образующие ловчие сети для ловли нематод. Сапротрофные гриб участвующие в активном разложении опада *Rhinocladiella anceps*, *Acremonium fusidioides*, *Paceliomyces* sp. среди представителей которого часто встречаются факультативно-энтомопатогенные виды, подстилочный сапротроф *Aureobasidium* sp., фитопатогенные гриб *Ramularia collo-sugni*, способный переходить к сапротрофному существованию в опаде. Разрушитель листовых и древесных растительных остатков из родов *Gonatobotrium* и *Nodulisporium*, широко распространённый фитопатогенный гриб, способный переходит к сапротрофному существованию *Alternaria alternata*, точно не установленный гриб с почкующимися бластоконидиями и, наконец, ещё один сапротрофный *Acremonium*. Так образом полученные результаты позволяют утверждать, что в берёзовом опаде лесопарка «Рассказовка» встречается разнообразный грибной комплекс грибов, участвующий в разложении опада.

## **Микробная активность в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-й Хутор при различной степени компактизации**

*Закусина Анастасия Вячеславовна*

*Студент*

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

*E-mail: [a.zakusina@gmail.com](mailto:a.zakusina@gmail.com)*

На данный момент в РФ накоплен большой объем радиоактивных отходов (РАО) (500 млн м<sup>3</sup>). Не весь этот объем можно повторно использовать, поэтому применяется их захоронение. При этом требуется возведение системы инженерных барьеров безопасности, один из элементов которой – буфер на основе компактированных бентонитовых глин. Один из значимых, наименее изученных и труднопрогнозируемых факторов является микробная активность, влияющая на их состав, строение и свойства, именно поэтому необходимо изучение микробиологических характеристик бентонитов. Целью данного исследования являлась характеристика изменения микробных сообществ в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-ый Хутор в модельных условиях пункта захоронения радиоактивных отходов. В рамках работы была проведена оценка численности нативных микроорганизмов, комплексное изучение влияния микробной активности на изменение минерального и химического состава бентонитов, микростроения и порового пространства. Эксперимент проводился на образцах бентонитов наиболее перспективных месторождений РФ и СНГ, а именно: Таганское (Казахстан), Зырянское и 10-й Хутор (РФ) в условиях, близких к реальным: температура 60 °С, раствор, моделирующий воду в месте захоронения (НКМ-7), заданная плотность бентонитов (1,2, 1,45 и 1,7 г/см<sup>3</sup>). Анализ химического и минералогического состава бентонитов до и после модельного эксперимента проводился методом рентгеноструктурного анализа, микростроение и поровое пространство изучались с помощью компьютерной рентгеновской томографии (КТ) и сканирующей электронной микроскопии. Микробная активность оценивалась в рамках эксперимента ежемесячно в течение 3-х месяцев с помощью газовой хроматографии, а динамика численности – методом посева на плотную питательную среду (LB). По итогам практической работы было выявлено следующее: в исходных образцах бентонитов месторождений 10-й Хутор, Таганское и Зырянское (инкубированных при посеве при 25 °С) значения колониеобразующих единиц в грамме почвы намного превышали значения в инкубированных в течение 3-х месяцев образцах, за исключением образца бентонита месторождения Таганское, инкубированного месяц с глюкозой и ацетатом натрия. Можно отметить в целом увеличение численности микроорганизмов при инкубации посевов при 45 °С в сравнении с инкубированными при 25 °С. Наибольший объем пор, определенный методом КТ после эксперимента наблюдался в образцах, компактированных до 1,2 г/см<sup>3</sup>, а наименьший – у компактированных до 1,45 г/см<sup>3</sup>. По результатам газовой хроматографии после каждого месяца инкубации наибольшее количество выделившегося СО<sub>2</sub> приходилось на компактированный до 1,2 г/см<sup>3</sup> бентонит месторождения 10-й Хутор, а наименьшее – на бентонит месторождения Таганское, компактированного до 1,7 г/см<sup>3</sup>, что свидетельствует о снижении микробиологической активности при увлечении плотности скелета бентонитов.

## Дыхание почвы в экосистемах подзоны типичной лесостепи

*Золотухин А.Н.*

*Младший научный сотрудник*

*Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70 б, Курск*

*305021, Российская Федерация*

*E-mail: [alipijj@rambler.ru](mailto:alipijj@rambler.ru)*

Сельское хозяйство, на ряду с использованием ископаемого топлива, является одним из основных источников парниковых газов, вызывающих современные климатические изменения. По оценкам ВМО, концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере в 2020 г. достигла 413 ppm, что составляет 149% по сравнению с доиндустриальным уровнем [1]. Поэтому вопросы закономерностей долговременной динамики агроландшафтов, рационального использования земельных ресурсов, вовлечения ранее заброшенных земель в сельскохозяйственный оборот, изменения географического размещения землепользования и оценки состояния интактных природных экосистем приобретают особую актуальность. Цель работы - определение количественных значений эмиссии  $\text{CO}_2$  различными биотопами типичной лесостепи, а также сравнение уровней почвенного дыхания в природных и аграрных экосистемах. Объекты исследования включали в себя шесть групп экосистем: пашни (под различными сельскохозяйственными культурами), пастбища (с низкой степенью нагрузки), сенокосы (с различным режимом кошения), залежи (возраст >75 лет), леса (с характерным для подзоны составом пород) и места длительного содержания животных (выгоны) в Курском и Медвенском районах Курской области. Измерения почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  осуществлялись портативными инфракрасными газоанализаторами AZ 7752 с разрешением 1 ppm методом закрытых камер. Полевые измерения проводились в вегетационные сезоны 2020-2022 гг. со средней периодичностью 10-15 дней.

Природные растительные сообщества отличаются более высокими средними значениями эмиссии  $\text{CO}_2$  и ее широкой дисперсией, которая определяется их ботаническим составом, относительно постоянной фитомассой и характеристиками почвенного покрова. Низкие показатели дыхания почвы пашен, даже если на них находятся вегетирующие растения, связаны с обеднением запасов почвенного органического вещества вследствие отчуждения растительной биомассы при уборке культур. Объекты животноводства (пастбища и выгоны), напротив, при значительной деградации наземной растительности имеют постоянные поступления органического вещества, усиливающие активность почвенных микроорганизмов, на долю которых в подобных экосистемах приходится основная часть выделяемого почвой  $\text{CO}_2$ . Выборки данных были сравнены между собой с помощью критерия Манна-Уитни. Результаты показывают, что достоверные различия в уровнях дыхания почвы ( $p < 0,5$ ) наблюдаются в парах «пашни-залежи» и «пашни-леса», а также для выгонов по сравнению со всеми остальными группами экосистем. Интенсивность дыхания почвы в других биоценозах значимо не отличается ( $p > 0,5$ ).

*Работа выполнена за счет гранта РФФ № 23-26-00191.*

### Литература

1. *WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2020 (No. 17 25 October 2021)*

## Нематофаговые грибы в березовом опаде лесопарка «Рассказовка»,

г. Москва

*Карпова Наталья*

*школьник*

*ГБОУ Школа № 1467, Москва, Россия*

*E-mail: [n.karpova06@gmail.com](mailto:n.karpova06@gmail.com)*

Нематофаговые, широко представлены в почве и используются для биоконтроля нематофаговых нематод в качестве бионематоцида. Поэтому необходимо научиться обнаруживать и выделять нематофаговых грибов из почвы. Цель работы провести биооценку состояния грибного комплекса берёзовой лиственной подстилки участка лесопарка «Рассказовка», подвергающегося негативному воздействию со стороны Боровского шоссе на примере нематофаговых грибов. Наша рабочая гипотеза - влияние дороги должно повлиять на состав нематофаговых грибов. Микробиологический анализ проводился модернизированным методом пластинок обрастания Росси-Холодного. Этапы работы. 1. Было проведено 3 серии экспериментов: 1) Отбор опавов проводился в начале июля 2022 г. (сухой период), 2) в начале сентября (влажный период до начала листопада), 3) в начале ноября после окончания листопада. 2. Опады высушивались на воздухе в тени до воздушно-сухого состояния и хранили 7 дней для стандартизации условий эксперимента. 3. Помещали 3 г. сух опада в чашки Петри в 3-х кратной повторности: закладывали 2 предметных стекла на 1 чашку Петри; реувлажняли до 200% влажности; заматывали бок чашки в один слой лентой парафилм для снижения испарения и инкубировали 7 дней при комнатной температуре. Изымали стёкла и микроскопировали с фото и видеофиксацией микробного обрастания на цифровую камеру. Максимум обилия почвенных нематод был на опушке леса, прилегающей к Боровскому шоссе, в глубине леса их численность снижалась из-за нематофаговых грибов, в плотную с дорогой их обилие снижалось из-за токсичного воздействие поллютантов. Нематофаговые грибы (хищные из родов *Dactylellina*, *Gamsylella*, *Drechslerella*, и неустановленный эндопаразитический), ответственные за биоконтроль в почве нематод (в том числе фитонематод) наблюдались только в опаде участка березняка, удалённом от шоссе (тоска «Лес») на протяжении всех трёх сроков наблюдения. Нематофаговые грибы (хищные и эндопаразитические), ответственные за биоконтроль в почве нематод (в том числе фитонематод) наблюдались только в опаде участка березняка, удалённом от шоссе. 4. Максимум обилия почвенных нематод был на опушке леса, прилегающей к Боровскому шоссе, в глубине леса их численность снижалась из-за нематофаговых грибов, в плотную с дорогой их обилие снижалось из-за токсичного воздействие поллютантов.

## Микробиологическая активность темно-каштановой засоленной почвы Республики Казахстан

Кинстлер М.В.

Студент

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, институт агробиотехнологии, Москва, Россия

E-mail: [markkinstler2012@gmail.com](mailto:markkinstler2012@gmail.com)

Засоление почвы – процесс накопления в почве растворимых солей, снижающих ее плодородие и отрицательно влияющих на растения в результате повышения осмотического давления почвенного раствора и токсичного действия отдельных ионов, а также изменения в засоленных почвах физико-химических свойств [1]. Засоленные почвы широко распространены в Республике Казахстан, годовое количество осадков составляет 110–160 мм, а испарение преобладает над количеством осадков. Почвы района являются сильнозасоленными. Цель исследования – изучить микробиологическое сообщество темно-каштановой засоленной почвы. Объектами исследований являлись образцы пахотного горизонта темно-каштановой засоленной почвы, отобранные в 3-х сельскохозяйственных угодьях села Т. Жургенова Актюбинской области Республики Казахстан. Основные агрохимические показатели почвы, мг/кг: N–28, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–20,4, K<sub>2</sub>O–14. Содержание гумуса–1,73%, pH 8,5. Тип засоления – сульфатный. Степень засоления – очень сильнозасоленная. Механический состав – тяжелый суглинок. Из почвенных образцов был произведен посев на следующие твердые питательные среды: глюкозо-пептонный агар (ГПА), казеин-глицериновый агар (КГА), Чапека, Гетчинсона с фильтровальной бумагой и жидкую среду Виноградского. На среде Эшби выделяли бактерии р. *Azotobacter* методом обрастания комочков почвы [3]. В среды был добавлен Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в концентрации 7,5%. Культивирование проводили при t +28°C. Результаты исследований показали, что общая численность микроорганизмов, выявленных на ГПА, в исследованных образцах не велика и составляет 26,35–37,80·10<sup>3</sup>КОЕ/г абс. сух. почвы. Количество актинобактерий на КГА варьировало в пределах 56,81–80,71·10<sup>3</sup>КОЕ/г абс. сух. почвы. На среде Чапека были выявлены мицелиальные грибы в количестве 85,00–118,51·10<sup>2</sup>КОЕ/г абс. сух. почвы. На среде Гетчинсона – целлюлозоразрушающие микроорганизмы, представленные в основном грибами преимущественно р. *Aspergillus* 3,76–13,57·10<sup>2</sup>КОЕ/г абс. сух. почвы. На жидкой среде Виноградского в образцах было обнаружено присутствие анаэробных фиксаторов азота 2,89–7,14·10<sup>3</sup>клеток/г абс. сух. почвы. Во всех образцах выявлены бактерии р. *Azotobacter*. В настоящее время выделены чистые культуры, которые в дальнейшем будут идентифицированы.

### Литература.

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Засоление почв. Вторичное засоление // Почвоведение: учебник для вузов. М.: ИКЦ МарТ, Ростов-на-Дону: Издательский центр МарТ, 2004. – 475с.
2. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева; под ред. В.К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.: ил.

## **Криокониты Южно-Чуйского хребта Алтая как пример первичных биокосных систем в зоне дегляциации ледника**

**Кобзева Ульяна Максимовна, Родина Оксана Андреевна**

*Студент, инженер-исследователь*

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле  
Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: uilanakobzeva24@gmail.com; [oksid93@bk.ru](mailto:oksid93@bk.ru)*

В связи с активными процессами изменения климата на Земле и деградацией ледников большой научный интерес в настоящий момент представляет первичное почвообразование в перигляциальной зоне и зоне абляции [1]. Криокониты – агрегаты из мелкозема, пыли, отмершей органики и микроорганизмов, являются местами активного преобразования веществ на леднике, ускоряют абляцию, а также ускоряют процесс почвообразования после отступления ледника [1, 3, 4]. Процессы и взаимодействия, происходящие в криоконитах остаются слабоизученными. В основном, их исследуют на территории Антарктиды и архипелага Шпицберген [1, 2, 3, 4, 5], исследования криоконитов на территории Алтая находятся на начальном этапе.

Исследуемые в данной работе образцы криоконитов были отобраны на карово-долинном леднике Некрасова, расположенном на Южно-Чуйском хребте Алтайских гор. Южно-Чуйский хребет простирается на 120 км в широтном направлении и является восточной оконечностью южной цепи гор Центрального Алтая. С максимальной высотой 3960 м (Ирбисту) он является вторым на Русском Алтае по площади оледенения. Ледник Некрасова на момент исследования занимал площадь 0,91 км<sup>2</sup>, его край располагался на высоте 2916 м, при этом площадь зоны абляции ледника составляет 0,37 км<sup>2</sup>. Ледник относится к бассейну реки Талдура (водосборный бассейн Обь-Иртышской системы). В настоящий момент на исследуемом леднике активно проявляется процесс бронирования льда моренным материалом. В зоне абляции ледника встречается большое число криоконитов.

Целью настоящей работы является изучение состава цианобактерий в криоконитах Южно-Чуйского хребта Алтая культуральными методами и их влияния на изменение pH среды.

Основываясь на опыте исследователей, изучающих криокониты в Арктике и Антарктике, было сделано предположение о ключевой роли и большом количестве цианобактерий в органической части отобранных криоконитов [2, 5]. Отобранные образцы были помещены в питательную среду BG-11 для выращивания цианобактерий в накопительной культуре. При последующем изучении посеянных проб, цианобактерий в них не обнаружилось, хотя несомненно развитие в среде большого количества гетеротрофных организмов. Это свидетельствует, наиболее вероятно, об отсутствии или очень малом количестве цианобактерий в изначальных образцах, а также о возможном другом источнике питания гетеротрофных организмов, данных криоконитов.

В будущем, для уточнения участия цианобактерий в данном сообществе планируются метагеномные исследования.

## Литература

1. Зазовская Э. П., Мергелов Н. С., Шишков В. А., Долгих А. В., Добрянский А. С., Лебедева М. П., Турчинская С. М., Горячкин С. В. Криокониты как факторы развития почв в условиях быстрого отступания ледника Альдегонда, Западный Шпицберген, 2022
2. Cameron K. A., Hodson A. J. & Osborn A. M. Structure and diversity of bacterial, eukaryotic and archaeal communities in glacial cryoconite holes from the Arctic and the Antarctic, 2011
3. Edwards A., Rassner S. M. E., Anesio A. M., Worgan H. J., Irvine-Fynn T. D. L., Wyn Williams H., Sattler B. & Wyn Griffith G. Contrasts between the cryoconite and ice-marginal bacterial communities of Svalbard glaciers, 2013
4. Rozwalak P., Podkowa P., Buda J., Niedzielski P., Kawecki S., Ambrosini R., Azzoni R. S., Baccolo G., Ceballos J. L., Cook J., Di Mauro B., Ficetola G. F., Franzetti A., Ignatiuk D., Klimaszuk P., Lokas E., Ono M., Parnikoza I., Pietryka M., Pittino F., Poniecka E., Porazinska D. L., Richter D., Schmidt S. K., Sommers P., Souza-Kasprzyk J., Stibal M., Szczicinski W., Uetake J., Wejnerowski L., Yde J. C., Takeuchi N., Zawierucha K. Cryoconite – From minerals and organic matter to bioengineered sediments on glacier's surfaces, 2022
5. Zarsky J. D., Stibal M., Hodson A., Sattler B., Schostag M., Hansen L. H., Jacobsen C. S., Psenner R. Large cryoconite aggregates on a Svalbard glacier support a diverse microbial community including ammonia-oxidizing archaea, 2013

## Грибные комплексы почвоподобных тел пещер Вьетнама

Косенко Н.Р.<sup>1</sup>, Князева А.В.<sup>1,2</sup>

Студент

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов, Пушкино, Россия

E-mail: [nrkosenko@gmail.com](mailto:nrkosenko@gmail.com)

В пещерах, где условия обитания микроорганизмов значительно отличаются от условий на дневной поверхности, формируются своеобразные микробные сообщества, что приводит к образованию почвоподобных тел (ППТ), значительно отличающихся от зональных почв. В литературе встречаются немногочисленные данные по разнообразию микробных сообществ ППТ пещер, большинство работ связаны с изучением карстовых пещер умеренного пояса.

Целью нашей работы было изучение развития грибов (микромитозов) в ППТ пещер Вьетнама и сравнение их с грибным населением близлежащих субстратов (бурая лесная почва на известняках, горная красно-желтая гумусно-ферралитная и листовая опад).

В ходе работы изучены грибные комплексы ППТ, формирующиеся в антропогенно ненарушенных пещерах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Вьетнама. Образцы были отобраны летом 2022 года на территории Природного заповедника Батдайшон (провинция Хазянг) и Охраняемого леса Тэйзыянг (провинция Куангнам). Длина грибного мицелия и численность спор определены прямым люминесцентным методом (окраска почвенной суспензии

калькофлюором белым). В ППТ пещер показатели длины грибного мицелия в целом выше, чем в почвах и сопряженном субстрате (опад): максимальных величин длина грибного мицелия достигает в ППТ глинистой пещеры Охраняемого леса Тэйзынг – 106,49 м/г и известняковой пещере Природного заповедника Батдайшон – 103,94 м/г, меньше длина грибного мицелия в песчаной пещере Охраняемого леса Тэйзынг – 42,00 м/г, а минимальная величина зафиксирована в известняковой пещере Природного заповедника Батдайшон, где длина грибного мицелия достигает 35,21 м/г. В почвах и опаде показатели длины грибного мицелия максимально достигают 61,09 м/г (бурая лесная почва на известняках, Охраняемый лес Тэйзынг), минимально – 39,46 м/г (листовой опад, Охраняемый лес Тэйзынг). Численность спор в ППТ в целом ниже, чем в почвах и сопряженном субстрате (опад), но в глинистой пещере Охраняемого леса Тэйзынг показатели достигают максимального значения – 660,65 млн/г. Минимальные показатели зафиксированы в песчаной пещере Охраняемого леса Тэйзынг – 66,46 млн/г. В почвах и опаде численность спор максимально достигает 204,49 млн/г (бурая лесная почва на известняках, Охраняемый лес Тэйзынг), минимально – 106,91 млн/г (горная красно-желтая гумусно-ферраллитная, Природный заповедник Батдайшон). Распределение спор по размерам выявило во всех образцах преобладание мелких спор диаметром до 3 мкм, меньше обнаружено крупных спор с диаметром от 6 до 12 мкм. Споры со средним диаметром от 3 до 6 мкм встречены лишь в ППТ песчаной и глинистой пещерах. Кроме того, в ППТ пещер обнаружены крупные покоящиеся структуры (склероции) диаметром порядка 40 мкм.

### **Сравнение модельной микробной сукцессии в кленовой и еловой подстилке**

*Костарев Егор Дмитриевич*

*Школьник*

*ГБОУ Школа № 1467, Москва, Россия*

*E-mail: [ked09112006@gmail.com](mailto:ked09112006@gmail.com)*

В настоящее время в связи с исследованием биосферной роли болот, их Почва является ключевым компонентом наземных экосистем. В отличие от физических и химических показателей для микробиологических показателей почв не разработаны общепринятые методы мониторингового анализа. Поэтому остаётся актуальной проблема разработки инновационных методов и методик экологического мониторинга микробного сообщества почв. Целью исследования было изучить возможность использования листовенных подстилок для экологического мониторинга городских почв по анализу микробного сообщества подстилок. Был проведён модельный эксперимент в условиях лабораторных почвенных микрокосмов по инкубации листового опада деревьев. В Дендрарии Ботанического сада МГУ на Воробьёвых горах одновременно в середине октября 2022 года собрали свежеопадавший листовенный опад клена остролистного (*Acer platanoides*) и хвойный опад (подгоризонт L подстилки) ели европейской (*Picea abies*). Данные деревья были выбраны для исследования как распространённые и используемые в озеленении в г. Москве. Кроме того, опады этих деревьев отличаются по биодоступности для микробного разложения. Хвоя ели содержит микробостатические и микробицидные вещества, замедляющие скорость её разложения:

смоляные кислоты, бициклические спирты лабданового ряда, дитерпеновые соединения, полифенолы, лигнаны, бензолкарбоновые кислоты. Кленовый опад не содержит микробоподавляющих веществ. Инкубация опадов проводилась в пластиковых, вентилируемых контейнерах, содержащие 500 г влажного опада в двух повторностях и инкубировались 1 месяца при температуре 23-25° С и постоянной весовой влажности 200%. Исследование проводилось модернизированным методом Росси-Холодного. Пластинки обростания (предметные стёкла) закладывались по 20 штуки в один контейнер. Окраска микроорганизмов проводилась прижизненно флюоресцентным красителем красителем SYBR Green I, селективно окрашивающим в клетках нуклеиновые кислоты. Обилие микроорганизмов на пластинках подсчитывали каждые 7 дней в программе «ScopePhoto» по сделанным в случайном порядке фотографиям, полученным в ходе флюоресцентной микроскопии на микроскопе «Биомед 6 пр. Люм» (объектив 40×) на цифровую камеру «DCM-510» при окраске микроорганизмов SYBR Green I. Биомассу микроорганизмов (г/см<sup>2</sup> стекла обростания) определяли исходя из её объёма, определенного по ходу микроскопии. Объём грибного мицелия рассчитывали, как объём цилиндра, объём бактерий рассчитывали, как объём эллипса. В начале разложения опада (7 суток) большая биодоступность кленового опада приводит к существенно большей величине мицелия грибов (главных деструкторов опада) в самом легко доступном для разложения кленовом опаде, там же больше всего и бактерий. Биомасса грибов начинает снижаться на поздних этапах сукцессии (после 21 суток) во типах опада, указывая на переход грибов, доминировавших на начальных этапах сукцессии в состояние покоя.

### **Продукция фитогормонов эндофитными дрожжами *Metschnikowia pulcherrima***

*Лепешко Анна Александровна*

*Студентка*

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,  
факультет Почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: [annalepeshko1@gmail.com](mailto:annalepeshko1@gmail.com)*

*Metschnikowia pulcherrima* – дрожжи, широко распространенные в природе, типичные обитатели высокосахаристых субстратов, также они способны к эндофитному образу жизни в плодах сельскохозяйственных растений [3]. Хорошо известно использование *M. pulcherrima* в биотехнологии для биоконтроля развития фитопатогенов. Исследования показывают, что дрожжи способны играть регуляторную роль в развитии растений и при прорастании семян. Такая регуляторная роль связана не только с подавлением развития фитопатогенов, но и через продукцию фитогормонов, что достаточно часто встречается у дрожжей [2]. Можно предположить, что биоконтроль развития фитопатогенов и фитогормональная активность дрожжей-эндофитов могут быть использованы в сельскохозяйственной биотехнологии для улучшения условий произрастания культурных растений. Оценка продукции фитогормонов дрожжами *M. pulcherrima* – перспективное направление исследования с целью решения задач сельского хозяйства.

Была проведена количественная оценка выделения фитогормонов (ИУК, общего содержания индолов) дрожжами вида *M. pulcherrima*. Объектами исследования стали 20 коллекционных штаммов данного вида. Культуральная

жидкость каждого штамма наращивалась на азотной среде (Difco YNB) с добавкой глюкозы. Общее содержание индолов в супернатанте измерялось с помощью реакции Сальковского на индольное кольцо и фотометрического определения степени окрашивания раствора. Определение содержания ИУК после пропускания пробы через фильтр проводилось на высокоэффективном жидкостном хроматографе с УФ-детектором (ВЭЖХ-УФ).

Уровень продукции ИУК в среднем составил 6,668 мкг/мл и 2,135 мг/г сухого веса биомассы. Вариация между штаммами составила менее 9%. Анализ продукции ИУК штаммами с культур различного происхождения показал, продукция у штаммов-эндофитов из импортных плодов выше, чем из российских. Средние значения уровня продукции индолов 3,554 мкг/мл и 1,494 мг/г сухой биомассы. Наблюдаются значения, в несколько раз превышающие результаты хроматографии. При оценке продукции индолов штаммы из российских плодов оказались активнее таковых из импортных.

При корреляции между двумя используемыми методами наблюдается разброс. Значения содержания индолов, превышающие таковые по ИУК в культуральной жидкости, объяснимы, так как ИУК является одним из индольных соединений. Меньшие значения фотометрии в сравнении с данными хроматографии требуют дополнительного анализа. Возможно, это связано с большой погрешностью метода Сальковского при работе с низкими концентрациями гормонов в растворе [1].

### Литература

1. *Glickmann, E., and Y. Dessaux. 1995. "A Critical Examination of the Specificity of the Salkowski Reagent for Indolic Compounds Produced by Phytopathogenic Bacteria." Applied and Environmental Microbiology 61(2): 793.*
2. *Streletskiy R.A., Kachalkin A.V., Demin V.V. "Widespread phytohormonal activity among natural yeasts" Adv Biotech & Micro. 2017. V. 4(5): 555647.*
3. *Качалкин А.В. и др. «Эндофитные дрожжи в плодах сельскохозяйственных культур.» 3-й Российский микробиологический конгресс: материалы конгресса. 2021. ООО Конкорд Псков. С. 29–30.*

### Активность ферментов в выработанных торфяных почвах

*Лобанова Екатерина Александровна*

*Студент*

*Томский государственный педагогический университет,*

*биолого-химический факультет, Томск, Россия*

*E-mail: [ecaterina.1996@mail.ru](mailto:ecaterina.1996@mail.ru)*

Торфяные болота в Западной Сибири занимают площадь в 3442,8 тыс. га., при этом площадь выработанных торфяников составляет не более 70 тыс.га. [1]. Изучение ферментативной активности имеет большое значение для выявления изменений биологического состояния выработанных торфяных почв при их использовании, так как сохранение органогенного слоя выработанных торфяных месторождений в настоящее время является одной из приоритетных научных задач.

Для исследований был выбран выработанный и рекультивированный участок торфяного месторождения (т.м.) низинного типа «Таган» (Западная Сибирь,

Томская область). Участок на протяжении почти 50 лет использовался для выращивания многолетних трав, а в настоящее время отдан в пользование садоводческому товариществу. Остаточный слой торфяной залежи в пункте наблюдений мощностью 1,4 м сформирован нормальнозольным древесным видом торфа. Из показателей ферментативной активности в отобранных образцах торфа определяли активность каталазы газометрическим методом [2], а также полифенолоксидазы и пероксидазы по методу Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловской [3].

Результаты исследований показывают, что в профиле выработанных торфяных почв т.м. «Таган» каталазная активность варьирует в широких пределах (от 3,28 до 12,84 мл O<sub>2</sub> за 2 мин/ г с.т.). Более высокая активность каталазы наблюдается в верхнем аэробном слое, который содержит свежие растительные остатки, хорошо развитую корневую систему растений, что активизирует почвенную микрофлору. Активность полифенолоксидазы изменяется от 0,68 до 1,38 1,4-бензохинона /г\*30 мин с.т., далее по тексту – ед.). По профилю активность полифенолоксидазы была распределена неравномерно, и максимум активности фермента отмечается в слоях глубже 40 см. Активность пероксидазы варьирует в пределах от 9,06 до 19,72 ед., при этом более высокие показатели зафиксированы в нижних слоях торфяного профиля (80-140 см). Сравнивая полученные данные с результатами более ранних исследований, проведенных на этом же участке т.м. «Таган» в 1999-2001 гг., можно отметить, что активность фермента полифенолоксидазы снизилась в среднем в 1,5 раза, а активность пероксидазы, напротив, возросла в 1,7 раза. Это может быть связано с качественным изменением гумусовых веществ в остаточном торфяном слое, более глубокой трансформацией органического вещества торфа, которое произошло за двадцатилетний период.

Таким образом, направленность биохимических процессов в выработанных торфяных почвах т.м. «Таган» различается: интенсивность окислительных процессов, катализируемых ферментом каталазой, выше в верхнем слое, а процессы биосинтеза гумуса активнее осуществляются в более глубоких слоях торфяного профиля.

### Литература

1. *Инишева Л.И., Порохина Е.В., Аристархова В.Е., Боровкова А.Ф.* Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование. Томск: Изд-во ТГПУ. 2007.
2. *Круглов Ю. В., Пароменская Л. Н.* Модификация газометрического метода определения каталазной активности // Почвоведение. 1966, № 1.
3. *Карягина Л.А., Михайловская Н.А.* Вызначенне актынасці поліфенолаксидазы і пераксидазы у глебе // Весцы АН БССР. Серыя сельскагаспадарчых навук. 1986, №2.

## Микробное разнообразие нефтезагрязненных почв Мурманской области в зависимости от степени загрязнения

Логвинова Екатерина Юрьевна

Студент (магистр)

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

E-mail: [logvinovaekaterina@gmail.com](mailto:logvinovaekaterina@gmail.com)

В настоящее время в Арктическом регионе из-за добычи полезных ископаемых и развития туризма возрастает нагрузка на экосистемы, в том числе из-за загрязнения углеводородами. В условиях арктического климата удается собрать и утилизировать около 10-15% нефтяного загрязнения, оставшиеся углеводороды могут распространиться на большие территории и смежные среды, а также проникнуть вглубь почвы до зоны оттаивания и распространяться латерально [1]. Одним из возможных решений является биоремедиация с использованием сообществ, выделенных из арктических почв. Однако такие сообщества и их метаболический потенциал слабо изучены [2]. Поэтому актуально изучение микробных сообществ нефтезагрязненных почв в условиях высоких широт.

Целью работы было определение состава микробного сообщества нефтезагрязненных почв Мурманской области и анализ его изменений в зависимости от степени загрязнения.

Пробы почвы взяты на расстоянии 10 м на 4 площадках, расположенных сверху вниз на юго-восточном склоне горы Каскама в Печенгском районе Мурманской области (координаты - 69.27833° с.ш. 29.48166° в.д.) таким образом, что площадка №1 и №2 находились непосредственно на загрязненном участке, площадка №3 – на границе загрязненного участка и условно-чистого без видимых признаков загрязнения, площадка №4 – на условно-чистом участке. На каждой площадке отбор проб произведен с глубин 0-10 см и 10-20 см.

Была проанализирована численность аэробных органотрофных (АОБ), олиготрофных (ОЛ), углеводородокисляющих (УОБ) и железозокисляющих микроорганизмов и анаэробных денитрифицирующих (ДНБ), железоредуцирующих бактерий и бактерий с броидильным типом метаболизма (БР) при температуре 15°C. Углеводородокисляющие бактерии (УОБ) присутствовали во всех пробах, их численность составляла около  $10^4$  кл/г грунта, только на площадке №4 на глубине 10-20 см она сократилась до  $10^3$  кл/г грунта. Численность АОБ была наибольшей в пробах с наименьшим загрязнением, и составляла  $10^7$  кл/г грунта, при этом минимальная численность составила  $10^4$  кл/г грунта.

Были выделены 18 штаммов чистых культур УОБ, в качестве субстрата использовалось стерильное дизельное топливо и 28 штаммов чистых культур АОБ, штаммы бактерий были идентифицированы методом анализа фрагментов генов 16S рРНК, видовая принадлежность определена на основании наибольшего сходства рибосомных генов.

Таким образом, микробные сообщества нефтезагрязненных почв Мурманской области включают микробные штаммы, относящиеся к родам *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus* и реализующие широкий спектр метаболических путей, в том числе способные использовать компоненты дизельного топлива в качестве источника С при низкой температуре.

Автор выражает благодарность научным руководителям к.б.н., н.с. Семейной Екатерине Михайловне и д.б.н., проф., зав. каф. Степанову Алексею Львовичу.

#### Литература

1. Глянцева Ю.С., Зуева И.Н., Чалая О.Н., Лифшиц С.Х. Вопросы экологического мониторинга и реабилитации нефтезагрязненных почв арктической зоны Якутии // АнС. 2012. №5. с. 97-108.
2. Malard L.A., Pearce D.A. Microbial diversity and biogeography in Arctic soils // Env. Microbiol. Rep. 2018. V. 10. P. 611–625.

#### Влияние загрязнения почв наночастицами цинка на активность супероксиддисмутазы и белка в растениях ячменя (*Hordeum sativum distichum*)

Лысенко Д.С., Литвинова А.В., Волошина М.С., Крепакова М.Р.,  
Бесчетников В.В., Т.В. Бауэр

Студентка

ФГБОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванова, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия  
E-mail: [lysenkodiana76@gmail.com](mailto:lysenkodiana76@gmail.com)

В последние годы остро становится проблема нанозагрязнения. Наночастицы (НЧ) представляют большой интерес из-за их размера и большого соотношения поверхности к объему, что приводит как к химическим, так и к физическим различиям в их свойствах по сравнению с макрочастицами этих же металлов. Благодаря этим свойствам они способны проходить через клеточные мембраны в листьях растений, могут транспортировать вещества в клетки, встраиваться в пути метаболизма [1]. Общее содержание белка в клетках является показателем метаболической активности клеток в различных условиях роста, а цинк участвует в биосинтезе белка в качестве важнейшего кофактора в растительных клетках. В связи с этим целью исследования является изучение влияния различных доз НЧ оксида цинка на окислительный стресс и содержание общего белка в ячмене двурядном (*Hordeum sativum distichum*).

В качестве тест-культуры в модельном опыте был выбран ячмень двурядный (*H. sativum*), в качестве субстрата использовался верхний (0-20) слой луговой тяжелосуглинистой почвы, расположенной в пойме р. Северский Донец. В почву вносили оксид цинка в дозах 1100 мг/кг (5 ОДК) и 2200 мг/кг (10 ОДК).

В результате исследований повышение концентрации супероксиддисмутазы (СОД) зафиксировано в варианте опыта с загрязнением 5 ОДК ZnO-нано, в 1,4 раз в листьях и в варианте с загрязнением 10 ОДК в корнях в 1,1 раз (рис. 1). В варианте с загрязнением варианте 5 ОДК превысило контрольные значения в корнях в 1,5 раза, а 10 ОДК ZnO-нано превысило контрольные значения в 1,2 раза в листьях.

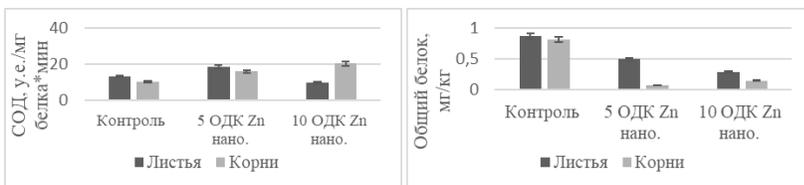


Рисунок 1. Изменение содержания СОД и общего белка в листьях и корнях *H. sativum*

В варианте с загрязнением 5 ОДК ZnO-нано снизило содержание белка по сравнению с контролем в 1,4 раза и 1,9 раз в листьях и корнях соответственно. В варианте с загрязнением 10 ОДК ZnO-нано также наблюдается тенденция к снижению содержания белка по сравнению с контролем в 1,6 раз и 1,8 раз в листьях и корнях соответственно.

Таким образом, ZnO-нано в модельном вегетационном опыте при загрязнении почвы нанодисперсной формой оказал влияние на биохимические показатели растений: активность СОД увеличивается, однако в корнях и листьях при внесении более высокой концентрации загрязнителей происходит снижение активности.

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

### Литература

1. Torney F. et al. Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants // *Nature nanotechnology*. – 2007. – Т. 2. – №. 5. – С. 295-300.

### Микобиота плодовых деревьев рода Розовые (*Rosaceae*)

**Микаелян Л.А.**

Студентка

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, институт агробиотехнологии, Москва, Россия*

*E-mail: [ogatgroatss@mail.ru](mailto:ogatgroatss@mail.ru)*

Грибы - одна из наиболее обширных и разнообразных экологических групп микроорганизмов. Сапротрофные грибы активно участвуют в деструкции органических веществ в почве и играют важную роль в биогеохимических циклах элементов. Многие грибы вступают в разнообразные взаимоотношения с растениями. Фитопатогенные грибы вызывают заболевания растений и наносят существенный ущерб, снижая их урожайность или приводя к гибели. Известны эндофитные грибы, способные колонизировать внутренние ткани растения, не вызывая его заболеваний и не оказывая отрицательного влияния на развитие [3].

Цель исследования - изучить разнообразие грибов, ассоциированных с плодовыми деревьями сем. Розовые и оценить современное состояние посадок плодовых деревьев Мичуринского сада РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Исследование разнообразия грибов проводили на двух видах плодовых деревьев: вишни обыкновенной (*Prunus cerasus*) и яблони домашняя (*Malus domestica*). Для исследования отобрано 8 растительных образцов (ветви с листьями) и 4 образца почвы. 4 образца вегетативных частей вишни отбирали в поселке Быково Раменского

района, Московской области), 4 образца вегетативных частей яблони сортов Алеся, Орловский пионер, Московское позднее и Вербное - в Мичуринском саду РГАУ-МСХА. Почвенные образцы отбирали из верхнего слоя 0-10см под яблонями указанных сортов. Для выделения эндофитных грибов кусочки (1 см) растений после предварительной стерилизации 96% этанолом и промывания стерильной водой раскладывали в чашки Петри на питательные среды: солодовый агар (МЕА) и картофельно-глюкозный агар (КГА), pH 4,5 [2]. Выделение грибов из почвы проводили традиционным методом посева на среду МЕА и методом биоприманок [1]. Инкубацию на средах проводили при t 24°C. Идентификацию проводили по морфологическим признакам

Результаты исследования показали, что в растительных образцах вишни присутствуют эндофитные грибы: *Fusarium culmorum*, *F. verticilloides*, *F. avenacium*, *F. oxysporum*, *Phoma sp.*, *Alternaria sp.*, *Phyllosticta sp.* В вегетативных образцах яблони сорта Орловский пионер выявлены: *Penicillium sp.*, *Phoma sp.*, *Micor sp.*, *Pythium sp.*, *Alternaria sp.*; сорта Вербное - *Pythium sp.*, *Alternaria sp.*, а сортов Московское позднее и Алеся - *Fusarium poae*. Из образцов почвы под яблонями сорта Московское позднее выделены: *Fusarium sp.*, *Mortierella sp.*, *Penicillium sp.*, *Alternaria sp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma sp.*, представитель *Zygomycota*; сорта Вербное - *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium sp.*, *Zygomycota*; сорта Алеся - *Paecilomyces sp.*, *Penicillium sp.*, *Phytophthora sp.*; сорта Орловский Пионер - *Fusarium culmorum*.

### Литература

1. МР ВНИИКР №30-2014. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя фитофтороза древесных и кустарниковых растений *Phytophthora ramorum*. М., 2014.
2. Гмошинский В.И., Дунаев Е.А., Киреева Н.И. Определитель миксомицетов Московского региона: учебно-методическое пособие / . – Москва: Культурно-просветительский центр "Архэ", 2021. 384 с.
3. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология 4-е изд. перераб. и доп.-М.: Агропромиздат, 1989. - 480с. Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений.

### Оценка фитотоксичности чернозема обыкновенного при разложении пожнивных остатков озимой пшеницы после добавления *Bacillus sp.* и биочара

*Минин Н.С., Минникова Т.В., Колесников С.И.*

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

*E-mail: [minin@sfedu.ru](mailto:minin@sfedu.ru)*

Изучение фитотоксичности почвы, в частности, после добавления бактериальных препаратов и пожнивных остатков растительных культур имеет решающее значение для более широкого использования биочара в качестве биостимулятора. Учитывая селективность микроорганизмов и их стоимость, многие ученые рекомендуют использовать удобрения, способствующие активизации естественной микробиоты почв, и фиторемедианты [3]. Фитотоксичность почв – достаточно информативный показатель, позволяющий идентифицировать

токсичность почв [2], а именно анализируя показатели всхожести, энергии, дружности и скорости прорастания, помимо добавления биочара и *Bacillus sp.* в почву.

Цель исследования — оценить фитотоксичность чернозема обыкновенного при разложении пожнивных остатков озимой пшеницы после добавления *Bacillus sp.* и биочара.

Объектом исследования выбран чернозем обыкновенный карбонатный (Апах, 0-25 см). Место отбора – Ботанический сад Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону. Чернозем обыкновенный характеризуется содержанием органического углерода – 4,5-6,5%, карбонатов – 0,3-0,5%, ЕКО – 40-45 мг-экв / 100 г почвы [2]. Микробиологический препарат на основе консорциума штаммов аэробных спорообразующих бактерий *Bacillus sp.*, проявляющих антагонистическую активность в отношении фитопатогенных грибов. Для оценки влияния *Bacillus sp.* и биочара на процесс разложения пожнивных остатков озимой пшеницы в лабораторных условиях моделировали внесение пожнивных остатков озимой пшеницы в почву вместе с *Bacillus sp.* и биочаром согласно нормативам внесения. Общая рекомендуемая доза препарата в вегетационном сосуде составляет 20 мл на 1 га почвы. Исследовали концентрацию биочара 1% от массы почвы. В почву с пожнивными остатками вносили рекомендуемую дозу *Bacillus sp.* и в 100 раз больше от рекомендуемой *Bacillus sp.*  $\times 100$ . Для инокуляции биочар смешивали с *Bacillus sp.* в течение 48 часов.

Фитотоксичность чернозема оценивали по интенсивности начального роста семян ячменя (*Hordeum Vulgare*) сорта «Леон»: всхожести, энергии, дружности и скорости прорастания. Изменения данных показателей ячменя фиксировали через 7 дней после посева семян [1]. Разложение пожнивных остатков озимой пшеницы было наиболее эффективным при добавлении *Bacillus sp.*  $\times 100$ , *Bacillus sp.* + биочар и биочар инокулированный *Bacillus sp.* – 92, 93 и 91% по сравнению с исходной массой полотна. Установлено, что при добавлении 1% биочара наблюдается стимуляция всхожести, энергии, дружности и скорости прорастания на 30, 33, 29 и 37% по сравнению с контролем соответственно. В результате исследования было установлено, что при добавлении биочара инокулированного *Bacillus sp.*  $\times 100$ , наблюдается стимуляция всхожести, дружности и скорости прорастания на 72, 75% и 10%. При добавлении 1% биочара в почву без фона и других биостимуляторов наблюдается стимуляция энергии и скорости прорастания на 33 и 37%.

Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать вывод, что добавление биочара инокулированного *Bacillus sp.*  $\times 100$  в почву с фоном в виде пожнивных остатков озимой пшеницы и комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения (НПК), стимулирует почвенную биоту, оказывая воздействие на биологические свойства почвы, демонстрируя синергетический эффект.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента МК-175.2022.5, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Мегагранта (лаборатория «Здоровье почв»), соглашение № 075-15-2022-1122 и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории “Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции” в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ)*

## Литература

1. *Бабьева М.А., Зенова Н.К.* Биология почв - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 336 с.
2. *Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В.* // Методы биодиагностики наземных экосистем. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2016. - 356 с.
3. *Минникова Т. В, Колесников С. И, Казеев К. Ш., Акименко Ю. В.* Влияние мелиорантов на биологическое состояние чернозема при нефтезагрязнении // Южный федеральный университет. 2019 . С.5.

### **Использование спорообразующих аэробных бактерий для борьбы с фитопатогенными микроорганизмами в техногенных почвах**

*Мишин И.В.<sup>1</sup>, Барсукова С.А., Пуликова Е.П., Иванов Ф.Д., Горовцов А.В.*

*Студент, 2 курс бакалавриата*

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им.*

*Д.И. Иванова, г. Ростов-на-Дону, Россия*

[Ilyxa\\_never@mail.ru](mailto:Ilyxa_never@mail.ru)

Тяжёлые металлы (ТМ) являются одними из наиболее опасных поллютантов, накапливающихся в почве в результате антропогенного воздействия и оказывающих серьёзное негативное воздействие микробиоту и растительный покров почвы. Для восстановления почвенного покрова применяют различные методы ремедиации, в том числе фиторемедиацию. Однако растения подвергаются не только экологическому стрессу от ТМ, существует риск заражения растений фитопатогенными микроорганизмами. Фитопатогенные микроорганизмы приводят к уменьшению растительной массы, в результате снижается и эффективность фиторемедиации. Поэтому целью нашего исследования было выделение микробных антагонистов фитопатогенов из техногенно-нарушенных почв.

Объектом исследования является микробиота почв на территории шламоотстойника озера Атаманское, которые характеризуются высоким уровнем загрязнения ТМ. Валовое содержание Zn варьирует от 40,9 г/кг до 72,9 мг/кг и Cd от 5,9 мг/кг до 25,11 мг/кг почвы, что более чем в 600 раз превышает фоновые значения [1]. Почвенная суспензия, полученная стандартным методом серийных разведений почвы, была пастеризована и высеяна совместно с суспензией плесневых грибов на мясо-пептонный агар с добавлением 3% сула. Штаммы, образующие зоны подавления плесневых грибов, были очищены истощающих штрихом и отсеяны на скошенный агар. В дальнейшем культуры спорообразующих аэробных бактерий были дополнительно протестированы на антагонизм к бактериальным фитопатогенам: *Erwinia carotovora* В15, *Clavibacter michiganensis* ВКМ-Ас 1403, *Pectobacterium carotovora* В-1217, *Ralstonia* sp., которые были любезно предоставлены сотрудниками ИБФМ РАН г. Пущино Филоновым А.Е. и Анохиной Т.О. Также культуры были проверены на устойчивость к подвижным формам Zn и Cd.

Обнаружено, что в технозёме численность плесневых грибов достоверно выше, чем в незагрязнённой почве. В незагрязнённой почве численность плесневых грибов составляла около 54,3 тыс. КОЕ/г абс.сух.почвы, в техногенно-нарушенной почве численность варьировала от 68,0 до 363,2 тыс. КОЕ/г абс.сух.почвы (в среднем 165,3). Описанные результаты подтверждают

необходимость выделения антагонистов, устойчивых к факторам техногенеза. Из 74 выделенных культур 10 штаммов полностью подавляют рост плесневых грибов рода *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Venturia* (в среднем зона подавления составляет 4-8,5 мм) и бактериальных фитопатогенов (зона составляет 2-10 мм). При этом из них устойчивы к подвижным формам Zn и Cd (230 и 9 мг/кг почвы, соответственно) 4 культуры.

Выделенные в ходе исследования культуры в дальнейшем могут быть использованы для защиты растений подавляя многие виды фитопатогенов, тем самым способствуя фиторемедиации загрязненных территорий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке программы № Лаб-НОЦ-21-01АБ, FENW-2021-0014.*

## Литература

1. Bauer T. V. Linnik, V. G., Minkina, T. M., Mandzhieva, S. S., & Nevidomskaya, D. G. Ecological–geochemical studies of technogenic soils in the flood plain landscapes of the Seversky Donets, Lower Don Basin //Geochemistry International. – 2018. – V. 56. – P. 992-1002.

### **Влияние некоторых агрохимических препаратов на урожайность, качество и устойчивость чеснока *Allium sativum* к нематоде *Ditylenchus allium* в условиях Черноземной почвы Краснодарского края**

**Монастырская Евгения Олеговна**

Студент

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

E-mail: [djen-mona@yandex.ru](mailto:djen-mona@yandex.ru)

Поражение лука и чеснока нематодой представляет серьёзную опасность для хозяйств, занимающихся возделыванием этих овощных культур, и способно уничтожить 40-60% урожая. В мире разработано множество препаратов для борьбы с данным заболеванием, однако не все они являются экономически выгодными и эффективными в условиях Черноземной почвы с реакцией среды больше 6,5 рН. Так, например, препараты на основе хитозана нерастворимы в таких условиях, а такой инновационный препарат как Видат имеет срок действия 6-8 недель и зачастую требует повторного внесения, что для фермеров представляет большие расходы и редко окупается.

В данной работе было исследовано действие следующих препаратов: Нематофагин-микропро (препарат на основе хищного гриба *Arthrobotrys oligospora*, Гумифилд (препарат на основе гумата калия), а также оценивалось действие Карбендазима – основного фунгицидного препарата, используемого в хозяйстве, где проводились исследования. Новизна исследования состоит в том, что до сих пор не изучено действие данных препаратов на чеснок в Черноземной зоне, а также не выявлен наиболее эффективный и наименее денежно затратный способ борьбы с вредителем.

Чтобы выявить, какой эффект оказывают на растение данные агрохимические средства, были проведены следующие анализы: определение массы и диаметра луковиц, подсчет урожайности с делянки, определение общего и белкового

азота, фосфора, калия и углеводов в луковицах, а также был произведен подсчет количества нематод *Ditylenchus allium* в 1 г растительного образца. Помимо этого, была проанализирована почва делянок на содержание основных питательных элементов, необходимых растению – азота, фосфора, калия, а также определен рН.

Основываясь на теоретических данных и первичных результатах, можно предположить, что наибольший положительный эффект на растение оказывают препараты Нематофагин-микопро и Гумифилд.

### Литература

1. Дякунчак С.А., Лазько В.Э. Болезни и вредители чеснока на Кубани и создание устойчивых к ним сортов // Рисоводство - 2020 - № 1 (46) - С. 90-93.
2. Нематофагин-микопро- нематофагин (muscopro.ru) 2022
3. Сороколетов О.Н., Гудилин И.И., Бгатов А.В., Кунавин И.Н. Использование зоогумуса для защиты растений //Современные наукоемкие технологии – 2005. – № 3 – С. 73-74
4. Шестинеров А.А., Бутенко К.О., Колесова Е.А. Дителенхозы сельскохозяйственных и декоративных растений и меры борьбы с ними. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Москва 2014.
5. Fresenius M.S., Soliman, El-Deriny M.M., Ibrahim D.S.S., Zakaria H., Ahmed Y. Suppression of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato plants using the nematode trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* //J. Appl. Mic. -2021- V.131. - P. 2402-2415.

### **Микропланшетный «Биофотометр» – новый прибор для изучения Почвенная макрофауна в основных типах леса Окско-волжского левобережья Нижегородской области**

**Морозова Наталья Дмитриевна**

*Студент, 3 курс бакалавриата*

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

*E-mail: [natali.moroz008@yandex.ru](mailto:natali.moroz008@yandex.ru)*

Почвенные беспозвоночные являются важным компонентом лесных экосистем, участвующим в круговороте органического вещества и влияющим на его продуцентов. Благодаря фитофагам органическое вещество извлекается из растений и возвращается в почву посредством жизнедеятельности хищников и сапрофагов [3]. Кроме трофического воздействия, беспозвоночные оказывают влияние на растения путём механического преобразования почвы. Огромная роль здесь отводится дождевым червям (*Lumbricidae*), влияющим на порозность почв, миграцию химических веществ и переработку опада [4]. Также некоторые виды напрямую зависят от тех или иных условий среды обитания, изменения которых могут привести к сокращению численности популяции или её исчезновению [1]. Поэтому необходимо изучать взаимосвязи почвенных беспозвоночных со свойствами почвы и растительности.

Цель данного исследования — оценка состояния почвенной макрофауны в основных типах леса Окско-Волжского левобережья Нижегородской области. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: оценить численность

и биомассу почвенных беспозвоночных в основных типах леса Окско-Волжского левобережья, сравнить их таксономическое и функциональное разнообразие, а также оценить влияние растительности на комплекс почвенных беспозвоночных.

Объектами исследования были выбраны различные типы леса: осиново-еловый мелкотравный (перестойный, около 120 лет), елово-сосновый мелкотравный (перестойный, около 140 лет), и елово-сосновый кустарничково-зеленомошный (приспевающий). Отбор почвенно-зоологических проб осуществлялся в начале августа 2021 года и выполнялся в четырёх повторностях площадью 25x25 см и глубиной 30 см. Отобранные пробы и подстилка разбирались в полевых условиях, найденные животные были зафиксированы в этиловом спирте (96 %). В лаборатории отобранные образцы были взвешены и определены до наиболее низкого таксона (дождевые черви – до вида, прочие беспозвоночные – до семейства). При сравнительном анализе сообществ учитывались следующие показатели: плотность населения и биомасса педобионтов, их трофические группы, онтогенетическое состояние. Для семейства Lumbricidae также принадлежность к определенной жизненной форме [2].

В результате проведенного исследования установлено, что на почвенную макрофауну беспозвоночных влияют возраст и видовой состав леса. Так елово-сосновый приспевающий лес имеет более скудный таксономический состав (12 групп), чем елово-сосновый перестойный (19 групп) и осиново-еловый (15 групп). В приспевающем лесу не обнаружены сапрофаги, в осиново-еловом они составляют 8 % от общего населения педобионтов, уступая миксофагам и фитофагам (12 % и 19 % соответственно) и особенно хищникам (61 %). В перестойном елово-сосновом лесу сапрофаги занимают такую же долю, как и хищники (40 % и 41 % соответственно). Наибольшая плотность населения отмечается в перестойных лесах — в среднем 98 особей/м<sup>2</sup> (в приспевающем – 81 особей/м<sup>2</sup>). При этом плотность населения в елово-сосновых лесах больше, чем в осино-ельниках (105 особей/м<sup>2</sup> и 68 особей/м<sup>2</sup> соответственно).

*Автор выражает благодарность за помощь и консультации научным сотрудникам ЦЭПЛ РАН Сергею Александровичу Ермолову и Анне Петровне Гераскиной.*

## **Литература**

1. *Гиляров М.С.* Зоологический метод диагностики почв. М., 1965.

### **Влияние влажности на структуру прокариотного комплекса в нефтезагрязненных почвах**

***Овчинникова Елизавета Алексеевна***

*Студент*

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

*E-mail: [liza.ovchinnikoff@gmail.com](mailto:liza.ovchinnikoff@gmail.com)*

На сегодняшний день нефтяные углеводороды по-прежнему являются одними из основных и наиболее часто встречающихся загрязнителей окружающей среды. Микроорганизмы способны разлагать углеводороды в качестве источника

энергии, поэтому их применение в биоремедиации становится естественным следствием. Содержание влаги в почве влияет как на доступность воды для развития микроорганизмов и деятельность гидролитического комплекса, так и на концентрацию поллютантов.

Целью работы являлась оценка метаболически активного прокариотного комплекса почв, загрязненных нефтью в условиях разного давления почвенной влаги. В эксперименте были исследованы образцы чернозема, серой лесной и каштановой почв. Образцы почв были увлажнены до значений давления почвенной влаги, соответствующих полной влагоемкости (0 кПа), 60% от полной влагоемкости (-291 кПа) и влажности завядания (-808 кПа). Далее была добавлена нефть Байтуганского месторождения (в количестве 10% от массы почвы). Контрольные образцы без внесения нефти также были увлажнены в соответствии с тремя видами давления почвенной влаги. В работе использовали молекулярно-биологические методы (метагеномный анализ, ПЦР, FISH). В исследуемых образцах оценивали биомассу, разнообразие и наличие функциональных генов на 30-е сутки эксперимента.

При рассмотрении общей численности и биомассы прокариот во всех исследуемых почвах при всех значениях давления почвенной влаги отмечено, что в опытных вариантах оба показателя были в 1,5–2 раза ниже, чем в контрольных. При полной влагоемкости в нефтезагрязненных образцах всех трех типов почв наблюдалось наименьшее развитие биомассы прокариот и одновременное возрастание доли метаболически активных клеток архей, что, видимо, обусловлено возникновением анаэробных условий. Проведенный метагеномный анализ бактериального сообщества показал, что в загрязненных углеводородами микрокосмах отмечалось увеличение доли актинобактерий, в частности рода *Streptomyces*, для которого наиболее благоприятное значение давления почвенной влаги составляло -808 кПа. По мере увеличения влажности во всех почвенных образцах увеличивалась доля бета- и гамма-протеобактерий и снижалась численность актинобактерий. Увеличение протеобактерий происходило за счет появления родов, которые отсутствовали в не загрязненной нефтью почве, например, *Massilia*, *Variovorax*, *Phenyllobacterium*. Установлено наличие функциональных генов (*alkB* и *xylE*), участвующих в трансформации углеводородов. Значения числа копий гена *alkB* коррелировали с увеличением содержания влаги в нефтезагрязненных образцах всех типов почв и были наибольшими при полной влагоемкости. Максимальное число копий гена *xylE* отмечалось во всех нефтезагрязненных вариантах при оптимальном давлении почвенной влаги (-291 кПа).

Полученные данные дают возможность подобрать оптимальные значения давления почвенной влаги для деятельности микробов-гидролитиков, что позволит повысить эффективность биоремедиации нефтезагрязненных почв.

**Первые сведения о воздействии биочара на выделение парниковых газов (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O и CH<sub>4</sub>) при внесении в ряд почв Нечерноземной зоны**

**Уваров Георг Владимирович<sup>1</sup>, Фортova София Максимовна<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Аспирант, <sup>2</sup>Студент

<sup>1, 2</sup>Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: <sup>1</sup> [georgu98@yandex.ru](mailto:georgu98@yandex.ru)

Сегодня тема поддержания почвенного плодородия и способа организации динамически стабильного землепользования не теряет своей актуальности. Перспективным среди нетрадиционных удобрений считают биочар, богатый углеродом продукт пиролиза биоорганического вещества при температурах от 200°C до 1000°C в условиях отсутствия (ограниченного присутствия) кислорода. Его внесение улучшает долговременное плодородие почвы и воздействует на биологические процессы в ней. Также это простой способ сохранения углерода в почве.

Цель настоящей работы – оценка эмиссии парниковых газов (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) из почв Нечерноземной зоны при внесении биочара.

Объектами исследования выступают образцы подзола (Podzol histic gleyic fluvic; 55.821266, 38.943505), дерново-подзолистой (Luvisol podzolic; 55.638466, 37.116482) и серой лесной почв (Luvisol mollic; 54.830059, 38.238615), которые были отобраны в Московской области и исследованы как с добавлением биочара, так и без него (контроль). Был использован высокозольный биочар древесного происхождения (51.74% C; 0.99% H; 0.76% S; 0.10% N), который вносили в количестве 5% от массы почвы. Эксперимент проводили в течение 2 месяцев при постоянных значениях влажности почвы (60%ППВ) и температуры (28°C) методом инициированной сукцессии. Эмиссия парниковых газов измерена на газовом хроматографе Crystal 5000.2. Содержание гумусовых кислот определено из пиродифосфатной вытяжки на колонке Ultropac Column TSK G2000SW. Элементарный состав биочара и образцов почвы определен на элементном анализаторе.

Эмиссия CO<sub>2</sub> в образцах подзола и серой лесной почвы с биочаром снижалась в сравнении с контролем, аналогично эмиссия N<sub>2</sub>O снижалась в сравнении с контролем в образцах подзола и дерново-подзолистой почвы с биочаром. Эмиссия CH<sub>4</sub>, однако, в образцах подзола и дерново-подзолистой почвы с биочаром заметно возрастала в сравнении с контролем, но только в первые 5 суток. Падение эмиссии парниковых газов из образцов почвы с добавлением биочара, вероятно, связано с его собственной сорбционной способностью. За это говорит выявленная в ходе опыта сорбция гумусовых кислот из почвенного раствора: вытяжки из подзола осветлены в 6 раз, из серой лесной почвы – в 4, а из дерново-подзолистой – в 2 раза, сократилось содержание высокомолекулярной органики в вытяжках из подзола и серой лесной почвы.

В ходе эксперимента показано сокращение эмиссии парниковых газов из исследуемых почв в большинстве случаев. Также показана сорбция гумусовых кислот из почвенного раствора. Оба результата согласуются с рядом более ранних исследований.

Автор благодарит за помощь в постановке опыта проф., д.б.н. Н.А. Манучарову и доц., к.б.н. Ю.А. Завгороднюю.

# **Изучение численности и разнообразия прокариотных сообществ материковой части Диксона и архипелага Земля Франца Иосифа**

**Усова Анастасия Павловна**

*Студент-бакалавр*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: [nikiusova@gmail.com](mailto:nikiusova@gmail.com)*

Исследования полюсов всегда притягивали умы человечества. На факультете почвоведения МГУ на протяжении долгих лет ведутся работы с целью разностороннего изучения субстратов Арктики и Антарктики. особый интерес представляет изучить микробные сообщества почв и сопряженных субстратов.

Проблемы изучения функционирования арктических экосистем, в том числе исследования микробных сообществ почв и сопряженных субстратов, имеют актуальное значение для охраны и рационального использования ресурсов Арктики.

Целью нашей работы является изучение прокариотных сообществ почв архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) и материковой части Диксона (Диксон), а также определение численности и биомассы прокариотной составляющей и особенностей структуры прокариотных сообществ.

Были проанализированы образцы органогенно-гумусового, минерально-оглеенного, погребенного гумусового, органогенного оторфованного, органо-минерального оглеенного горизонтов с Диксона. В сумме было проанализировано 11 образцов. Образцы с ЗФИ были отобраны с органогенного, минерального оглеенного, минерального горизонтов. В сумме было проанализировано 13 образцов: 1 образец с о. Грэм Бэлл, 10 образцов с о. Хэйса, 2 образца с о. Матильды, 2 образца с о. Земля Вильчека. Для определения общей численности бактерий и длины актиномицетного мицелия был применен метод прямой люминесцентной микроскопии, также для определения численности и таксономической структуры сапротрофного комплекса (бактерии и актиномицеты) применен классический метод посева.

Численность бактерий (классический метод посева) варьировалась от 600 до 5400 тысяч КОЕ/г в верхних горизонтах (0-25 см), от 135 до 900 тысяч КОЕ/г в средних горизонтах (23-56 см) и от 135 до 225 тысяч КОЕ/г в нижних горизонтах (от 42 до 62 см). Максимальная численность (5400 тысяч КОЕ/г) наблюдалась на глубине от 0 до 6 см в органогенном оторфованном горизонте. Минимальная (135 тысяч КОЕ/г) наблюдалась на глубине от 25 до 45 см в минеральном оглеенном горизонте. Численность уменьшалась вниз по профилю почвы во всех наблюдаемых разрезах.

Доминанты сапротрофного бактериального комплекса были представлены родами *Bacillus* (от 33 до 48% от общей численности) и *Arthrobacter* (от 30 до 60% от общей численности), также в одном из образцов (нижний горизонт 56-62 см) доминировал род *Actinomyces* (78% от общей численности). Субдоминантом в основном является род *Bacillus* (от 22 до 27% от общей численности). В качестве минорных компонентов выступают такие рода как *Rhodococcus* (7-10%), *Flexibacter* (4%), *Micrococcus* (7%).

Численность бактерий (метод прямой люминесцентной микроскопии) варьировалась от 1,4 до 6,4 млрд клеток/г почвы в верхних горизонтах (0-25 см), от

2,2 до 3,2 млрд. клеток/г почвы в средних горизонтах (23-56 см), от 1,6 до 2,6 млрд. клеток/г почвы в нижних горизонтах (42-62 см). Максимальная численность (6,4 млрд. клеток/г почвы) наблюдалась на глубине от 0 до 13 см в органо-гумусовом горизонте. Минимальная (1,4 млрд. клеток/г почвы) наблюдалась на глубине от 9 до 25 см в органо-минеральном оглеенном горизонте.

Работа над изучением сапротрофного бактериального комплекса материковой части Диксона и Земли Франца Иосифа продолжается в настоящее время.

## **Оценка восстановления активности дегидрогеназ загрязненного тилозином чернозема с помощью биоремедиантов**

**<sup>1</sup>Попова Е.А., <sup>1</sup>Фастова А.С., <sup>2</sup>Акименко Ю.В.**

<sup>1</sup>Студенты, <sup>2</sup>научный руководитель

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии,*

*Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: [Elpopova00@mail.ru](mailto:Elpopova00@mail.ru)*

В настоящее время во всем мире остро стоит проблема бесконтрольного использования антибиотиков в сельском хозяйстве и последствия их применения. По масштабам применения в ветеринарии тилозин занимает одно из первых мест и используется как для лечения, так и для ускорения роста и нагула молока у животных [5]. В связи с чем изучение влияния тилозина на биологические свойства почв и их восстановление после загрязнения является актуальным. В лабораторных условиях моделировали загрязнение чернозема обыкновенного тилозином. Воздушно-сухие образцы почвы обрабатывали раствором антибиотика в концентрации 1000 мг/кг почвы. Загрязненные образцы инкубировали в течение 30 суток. Концентрации и сроки инкубации были выбраны на основе литературных данных и ранее проведенных рекогносцировочных исследований [1-3]. Анализ активности дегидрогеназ проводили через 30 суток после загрязнения, согласно разработанной методике [4]. В качестве биоремедиантов использовали микробиологическое удобрение Байкал ЭМ-1 и ячмень. Согласно шкале для оценки степени обогащенности почв [4], чернозём обыкновенный характеризуется богатой степенью обогащенности дегидрогеназами (22,67 мг ТФФ на 10г за 24 часа). При загрязнении тилозином в концентрации 1000 мг/кг почвы наблюдается снижение активности дегидрогеназ на 33%, что свидетельствует о подавлении микробценоза, являющегося основным продуцентом почвенных ферментов, в том числе и дегидрогеназ. Использование ячменя в качестве биоремедианта приводит к восстановлению данного фермента до контрольных значений, а Байкал ЭМ-1 способствует не только восстановлению, но и увеличению активности дегидрогеназ в связи с увеличением доступной микроорганизм органики.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых – кандидатов наук (МК 2085.2022.1.4).*

### **Литература**

1. *Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И.* Влияние загрязнения антибиотиками на биологические свойства чернозема обыкновенного / Ю.В. Акименко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников; Южный федеральный

университет. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 154 с.

2. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Минникова Т.В. Оценка устойчивости экологических функций почв к загрязнению антибиотиками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2-2. С. 207-210.
3. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Козунь Ю.С., Мясникова М.А., Ообабаян М.Ю., Николаева К.Н., Тимошенко А.Н. Устойчивость микроорганизмов чернозема к загрязнению антибиотиками в условиях полевого модельного опыта // [Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета](#). 2014. № 104. С. 135-148.
4. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Южный федеральный университет; отв. ред. К. Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону: Изд-тво Южного федерального университета, 2016. – 356 с.
5. Kim K.R. Occurrence and environmental fate of veterinary antibiotics in the terrestrial environment / K.R. Kim, G. Owens, S.I. Kwon, K.H. So, D.B. Lee, Y.S. Ok//Water. Air. Soil Pollut. - 2011 - N 214. - P. 163–174.

### **Актинобактериальные комплексы, ассоциированные с муравьями *Lasius niger***

**Харсиев Руслан Русланович**

Студент 4 курса

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

Симбиотические связи между насекомыми и актинобактериями все больше привлекают внимание исследователей [1]. Показано, что у муравьев различных видов, обитающих на территории России, формируются особые актинобактериальные сообщества [2, 3], в составе которых обнаруживаются продуценты биологически активных веществ. Черные садовые муравьи *L. niger* являются эврибионтами – организмами, способными существовать в широком диапазоне условий окружающей среды. Этот вид известен резистентностью к антропогенному воздействию, что можно увидеть по их высокой численности во многих крупных городах, где они зачастую являются единственным видом рассматриваемой территории. Данный вид нередко остается последним представителем своего семейства при угнетении экосистемы [4].

Неизвестно, насколько специфичен состав их прокариотных комплексов и как он связан с высокой приспособляемостью этих насекомых. Именно эта цель преследуется в данной работе. В задачи исследования входит отбор муравьев *L. niger* и материала их гнезд из различных биотопов, выделение из муравьев и почв чистых культур актинобактерий традиционными методами, сравнение таксономического и функционального разнообразия актинобактерий, связанных с муравьями *L. niger* и их гнездами и определение антагонистически активных штаммов актинобактерий в отношении энтомопатогенных микроорганизмов.

Были исследованы гнезда *L. niger* в двух районах г. Москвы: отобраны образцы, проведены посевы на селективные среды, выделены чистые культуры,

проведен скрининг на антагонистическую активность в отношении штаммов *E. coli*, *C. albicans*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. faecalis* и др. В данный момент ведется экстракция антагонистического вещества из культуральной жидкости активных культур с целью их определения.

Результаты тестов показывают наличие активности у ряда культур, а также наличие совпадений в видовом составе актиномицетов, полученных с разных особей муравьев в пределах одного гнезда, и относящегося к нему образца почвы. Такие результаты позволяют предположить наличие закономерности распределения штаммов актиномицетов у муравьев в пределах одного гнезда, а также способность этих штаммов проявлять антагонистическую активность, что может служить основой для защитной функции от энтомопатогенных микроорганизмов.

### Литература:

1. *Chevrette Marc G., Carlson Caitlin M., Ortega Humberto E.* The antimicrobial potential of Streptomycetes from insect microbiomes // Nature communications (2019) vol 10. № 1. pp. 1-11.
2. *Закалюкина Ю.В., Бирюков М.В., Голиченков М.В., Непрусов А.И.* Фенотипическая и филогенетическая характеристика актиномицетов, выделенных из муравьев *Lasius niger* и *Formica cunicularia* // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология. 2017. Т. 72. № 1. С. 16–23.
3. *Закалюкина Ю.В., Зайцев А.Р., Бирюков М.В.* Оценка целлюлозоразрушающей активности актинобактерий, ассоциированных с муравьями // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология. 2021. Т. 76. № 1. С. 24–32.
4. *Пуяткина Т.С., Перфильева К.С., Закалюкина Ю.В.* Типизация городских биотопов на примере мирмекокомплексов Москвы // Зоологический журнал, 2017, том 96, № 11, С. 1373-1383.

### Оценка экотоксичности разных размеров наночастиц серебра по эмиссии CO<sub>2</sub> почвой

*Цепина Наталья Игоревна*

*Младший научный сотрудник, кандидат биологических наук*

*Южный федеральный университет,*

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

*E-mail: cepinanatalia@yandex.ru*

В результате антропогенной деятельности наночастицы серебра все чаще попадают в окружающую среду, в том числе и почвы. Накопление наночастиц серебра в почвенных экосистемах оказывает непосредственное влияние на состояние биоты. Стоит отметить, что именно от состояния биоты зависит процесс дыхания почвы, в результате которого происходит выделение углекислого газа (CO<sub>2</sub>) с поверхности почвы в атмосферу. Эмиссия CO<sub>2</sub> является важнейшей частью биогеохимического цикла углерода, который характеризует биологическую активность и здоровье почв. Отсутствие публикаций, посвященных оценке экотоксичности наночастиц серебра по эмиссии CO<sub>2</sub> почвой, обуславливает актуальность проведения исследований в данной области.

Цель исследования — дать оценку экотоксичности разных размеров наночастиц серебра по эмиссии CO<sub>2</sub> почвой.

В качестве объекта исследования выбран чернозем обыкновенный. Чернозем обладает высоким уровнем плодородия, благодаря чему интенсивно используется в сельском хозяйстве. В лабораторных условиях было смоделировано загрязнение чернозема обыкновенного наночастицами серебра размером 10 и 100 нм и микрочастицами серебра размером 1000 нм в концентрациях 1, 10 и 100 мг/кг почвы. Для сравнения токсического действия наночастиц серебра исследовали загрязнение чернозема оксидом серебра в вышеуказанных концентрациях (1, 10 и 100 мг/кг почвы). Для оценки влияния наночастиц серебра разных размеров на эмиссию углекислого газа черноземом исследовали верхний слой почвы (0–20 см). Дозы были рассчитаны исходя из фоновых концентраций серебра. Фоновое содержание серебра в черноземе обыкновенном 0.303 мг/кг. Был проведен острый экотоксикологический эксперимент для оценки влияния AgNPs на интенсивность эмиссии углекислого газа из почвы через 1, 3 и 7 суток после загрязнения. Эксперимент проводился при температуре 22°C. Производился регулярный контроль эмиссии углекислого газа с помощью газоанализатора EGM PP Systems (USA). Определение углекислого газа проводили в part per million (ppm). Для проверки полученных данных на достоверность был проведен дисперсионный анализ с последующим определением наименьшей существенной разности (НСР).

В результате исследования эмиссии CO<sub>2</sub> при загрязнении чернозема AgNPs и Ag<sub>2</sub>O установлено, что AgNPs размером 10 нм в первые сутки эксперимента по эмиссии CO<sub>2</sub> менее токсичны, чем другие размеры, но через 7 суток эксперимента становятся наиболее токсичными. Более высокие концентрации серебра в почве оказывают более сильное токсическое воздействие на эмиссию CO<sub>2</sub>. Степень токсического воздействия зависит от размера наночастиц: чем меньше размер наночастиц, тем оно значительнее. Наночастицы серебра по степени токсичности образуют следующую последовательность: AgNPs (10 нм) > AgNPs (100 нм) > AgNPs (1000 нм). Результаты исследования целесообразно использовать при биодиагностике состояния почв, загрязненных AgNPs.

Исследование выполнено при государственной поддержке гранта Российского научного фонда № 22-74-00054 в Южном федеральном университете.

### **Влияние биочара на токсичность наночастиц ZnO в почве**

***Черникова Н.П., Барахов А.В., Пуликова Е.П., Северина В.И.***

*Аспирант*

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

*E-mail: nat.tchernikova2013@yandex*

Постоянное использование наночастиц оксида цинка (НЧ ZnO) в сельском хозяйстве может увеличить их концентрацию в почве и создать угрозу для устойчивого растениеводства. Для рекультивации эффективно использование углеродистых сорбентов ввиду большой площади удельной поверхности и высокой сорбционной активности.

Для исследования влияния НЧ ZnO в дозе 2000 мг/кг (размеры частиц: 30–50 нм, Alfa Aesar, США) на растения *Hordeum sativum*, численность и структуру микробного сообщества и роли 2,5% древесного биочара (марка А, Ивчар, Россия) в снижении токсичности НЧ был проведен модельный эксперимент с использованием чернозема обыкновенного. Отбор растений для изучения

накопления Zn и выявления анатомо-морфологических изменений проводили в стадии кущения. Параллельной экстракцией определяли непрочно связанные соединения (НС) Zn в почве: (1) 1 М  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , pH 4,8; (2) 1% ЭДТА в  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ; и (3) 1 М HCl, позволяющие установить содержание обменных, комплексных и специфически сорбированных форм ТМ.. В качестве микробиологических показателей выбраны следующие параметры: количество культивируемых копиотрофных бактерий, аэробных спорообразующих, минеральных азотпотребляющих прототрофных бактерий и актиномицетов и количество плесени.

Загрязнение почвы НЧ ZnO привело к увеличению общего содержания и доли НС соединений Zn в почве на 59%. Основную роль в повышении подвижности Zn сыграли обменные и комплексные соединения. Внесение биочара в загрязненную почву уменьшало долю НС Zn на 33%. Доля различных форм Zn в группе НС во всех вариантах опыта уменьшалась в следующем порядке: специфически сорбированные > комплексные > обменные.

Внесение НЧ ZnO в почву привело к увеличению числа прототрофных бактерий в 2,5 раза, актиномицетов и спорообразующих бактерий в 1,5 раза, при этом количество копиотрофных бактерий не имело существенных различий по сравнению с чистой почвой. Использование биочара не оказало существенного влияния на количество спорообразующих и копиотрофных бактерий по сравнению с загрязнением, а число прототрофных бактерий снизилось на 42%, актиномицетов увеличилось на 30%. Исходя из обилия исследуемых групп микроорганизмов, была обнаружена следующая последовательность: прототрофные бактерии > копиотрофные бактерии > актиномицеты > спорообразующие бактерии.

Увеличение подвижности Zn в почве при загрязнении НЧ привело к повышенному накоплению металла в *H. sativum* и токсическому воздействию на рост растений, вызвав анатомо-морфологические изменения и повреждения в ультраструктурной организации. При использовании биочара содержание Zn в корнях и надземных побегах снизилось на 44% и 39%, длина корня и высота растений увеличились на 48% и 53 %, соответственно. Несмотря на улучшение морфологических показателей при внесении биочара, деформация ассимиляционной ткани на ультраструктурном уровне продолжалась, что могло служить индикатором токсического стресса растений. Таким образом, дальнейшая разработка сорбентов на основе биочара может предложить экономически эффективный и экологически чистый способ снижения потенциальных неблагоприятных последствий, связанных с растущим использованием НЧ металлов в сельском хозяйстве.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-77-20089) в Южном федеральном университете*

# **Влияние вредных физических воздействий на микробиологические свойства почв (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова)**

**Черников Максим Андреевич**

*Аспирант*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: [chernika.msu@gmail.com](mailto:chernika.msu@gmail.com)*

Установлено, что в качестве показателей состояния почв, отражающих вредной физическое воздействие на почвенный покров (шум, вибрация, электромагнитные поля и т.д.), могут выступать почвенные микроорганизмы. Так, показано, что урезающая и инвертная активность почв, а также численность почвенных грибов и актиномицетов - зависят от интенсивности электромагнитных воздействий [3]. Целью проведенных исследований явилась оценка метаболического коэффициента почв в зоне влияния Ленинградского шоссе и воздушных ЛЭП в районе УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова (Московская область, Солнечногорский район).

Измерялись следующие нормирование показатели физических факторов воздействия на почвы: эквивалентный уровень звука (Leg dBA), максимальный уровень звука (max dBA), эквивалентный уровень инфразвука (dBfi) [1], напряженность магнитных полей частоты (50Гц), (мкТл), напряженность электрических полей частоты (50Гц), (В/м<sup>2</sup>), напряженность электростатических полей (кВ/м), модуль вектора магнитной индукции геомагнитных полей(А/М), освещенность (Лк) [2].

\*\*\*

В ходе проведенных измерений было установлено, что значение метаболического коэффициента меняется в зависимости от расстояния от Ленинградского шоссе и воздушных ЛЭП. Сравнение измеренных значений микробного метаболического коэффициента  $qCO_2$  с эталонными показывает, что преобладающая часть исследованных почв УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова относится к 3-ей и 4-ой степеням деградации, а состояние этих почв является неудовлетворительным и даже критическим. Подобная ситуация, в первую очередь, объясняется негативным влиянием выбросов автомобильного транспорта на Ленинградском шоссе. Влияние электрического и магнитного полей проявляется в некотором увеличении микробного метаболического коэффициента непосредственно под ЛЭП и снижением значения данного показателя при удалении от линии электропередачи.

## **Литература**

1. МИ ПКФ-12-00 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ. Однократные прямые измерения уровней звука, звукового давления и вибрации приборами серий ОКТАВА и ЭКОФИЗИКА.
2. ПКДУ.411000.001.02 РЭ. Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А.
3. Сарокова О.Ю., Фролов Ю.П. Влияние электромагнитного излучения ЛЭП-35 кВ и ЛЭП-110 кВ на активность уреазы почвы//Вестника СамГУ – Естественнонаучная серия 2005. №3(37). - 121-129 С.

## **Подсекция «Почвенно-экологические исследования на карбоновых полигонах РФ»**

**Динамика физико-химических свойств торфяных олиготрофных почв**

***Батршина Валерия Радмировна***

*Студент*

*Югорский Государственный Университет, Высшая Экологическая Школа,  
Ханты-Мансийск, Россия*

*E-mail: lera.batrshina@icloud.com*

Торфяные почвы состоят из органического вещества, образованного из остатков отмершей болотной растительности. На протяжении всего процесса развития сообщества болотных растений изменяются под воздействием внешних факторов. Таким образом, состав торфяных почв изменяется в процессе развития болота.

Одними из основных физико-химических свойств торфа являются ботанический состав, степень разложения, влажность, объёмная плотность, зольность и содержание элементов, в частности углерода, азота и водорода. Эти свойства изменяются с глубиной и могут отражать условия, в которых формировалась торфяные почвы.

Например, для олиготрофных болот характерна низкая степень зольности, которая повышается ближе к минеральному ложу. Также олиготрофные торфяники имеют низкую степень разложения, которая зависит от условий увлажнения и состава растительных остатков. Объёмная плотность зависит от величины степени разложения и зольности. Характер питания и соответствующих растительных сообществ определяют тип и группу торфа. В ботаническом составе торфа характерно присутствие древесных остатков (сосна, кедр, лиственница, пихта); травянистых - *Carex lasiocarpa*, *C. globularis*, *C. cespitosa*; и мхов - *Sphagnum fuscum*, *S. balticum*, *S. magellanicum* [1, 2].

Целью данного исследования является оценка динамики физико-химических свойств торфяной залежи олиготрофного болота Мухрино.

Исследования проводились на болотном массиве полевой станции Мухрино (кафедра ЮНЕСКО «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата»), расположенном в среднетаежной зоне Западной Сибири.

Влажность торфа определяли по разнице массы влажного и сухого образца. Объёмная плотность была рассчитана как отношение объема образца в исходном состоянии к его сухому весу. Зольность определяется по доле несгоревшего в мuffleной печи ( $t = 525^{\circ}\text{C}$ ) образца от общей массы.

Были получены показатели объёмной плотности, зольности и влажности (рис.1). Объёмная плотность изменяется от 0.08 до 0.8 г/см<sup>3</sup>. Влажность варьирует от 94 % до 75%. Показатель зольности изменяется в пределах 1 до 8 %, достигая максимума в придонных слоях.

Наблюдается совпадение положительных пиков объёмной плотности и зольности на глубине (90-140 см), при этом влажность торфа на данных глубинах снижается. В целом, выявлены тенденции повышения объёмной плотности и понижения показателя зольности и влажности с глубиной. Неравномерность изменения показателей с глубиной свидетельствует об изменениях воздействия

внешних факторов, таких как количество осадков, видовой состав растений-торфообразователей, возможно, пожаров и наводнений.

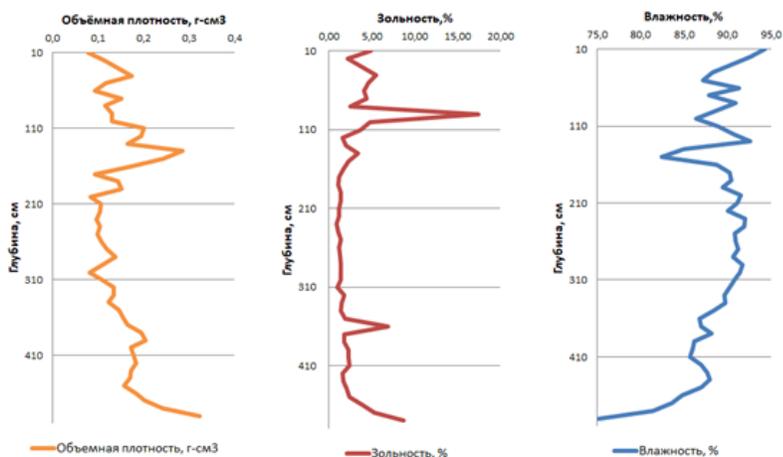


Рис. 1

*Данный проект реализован при поддержке гранта Мегагранта Западно-Сибирского НОЦ (Национальный проект «Наука»).*

### Литература

1. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения / С.Н. Тюремнов. – УДК 622.331. – Москва: Недра, 1976. – 479 с.
2. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Москва: «Гриф и К», 2001. – 584 с.

### Кукуруза как активный поглотитель углерода на карбоновом полигоне МГУ «Чашниково»

**Бойко Алеся Константиновна, Браулов П.А., Сорокин А.С., Касацкий А.А.**  
Студент

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия  
E-mail: alesya-boyko2012@mail.ru*

Эмиссия углекислого газа с земель агроэкосистем не прекращает расти. Созданная в 2021 году государственной политикой программа сети карбоновых полигонов нацелена на мониторинг и снижение выбросов диоксида углерода [5].

Цель текущей работы – выявить наиболее эффективный способ секвестрации диоксида углерода в почвах агроценозов с помощью обнаружения высокопотенциальных к фиксации углерода культур на примере территории карбоновой фермы МГУ «Чашниково».

Территория карбоновой фермы «Чашниково» площадью 1 га расположена в Солнечногорском городском округе Московской области и представлена дерново-подзолистыми почвами. До посадки культур были отобраны почвенные образцы для измерения их плотности с целью последующего определения в них запасов гумуса од посадки культур.

В качестве углерод фиксирующей культуры для нашего опытного участка была выбрана кукуруза на силос в рамках севооборота кукуруза-люпин-пар [1,3]. В течение всего вегетационного периода производился мониторинг посевов. После сбора укосов растительный материал был отправлен для анализа на содержание углерода при помощи CN-анализатора. По результатам измерений массовая доля углерода в початках – 31,1%, в стебле - 36,5%, а в корне – 41,8%.

Вследствие, с помощью коэффициентов гумификации [2], результат будет пересчитан в количество потенциально перешедшего в почву углерода и будет создана модель для прогнозирования скорости и количества запасаения углерода данной культурой в заданной севообороте [4].

*Работа выполнена в рамках программы создания и функционирования карбонового полигона Московской области «Чашниково».*

### **Литература**

1. *Боинчан Б.П.*, Процессы трансформации органического вещества в интенсивно используемой дерново-подзолистой почве и продуктивность полевых культур // Автореферат диссертации 1982..
2. *Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В.*, 2019. Математическая модель динамики плодородия почв, приложение 4 // Методические указания министерства сельского хозяйства РФ РФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина».
3. *Корнилов А.А.*, Биологические основы высоких урожаев зерновых культур // М.: Колос, 137 с. 1968.
4. *Лошаков В.Г.*, Итоги исследований по севооборотам // Известия ТСХА, выпуск 1. 2002.
5. Карбоновые полигоны Российской Федерации, 2023.  
URL: <https://carbon-polygons.ru/>

### **Пространственная вариабельность эмиссии диоксида углерода в лесных экосистемах карбонового полигона МГУ «Чашниково»**

***Бобрик Анна Александровна, Гусева Анна Сергеевна***

*Младший научный сотрудник, студент*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: [annapochva@mail.ru](mailto:annapochva@mail.ru)*

МГУ имени М.В. Ломоносова является оператором карбонового полигона «Чашниково» и активно участвует в реализации одноименного проекта Министерства науки и высшего образования РФ. На карбоновом полигоне МГУ проводится мониторинг эмиссии парниковых газов, разрабатываются низкоуглеродные стратегии природопользования, лесовосстановительные и агрономические технологии, направленные на долгосрочное депонирование атмосферного углерода в

лесных, пойменных и аграрных ландшафтах южной тайги Европейской территории России. Реализация проекта осуществляется в рамках работ научно-образовательной школы МГУ "Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды" [1].

Целью данного исследования является оценка пространственной вариабельности эмиссии диоксида углерода из почв в лесных экосистемах карбонового полигона МГУ «Чашниково».

В ходе исследования, проведённого в июле 2022 года, на участке лесной экосистемы (Московская область, Солнечногорский район, УОПЭЦ «Чашниково»; 56°2'42" N, 37°10'8" E) заложена мониторинговая площадка размером 55м×25м с шагом 5 м. Общее число точек опробования составляет 72. На мониторинговой площадке проведено определение параметров гидротермического режима почв, эмиссии углекислого газа из почв, описание почвенного и растительного покровов. В лабораторных условиях проведено определение содержания экстрагируемого углерода почв и углерода микробной биомассы почв. Площадки мониторинга за счет возможности проведения исследования по регулярной сетке и значительного числа повторностей являются оптимальными для оценки пространственной вариабельности содержания почвенного углерода и эмиссии углерода из почв.

Проведенные исследования показали, что все изученные абиотические параметры (мощность органического слоя, влажность почвы, температура почвы) характеризуются невысокой пространственной вариабельностью. Почвы характеризуются высокими значениями эмиссии диоксида углерода и ее невысокой пространственной вариабельностью ( $469 \pm 124$  мгСО<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·час<sup>-1</sup>, коэффициент вариации 26%).

В результате выполнения работ в 2022 году получена общая характеристика факторов среды и компонентов углеродного цикла почв лесной экосистемы карбонового полигона МГУ «Чашниково», оценена их пространственная вариабельность и взаимосвязь, также определено, какие факторы среды и в какой степени оказывают влияние на эмиссию углерода из почв.

*Работа выполнена в рамках программы создания и функционирования карбонового полигона Московской области «Чашниково».*

### Литература

1. Карбоновый полигон «Чашниково», 2023.  
URL: <https://carbon.msu.ru/>

### **Оценка скоростей секвестрации углерода пахотных почв Тульской и Ростовской областей на базе различных климатических данных**

*Добровольская Валерия Андреевна, Шабалина Д.М.*

*Аспирант*

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

*E-mail: gafiatulina.valeriya@mail.ru*

В повестке изменения климата актуальной является тематика использования механизма компенсации эмиссии парниковых газов путем закрепления углерода в пахотных землях. Исследование развивает методику, предложенную в рамках

проекта ФАО по созданию Глобальной карты секвестрации почвенного углерода почвами сельхозугодий (GSOCseq). В работе были сформированы карты скорости секвестрации углерода пахотными почвами России в слое 0-30 см для Тульской и Ростовской областей, разделенных на подобласти, исходя из почвенно-географического районирования. Моделирование проводилось по трем сценариям: сценарий неизменного землепользования, когда предполагается в течение последующих 20 лет сохранение текущих практик землепользования, и три сценария применения углеродосберегающих практик возрастающей интенсивности, что выражается в увеличении поступающих в почву органических остатков на 5%, 10% и 20%. Для оценки секвестрации по методике ФАО используется база климатических данных Climatic Research Unit (CRU) с разрешением 50\*50 км. Для пространственной детализации прогноза есть возможность пользоваться информацией базы данных высокого разрешения TerraClimate (около 4\*4 км). При сохранении текущей практики землепользования средняя абсолютная скорость закрепления почвенного углерода максимальна на юге Тульской области – 148 кг С/га в год, для юго-востока Ростовской области имеет место эмиссия в объеме 87 кг С/га в год. При переходе на технологии углеродсбережения средние показатели скорости секвестрации увеличиваются до 300 кг С/га в год для Тульской и до 117 кг С/га в год - для Ростовской. В последнем случае процессы потери углерода сменяются на его накопление, то есть меняется отклик почвы на добавление органического вещества, что играет важную роль в выборе технологий обработки пашни. Таким образом, можно сделать вывод о высоком потенциале секвестрации углерода почвами серыми лесными почвами Тульской области, а также о возможности направленной смены эмиссии углерода на его накопление при внедрении углеродосберегающих практик (на примере Ростовской области).

Сравнение результатов, полученных на основе двух баз климатических данных различного пространственного разрешения (CRU и TerraClimate), показало наличие линейного сдвига в прогнозе: средние значения абсолютной скорости секвестрации углерода почвами значительно снижаются. При реализации в ближайшие 20 лет практики неизменного землепользования среднее снижение этого показателя составляет 90 кг С/га в год. Сдвиг скоростей секвестрации не зависит от выбранной стратегии землепользования и является линейным для всех рассматриваемых сценариев. Предположительно, такой результат связан с наличием сдвига в двух базах климатических данных: по температурным данным и по количеству осадков. Проверка по реальным данным с метеостанций с РФ позволит выяснить, какая из баз данных является более объективной и будет использоваться в дальнейшей работе по прогнозному моделированию секвестрации углерода.

*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).*

## Потоки углекислого газа с мочажин верхового болота

*Кулик Артем Александрович*

*Студент*

*Югорский Государственный Университет*

*Высшая Экологическая Школа, Ханты-Мансийск, Россия*

*E-mail: [k.artem.a@yandex.ru](mailto:k.artem.a@yandex.ru)*

Болота являются мощнейшим резервуаром углерода на суши [5]. Тенденция к потеплению климата может привести к изменению функционирования болот. Одним из основных факторов изменения климата является выбросы парниковых газов [3]. В частности, с потоками CO<sub>2</sub> связано 80% антропогенного парникового эффекта [4]. При этом роль естественных экосистем в эмиссии углекислого газа остаётся недостаточно изученной. В случае потепления климата болота в долгосрочной перспективе могут перейти из разряда накопителей в разряд источников углерода [1]. По данным [2] болото “Мухрино” за период 2017-2019 гг. выступало как поглотитель углерода. Целью исследования является сравнение потоков углекислого газа за летне-осенний период в мочажинных сообществах верхового болота.

Исследование проводилось на территории грядово-мочажинного комплекса верхового болота “Мухрино”, расположенного в таёжной зоне Западной Сибири. Потоки CO<sub>2</sub> измерялась при помощи метода автоматических камер. Всего было использовано 4 автоматических камер (Li-Cor 8100-104), установленных на в мочажине. Первая группа камер - прозрачные, измеряющие чистый экосистемный обмен (NEE); вторая группа - непрозрачные камеры, измеряющие дыхание экосистемы (Reso). Измерение проводилось 2 минуты каждые 30 минут для каждой камеры. Этого периода достаточно, чтобы получить репрезентативные потоки, не вызывая каких-либо значительных нарушений, например, повышение температуры или влажности. Расчеты потоков производились с помощью специального программного обеспечения Li-8100 (LI-COR).

На рис.1 представлена динамика потоков CO<sub>2</sub> в летний и осенний период за 2021 год. Экстремальные значения для прозрачной камеры в летний период 5,45  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и -5,83  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №5, и 4,14  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и -4,62  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №7. В осенний период экстремальные значения 2,72  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и -5,32  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №5, и 2,46  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и -4,24  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №7. Экстремальные значения для непрозрачной камеры в летний период 0,52  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и 6,13  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №6, и 0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  и 2,94  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{сек}$  для камеры №8. В осенний период экстремальные значения 0,00, 2,98 (камера №6) и 0, 1,67 (камера №8). По рис.1 в осенний период наблюдается затухание значений потока ближе к концу периода. Это связано с изменением погодных и температурных условий. Мицелиальные актинобактерии получили широкое распространение в природе. Они встречаются в воздухе, в пресных водоемах и морях, в пище, кишечнике и экскрементах беспозвоночных, но наибольшее их разнообразие обнаруживается в почве и растительных субстратах. Актиномицеты обнаруживаются во всех типах почв, как самых северных, так и южных биоклиматических зон. Распространение актиномицетов несет континуальный характер распределения, закономерно связанный с географической природной зональностью. Кроме того, экологическая стратегия мицелиальных прокариот, основанная на потреблении труднодоступных органических веществ, определяет вертикальную стратификацию актиномицетов в основных ярусах

экосистем. Нахождение места актиномицетов в микробном комплексе малоисследованных тропических регионов дополняют наши знания о биоразнообразии микробного мира, а также, несомненно, представляет интерес для биотехнологии, так как поиск продуцентов новых антибиотиков и ферментов, применение популяции актиномицетов для биоконтроля и биоремедиации, борьбы с фитопатогенными грибами – все это составляет важные практические задачи, для решения которых необходимы знания об экологии актиномицетов [2].

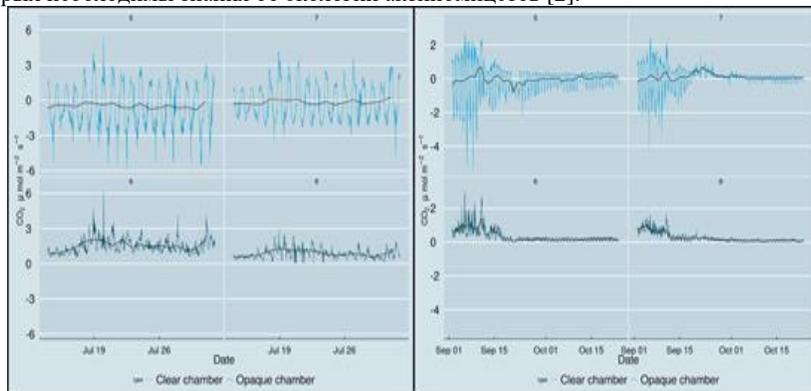


Рисунок 1. Динамика потока  $\text{CO}_2$  в летне-осенний период в прозрачных и непрозрачных камерах.

Данный проект реализован при поддержке гранта Мегагранта Западно-Сибирского НОЦ (Национальный проект «Наука»).

### Литература

1. Глухова, Т. В. Эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности олиготрофных болот южно-таежной зоны европейской территории России с учетом микрорельефа/ Почвоведение. – 2014. – № 1. – С. 48. – DOI 10.7868/S0032180X14010055. – EDN RSIXZD
2. Дюкарев, Е. А. Измерения потоков углекислого газа с помощью автоматической камерной системы на болоте в Западной Сибири / Материалы Шестого Международного полевого симпозиума, Ханты-Мансийск, 28 июня – 08 2021 года. – Томск: Издательство Томского университета, 2021. – С. 17-18. – EDN YEVB DY.
3. Кароль, И. Л. Климат будущего: взгляд из настоящего / И. Л. Кароль, А. А. Киселев // Природа. – 2011. – № 1(1145). – С. 3-9. – EDN OFEVXH.
4. Назаров, Б. И. Влияние парниковых газов на глобальное изменение климата / Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2009. – № 2. – С. 56-62. – EDN OYODFT.
5. Yu, Z. C.: Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review, Biogeosciences, 9, 4071–4085, <https://doi.org/10.5194/bg-9-4071-2012>, 2012.

## **Подходы к определению содержания растворенного органического углерода в торфе**

*Шанёва Виктория Сергеевна*

*Студент*

*Югорский государственный университет,*

*Высшая экологическая школа, Ханты-Мансийск, Россия*

Растворенный органический углерод (РОУ) является неотъемлемой частью цикла углерода, в особенности в болотных экосистемах. Несмотря на это, на данный момент информация о вертикальном распределении РОУ по торфяной залежи немногочисленна, а общепринятого метода определения РОУ в торфе не существует. В данной работе представлена сравнительная характеристика двух методов экстракции РОУ из торфа.

Образцы отбирались на полевой станции Мухрино, расположенной в среднетаежной зоне Западной Сибири на левой террасе реки Иртыш, в ~20 км к западу от города Ханты-Мансийск и примерно в 20 км к югу от места слияния рек Иртыш и Обь. Торфяная колонка была отобрана в летний период (август 2022 года) на границе гряды и мочажины с помощью пробоотборника (тип “Русский бур”) на всю глубину торфяной залежи. В работе было использованы два подхода к экстракции РОУ из торфа. Первый подход заключается в использовании перемешивающего устройства (лабораторного шейкера). Навеска торфа (~10-20 г) переносится в коническую колбу и заливается 50 мл деионизованной воды. Колбы перемешиваются на лабораторном шейкере в течении 30 минут. После этого содержимое колб помещается на сито (диаметр ячеек 0.25 мм), установленное на керамической чаше, и выжимается керамической лопаткой. Полученный экстракт пропускается через мембранный фильтр (0.45 мкр) в стеклянные вials (1мл). Второй подход заключается в промывании на сите (диаметр ячеек 0.25 мм) навески торфа (~10-20 г) 100 мл деионизированной воды. Полученный экстракт пропускается через мембранный фильтр (0.45 мкр) в стеклянные вials (1 мл). Анализ содержания РОУ проводился на анализаторе углерода Thermo Scientific Flash-2000.

Оба метода показали неравномерность распределения содержания РОУ по глубине разреза. По методу шейкера максимальный скачок концентрации

произошел на глубине 490 см составил 563 мг/л, по методу “проливки” максимальный скачок составил 858,2 мг/л на глубине 480 см. По нашим результатам использование лабораторного шейкера позволяет экстрагировать из торфа максимальное количество РОУ.

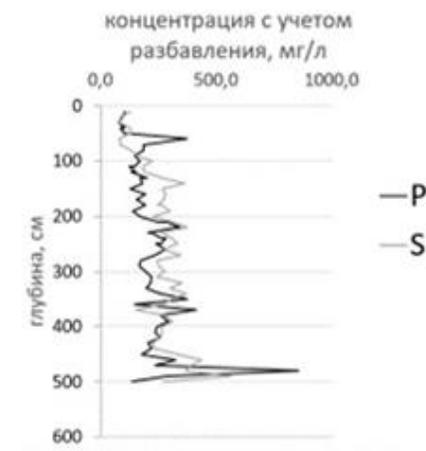


Рис.1 График концентрации для различных методов

*Данный проект реализован при поддержке гранта Мегагранта Западно-Сибирского НОЦ (Национальный проект «Наука»).*

## Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»

### Биологическая активность почв типичных экосистем южной тундры (Северо-Восток Русской равнины)

*Бобрик Анна Александровна*

*Младший научный сотрудник*

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

*E-mail: ann-bobrik@yandex.ru*

Актуальность научной проблемы, на решение которой направлено исследование, обусловлена наблюдаемыми в настоящее время изменениями арктических и субарктических экосистем на всех уровнях организации, возникающими в связи с изменяющимися климатическими параметрами, усиливающейся антропогенной нагрузкой и деградацией многолетней мерзлоты. Круговорот углерода в криогенных почвах регулируется сложным взаимодействием между такими параметрами окружающей среды как температура, влажность, доступность кислорода и питательных веществ, а также такими факторами, как характер почвообразующей породы, природа органического вещества, криотурбация и др. Целью данного исследования является оценка параметров биологической активности почв типичных экосистем южной тундры (Северо-Восток Русской равнины).

В ходе исследования, проведённого в июле 2022 года, на типичном участке южной тундры (респ. Коми, г.о. Воркута; 67°38 N, 64°14 E) заложена мониторинговая площадка размером 50м×30м с шагом 5 м. Общее число точек опробования составляет 77. На мониторинговой площадке проведено определение параметров гидротермического режима почв, мощности сезонно-талого слоя, эмиссии углекислого газа, описание почвенного и растительного покровов. В лабораторных условиях проведено определение содержания экстрагируемого углерода почв и углерода микробной биомассы почв.

Проведенные исследования показали, что все изученные абиотические параметры (мощность сезонно-талого слоя, влажность почвы, температура почвы) характеризуются высокой пространственной вариабельностью, что обусловлено неоднородным характером почвенного и растительного покровов, малой мощностью органофилия почв и выраженным микрорельефом. Исследованные экосистемы южной тундры характеризуются невысокими значениями мощности сезонно-талого слоя и ее высокой пространственной вариабельностью ( $0,31 \pm 0,18$  м, коэффициент вариации 58%). Установленные связи мощности органофилия почв с такими абиотическими факторами среды как мощность сезонно-талого слоя ( $r = -0,52$ ,  $p\text{-level} < 0,05$ ) и температура почвы ( $r = -0,50$ ,  $p\text{-level} < 0,05$ ) показывают значимую роль почвенно-растительного покрова в формировании глубины сезонного протаивания. Почвы характеризуются высокими значениями эмиссии диоксида углерода и ее высокой пространственной вариабельностью ( $346 \pm 55$   $\text{mgCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ , коэффициент вариации 70%).

В результате выполнения работ в 2022 году получена общая характеристика факторов среды и компонентов углеродного цикла почв, оценена их пространственная вариабельность и взаимосвязь, также определено, какие факторы среды и в какой степени оказывают влияние на эмиссию углерода почвами. Полученные

результаты показывают, что пространственная вариабельность эмиссии CO<sub>2</sub> значительно связана с температурой и влажностью почвы, свойствами органического вещества почв.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект № МК-23.2022.1.5).*

## **Оценка влияния содержания гумуса и форм азота серых лесных залежных почв Ботанического сада КФУ на трофическую активность почвенных сапротрофов**

***Бодалев Константин Андреевич***

*Студент 4 курса*

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

*E-mail: KABodalev@stud.kpfu.ru*

При снятии антропогенной нагрузки агроценозы трансформируются в постагрогенные фитоценозы, что приводит к смене структуры растительности, функционированию почв в новом режиме и изменению характера почвообразования [1]. Как следствие изменяются свойства почв на всех уровнях их организации, в том числе и биологические, например, такие как трофическая активность (ТА) почвенных сапротрофов.

Цель работы – оценить влияние содержания гумуса, нитратной (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и аммонийной (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) форм азота залежных почв на ТА почвенных сапротрофов.

Почвенный покров Ботанического сада КФУ представлен серыми типичными легкосуглинистыми почвами (КиДПР, 2004). Объектом послужил постагрогенный фитоценоз возрастом около 20 лет. Согласно геоботаническому описанию на участке выделены пять растительных сообществ: луг вейниковый с подростом березы, луг мелкопестниковый с подростом сосны и березы, березняк землянично-разнотравный с сосной, сосняк мертвопокровный, березняк вейниковый. Образцы почвы отбирали со слоя 0-20 см. Уровень ТА определяли с помощью теста bait-lamina [2]. Рассматривалось процентное отношение перфорированных отверстий от их общего количества. Содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в почве определялось ионометрическим методом, содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – с применением реактива Несслера, содержания гумуса – по И.В. Тюрину. Статистически значимые различия определялись по критерию Манна-Уитни, корреляционная связь содержания показателей со значениями ТА определялась по Спирмену.

Наиболее высокий уровень ТА принадлежит сообществам луга вейникового и луга мелкопестникового – в среднем 80%, для березняка вейникового – 73%, а в сосняке мертвопокровном и березняке землянично-разнотравном – 66%. Различия в значениях ТА статистически значимы. В содержании NH<sub>4</sub><sup>+</sup> также выявлены значимые различия. В сосняке мертвопокровном и луге мелкопестниковом его содержание наименьшее. В содержании NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и гумуса значимых различий не обнаружено. Показатель корреляции Спирмена в сообществах между ТА и NO<sub>3</sub><sup>-</sup> находился в диапазоне -0,03 – 0,83, наибольшее значение в сосняке мертвопокровном; между ТА и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – в диапазоне -0,14 – 0,38, наибольшее значение в березняке землянично-разнотравном; между ТА и гумусом – -0,17 – 0,44, наибольшее значение в березняке вейниковом.

Коэффициент корреляции во всех случаях не значим при уровне значимости  $\alpha=0,05$ .

Отмечена дифференциация на участке между сообществами в показателе ТА, значимой связи с почвенными характеристиками не обнаружено. Вероятно, что различный уровень ТА почвенной биоты связан с преобладающим типом растительности, так как наибольшие ее значения приурочены к ассоциациям с густым травянистым покровом, а наименьшие из рассматриваемых – где он выражен слабо или практически отсутствует.

### Литература

1. Гончарова, О.Ю., Телеснина, В.М. Биологическая активность постагрогенных почв (на примере Московской области) // Вестник Московского университета. 2010, серия 17, Почвоведение, №4.
2. Von Törne E. Assessing feeding activities of soil-living animals. 1. Bait-lamina-tests / E. Von Törne: Pedobiologia. Vol. 34, № 2, 1990. P. 89–101.

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

*Вартанов А.Н., Жилин Н.И., Жулидова Д.А., Земсков Ф.И.*

*Аспирант, инженер, аспирант, младший научный сотрудник  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*[anvbox93@mail.ru](mailto:anvbox93@mail.ru), [zhilinnik@ya.ru](mailto:zhilinnik@ya.ru), [julidova-dasha@yandex.ru](mailto:julidova-dasha@yandex.ru),  
[philzemskov@mail.ru](mailto:philzemskov@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°C взвешивались для определения общей массы детрита. Содержание катионов определялось на основе использования атомно-абсорбционного спектрофотометра contraAA 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 обратного 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. *Чутикова 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.

### Реакция ферментативной активности буроземов и коричневых почв на воздействие пожара

***Вилкова В.В., Привизенцева Д.А., Казеев К.Ш.***

*Студент, 1 курс магистратуры*

*Южный Федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии  
им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: lera.vilkova.00@mail.ru*

Основной вклад в динамику и формирование естественных биогеоценозов вносят лесные пожары. Распространение пожаров носит комплексный характер, включающий 3 фактора: метеорологические условия, запасы и состояние лесных горючих материалов и рельеф [1]. Влияние пожаров на экосистемы во многом зависит от их интенсивности, длительности и дыма [2]. С помощью изучения динамики показателей активности почвенных ферментов можно проследить и оценивать скорость восстановления постпирогенных почв. Касательно скорости восстановления нарушенных пожаром экосистем научные данные разных исследователей различаются. Одни ученые отмечают, что восстановление ферментативной активности происходит в течение года [3].

Целью настоящей работы является изучение реакции активности почвенных ферментов двух типов почв: бурозем и коричневые почвы. Объектами

исследования являются постпирогенные коричневые почвы, отобранные на территории государственного природного заповедника «Утриш» спустя 2 года после пожара, а также постпирогенный бурозем, отобранный на территории Республики Адыгея, спустя 4 года после пожара. В качестве контроля послужили почвы, не подверженные влиянию огня. Для определения биологической активности коричневых почв по общепринятым в биологии и почвоведении методам [4] была исследована ферментативная активность (каталаза, уреазы, инвертазы, фосфатазы).

Для постпирогенного бурозема отмечено снижение активности каталазы, инвертазы и фосфатазы среднее на 38% по сравнению с контрольными значениями. В случае активности уреазы отмечено, наоборот, стимулирование на 6%. При изучении постпирогенных коричневых почв установлено снижение активности каталазы, инвертазы и уреазы в среднем на 62%, активность фосфатазы выше контрольных на 42%.

Таким образом, активность ферментов из класса оксидаз и гидролаз является чувствительными и информативными показателями для диагностики состояния почв после пирогенного воздействия. При этом реакция ферментов зависит от вида фермента, и стадии восстановительной сукцессии.

*Исследования выполнены при поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-449.2022.5) и Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030», №СП-12-22-9).*

## Литература

1. Харитоновна А.О., Харитоновна Т.И. Влияние ландшафтной структуры Мордовского заповедника (Россия) на распространение пожара 2010 года //Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2021. – Т. 6. – №. 2. – С. 29-41.
2. Нижельский М.С., Казеев К.Ш., Вилкова В.В., Колесников С.И. Ингибирование ферментативной активности чернозема обыкновенного газообразными продуктами горения растительных материалов // Почвоведение. – 2022. – № 6. – С. 728-736.
3. Kazeev K., Vilkova V., Shkhatsev A., Bykhalova O., Rudenok Y., Nizhelskiy M., ... & Rajput V. D. Consequences of the catastrophic wildfire in 2020 for the soil cover of the Utrish State Nature Reserve //SAINS TANAH-Journal of Soil Science and Agroclimatology. – 2022. – Vol. 19. – №. 1. – P. 52-59.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В. Методы диагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮФУ. – 2016. – 356 с.

## Динамика пожаров на южной границе криолитозоны Республики Коми в голоцене

*Горбач Николай Михайлович<sup>1, 2</sup>*

*Обучающийся, 2 курс аспирантуры*

*<sup>1</sup>Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,  
Сыктывкар, Россия*

*<sup>2</sup>Институт биологии ФИЦ Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар,  
Россия*

*E-mail: [nikolay.tbo@gmail.com](mailto:nikolay.tbo@gmail.com)*

Торфяные олиготрофные почвы представляют собой уникальные архивы, хранящие информацию о климатических и экологических изменениях в голоцене. При условиях изменения климата особое внимание уделяется торфяным почвам, так как они содержат огромные запасы углерода, который способен высвободиться при пожарах и привести к эскалации климатических изменений. Именно поэтому на данные объекты исследований направлено пристальное внимание с научной стороны. Различные методы палеоэкологических исследований, куда входит анализ макрочастиц угля в торфе, уже давно и эффективно используются для реконструкции прошедших пожаров [2–4].

Исследуемая торфяная олиготрофная почва представляет собой верховое болото, расположенное в заказнике «Сула-Харьгаинский» на севере Республики Коми (66°54'30 с.ш.; 51°54'18 в.д.). Колонки торфа с ненарушенной структурой были отобраны с помощью ручного торфяного бура и проанализированы на возраст и содержание макроскопических частиц (макрочастиц) угля. Радиоуглеродный анализ проводили жидкостно-сцинтилляционным методом. Калибровка радиоуглеродного возраста в календарный возраст произведена с помощью программы CALIB REV 8.2. Анализ макрочастиц (пирогенные остатки более 125 мкм) проводили с предварительным обесцвечиванием органического материала.

В результате исследований выявлено, что формирование торфяника мощностью 182 см началось более 9 тыс. кал. л. н. (8060±200 <sup>14</sup>C л. н.). Выявлено пять пожаров локального уровня, два из которых прошли в более ранние периоды голоцена (бореальный и атлантический) и три локальных пожара в периоды позднее (субатлантический и суббореальный). Наиболее высокая скорость аккумуляции макрочастиц угля выявлена в период с 9 до 5,5 тыс. кал. л. н. и в большей степени относятся к атлантическому периоду. Согласно исследованиям на Северо-Востоке европейской части России [1], это наиболее теплый и влажный период (оптимум) голоцена. Анализ макрочастиц показал резкое увеличение скорости концентрации аккумуляции постпирогенных частиц в нижних горизонтах исследуемых торфяных почв. Можно предположить, что пожары в них являлись фактором, приведшим к первоначальному заболачиванию территории.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 19-29-05111 мк.*

## Литература

1. Голубева Ю.В. Климат и растительность послеледниковья на территории республики Коми // Литосфера. 2008. №. 2. С. 124–132.
2. Горбач Н.М., Кутявин И.Н., Старцев В.В., Дымов А.А. Динамика пожаров на Северо-Востоке европейской части России в голоцене // Теоретическая и прикладная экология. 2021. №. 3. С. 104–110. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2021-3-104-110>.
3. Куприянов Д.А., Новенко Е.Ю. Реконструкция динамики лесных пожаров Центральной Мещеры в голоцене (по данным палеоантракологического анализа) // Сибирский экологический журнал. 2019. Т. 3. С. 253–263. <https://doi.org/10.15372/SEJ20190302>.
4. Dymov A.A., Gorbach N.M., Goncharova N.N., Karpenko L.V., Gabov D.N., Kutyavin I.N., Grodnitskaya I.D. Holocene and recent fires influence on soil organic matter, microbiological and physico-chemical properties of peats in the European North-East of Russia // Catena. 2022. Т. 217. С. 106449. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106449>.

### Разнообразие и распространение гумусовых горизонтов почв на острове Итуруп

*Маркин Фёдор Владимирович*

*Аспирант*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, факультет Почвоведения, Москва, Россия*  
*E-mail: [markin.f2019@gmail.com](mailto:markin.f2019@gmail.com)*

Курильские острова имеют протяженность более 1000 км и расположены между Камчаткой и Японией, климатические условия которых существенно различаются (на юге Камчатки холодный, избыточно влажный климат, а на севере Японии – умеренный муссонный), а почвенный покров относится к двум различным почвенно-биоклиматическим провинциям: Камчатская провинция, Камчатка, и Сихотэалинско-Сахалинская провинция, Сахалин и Приморье [1]. Вулканические почвы Камчатки характеризуются обилием невыветрелого вулканического стекла, а также наличием сухоторфяных, и грубогумусовых горизонтов [2], в то время как в вулканических почвах Японии представлены хорошо сформированные гумусово-аккумулятивные горизонты Umbric [3,4]. Зерна вулканического стекла в этих почвах отсутствуют. Почвенный покров Курильских островов практически не изучен, и вопрос об их принадлежности к той или иной почвенной биоклиматической провинции остается открытым.

Итуруп, самый большой остров южной Курильской гряды, имеет разнообразный почвенный покров. Это обусловлено большой протяженностью острова (около 200 км) и гористым рельефом, образованным вулканическими постройками и горными массивами высотой до 1700 м. На микроклимат в разных частях острова влияют два контрастных течения – холодное (Оясио в Тихом океане) и теплое (Соя в Охотском море), а также наличие термальной и вулканической

активности. В 35 почвенных разрезах, расположенных в различных частях острова, рассмотрены свойства поверхностных горизонтов. Определялись значения pH, ЕКО, степень насыщенности основаниями, содержание органического углерода, гранулометрический состав и морфологические свойства.

Почвы богаты органическим веществом (от 1,8 до 20%). Были диагностированы поверхностные горизонты АУ, АО, Н, W, [5]. В почвах под всеми растительными сообществами наиболее распространен горизонт АУ. По WRB все горизонты АУ, АО и W попадают под определение горизонтов Umbric.

Почвы преимущественно кислые, (pH от 4,4 до 6), ненасыщенные (степень насыщенности от 7 до 80%) и характеризуются средней степенью выветрелости и наличием отдельных зерен вулканического стекла. Гранулометрический состав преимущественно песчаный и супесчаный. По полевому тесту большинство почв показывает наличие аллофанов. По-видимому, свойства почв Южных Курил определяются их переходным положением от почв холодных гумидных областей к почвам умеренных теплых гумидных областей.

### Литература

1. Национальный атлас почв Российской Федерации. — М.: Астрель, 2011. — 632 с.
2. *Карпачевский Л.О., Алябина И.О.* и др. Почвы Камчатки. — М.: ГЕОС, 2009. — 224 с.
3. World Reference Base for Soil Resources/ International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps 4<sup>th</sup> edition. — International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022. — 234 p.
4. *Ryusuke Hatano, Hitoshi Shinjo, Yusuke Takata.* Soils of Japan. — Japan.: Springer Singapore, 2021. — 372 p.
5. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.

### Сравнение различных методов определения неорганических форм углерода в естественных почвах

***Минаева Е.Н., Скрипников П.Н., Тагивердиев С.С., Носов Г.Н.***

*Младший научный сотрудник*

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванова ЮФУ*

*Россия, Ростов-на-Дону*

*E-mail: eminaeva@sfedu.ru*

Карбонатные образования являются одним из основных диагностических признаков черноземных почв (Безуглова, 2021). Изучение этих образований имеет первостепенное значение для правильной диагностики процессов и условий, систематики и классификации почв различного генезиса, а также для характеристики структурного состояния, во многом определяющего их физико-химические и физико-механические свойства (Морозов, 2017). Таким образом, важно найти и адаптировать новые методы определения карбонатов к характеристикам

почвы, так как современные методы более точны и требуют гораздо меньше времени, в отличие от классических.

Задачи заключаются в определении содержания неорганических форм углерода с помощью: 1. Инструментальный метод на анализаторе Shimadzu TOC-L CPN; 2. Объемный метод (метод Шейблера); 3. Комплексометрическое титрование (метод Кудрина). Определение концентрации IC проводили в 49 пробах, отобранных из 8 профилей черноземов известковых Ботанического сада ЮФУ, Щепкинского леса, Темерницкой рощи, Персиановской степи. По классификации почв России (2004) миграционно-сегрегационные черноземы, на лессовидных легких глинах и тяжелых суглинках, реже на красно-бурых глинах и суглинках.

Исследуемая почва характеризуется экспоненциальной зависимостью распределения неорганического углерода с глубиной. В среднем наиболее высокие значения IC получены комплексометрическим методом, особенно на малых концентрациях. Наиболее заниженные результаты показал волнометрический метод при содержании углерода, как при низких концентрациях, так и при высоких. Инструментальный метод в данном случае показал чуть ниже значения, чем метод Кудрина при концентрациях более 1, что возможно характеризуется его большей точностью. В тоже время Тос-анализатор показал самый низкий показатель на малых концентрациях верхних горизонтов почв (<0,7%), что является его недостатком и возможно требует более точных калибровочных шкал.

Простые газометрические и химические методы позволяют определить лишь общее содержание CO<sub>2</sub> с пересчетом на CaCO<sub>2</sub>. В результате остаются не учтенными другие карбонатные минералы, а содержание кальцита завышается. Инструментальные методы дают более точное определение содержания неорганического углерода в почве при условии точных калибровочных шкал. Инструментальный метод более пригоден для горизонтов с высоким содержанием IC в почвах, тогда как комплексометрический метод Кудрина более чувствителен для почвенных горизонтов с низким содержанием IC, но в незасоленных почвах.

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

### Литература

1. Безуглова О.С., Минаева Е.Н., Морозов И.В. Генезис карбонатного и гипсоносного горизонтов в черноземах обыкновенных карбонатных // Наука Юга России. 2019. Т.15. – №4.
2. Морозов И.В. О формировании карбонатного горизонта черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона / И.В. Морозов, О.С. Безуглова, Е. Н. Минаева // Живые и биокосные системы. – 2017. – № 22.

## Потоки $\text{CH}_4$ и $\text{CO}_2$ в лесных экосистемах различной степени заболачивания на юго-западе Валдайской возвышенности

Мишина М.С.<sup>1\*</sup>, Моченов С.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>аспирант

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, лаборатория эколого-климатических исследований, Москва, Россия

E-mail:m.mishina1800@mail.ru

Метан ( $\text{CH}_4$ ) и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – основные парниковые газы, растущая концентрация которых в атмосфере вносит вклад в глобальное изменение климата. При этом метан обладает большим потенциалом глобального потепления по сравнению с углекислым газом. В изучении циклов этих парниковых газов вызывают интерес такие экосистемы, как заболоченные леса, поскольку их почвы в зависимости от условий увлажнения могут являться источником  $\text{CH}_4$  в атмосферу, как болотные биогеоценозы, или его стоком – как лесные [1, 2]. Примером распространения подобных экосистем в южной тайге является юго-запад Валдайской возвышенности. Цель работы - оценка эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  в заболоченных лесах юго-запада Валдайской возвышенности.

Работа выполнена на территории Центрально-лесного государственного заповедника в рамках 5 полевых кампаний в июне-октябре 2022 года. С использованием метода статических непрозрачных камер 2 типов и газоанализатора Li-7810 («LI-COR», США) в 6-кратной повторности измерялись потоки  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  на 6 участках на торфяных почвах: 3 участках ельника чернично-сфагнового (ЕЧС) («фоновом», с обилием валежа, с наличием подроста), 2 участках сосняка пушице-сфагнового (СПС) («фоновом» и экотоне с на границе с ЕСЧ), и участке черничного ельника (ЕЧ). Площадь оснований камер составляла 284 и 1600  $\text{cm}^2$ , объём - 5 и 64 л соответственно. Попутно измерялись температура поверхностного слоя почвы и уровень болотных вод (УБВ) на участках.

На всех участках, кроме СПС, в целом наблюдалось поглощение  $\text{CH}_4$  почвой (медиана потока из почвы за все периоды измерений -11  $\text{мкгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ , размах от -345 до 111  $\text{мкгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ ), на участке СПС – эмиссия (медиана 66  $\text{мкгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ , размах от -55 до 736  $\text{мкгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ ). При этом в течение лета наблюдаемое поглощение  $\text{CH}_4$  усиливалось, его выделение в СПС – ослаблялось, что совпадало с понижением УБВ по профилю почвы и увеличением температуры поверхностного слоя почвы, что соответственно могло угнетать метаногенез в почве и способствовать метанотрофии. Это отражает нетипично высокие температуры воздуха и малое количество осадков для данной территории, наблюдавшиеся летом 2022 года. Предполагается, что в октябре УБВ был оптимален для эмиссии  $\text{CH}_4$ , однако его влияние нивелировалось низкой температурой поверхности почвы. Ход эмиссии  $\text{CO}_2$  на всех участках так же в целом совпадал с ходом сочетания данных факторов с максимальными значениями в августе и минимальными – в октябре (медиана всех измеренных потоков 150  $\text{мгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ , размах от 11 до 1041  $\text{мгС м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ ).

Таким образом, обнаружено различие функций (источник или сток) в цикле  $\text{CH}_4$  разных типов заболоченных лесов юго-запада Валдайской возвышенности в течение июня-октября 2022 года – в период аномально тёплых и сухих метеорологических

условий, а также влияние температуры поверхностного слоя почвы и УБВ на эмиссию  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ .

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FFER-2022-0002).*

### Литература

1. *Glukhova T. V. et al. Spatio-Temporal Variability of Methane Fluxes in Boreo-Nemoral Alder Swamp (European Russia) // Forests. Т. 13. 2022. No. 8. С. 1178.*
2. *Mochenov S. Yu. et al. Soils in seasonally flooded forests as methane sources: A case study of West Siberian South taiga // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing. Т. 138. 2018. No. 1. С. 012012.*

### Особенности влияния дыма при пожарах на биологические свойства чернозема обыкновенного

**Нижельский Михаил Сергеевич**

*Аспирант*

*Южный федеральный университет,*

*Академия биологии и биотехнологии имени Д.И.Ивановского, Ростов-на-Дону,*

*Россия*

*E-mail: nizhelskiy@sfedu.ru*

Пожары вызывают разрушительный эффект на природные сообщества. Ранее было изучено влияние пирогенного на ферментативную активность почв (Привизенцева и др., 2022; Вилкова и др., 2022). Однако стоит учитывать токсичный дым, который также может оказывать эффект на экосистемы. Этот аспект остается малоизученным на сегодняшний день.

Цель исследования – изучить влияние дыма при моделировании пожаров на биологические свойства почв. Объекты исследования: микроорганизмы *Penicillium* sp., *Azotobacter chroococcum* (30-120 минут задымления), тараканы *Nauphoeta cinerea* и черви *Eisenia fetida* (1-30 минут фумигации), растения *Pisum sativum*, *Triticum aestivum* и *Raphanus sativus* (5-30 минут), почвенные ферменты – каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза, инвертаза (15-60 минут). Изменение pH почвенной суспензии было в течение 30-120 минут. В опытах использовали дымогенератор Merkel Standart (Helicon, Россия) для задымления тест-объектов, которые помещали в общую газовую камеру для задымления. Материалы горения – опилки хвойных пород деревьев. Почва, отобранная для опытов – чернозем обыкновенный из ботанического сада ЮФУ. Методы исследований – общепринятые в биологии и почвоведении (Казеев и др., 2016).

Было выявлено снижение ферментативной активности чернозема, установлена зависимость интенсивности ингибирования ферментов от времени фумигации (30–120 мин) и глубина проникновения дыма в почву. Максимальное ингибирование активности ферментов было в слое 0–1 см, на глубине 4–5 см минимальный эффект. Произошло подавление микроорганизмов за аналогичное время воздействия дыма – *Penicillium* sp. на 25–64% и бактерий *Azotobacter chroococcum* на 9-62%. Выявлена высокая смертность (80%) тараканов после 30 минут, а у дождевых червей 40%. У растений имеются изменения в длине побегов

и корней, где наибольший эффект зафиксирован при максимальной продолжительности задымления 30 минут. рН почвенной суспензии снизился с 7.6 ед. в контроле до 7 после 30 минут, а после 60 и 120 до 6.3 и 5.9 ед. соответственно.

Результаты свидетельствуют о значительном влиянии дыма на биологические свойства почв. Такие изменения вероятно произошли вследствие высокой токсичности дыма, который значительно повлиял на чувствительность исследованных индикаторов.

*Исследования проведены при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-449.2022.5) и программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030", СП-12-22-9).*

### **Литература**

1. *Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Колесников С.И.* Реакция ферментативной активности почв ксерофитных лесов черноморского побережья Кавказа на пирогенное воздействие // *Аридные экосистемы*. – 2022. – Т. 28, № 1(90). – С. 107-114.
2. *Привизенцева Д.А., Вилкова В.В., Казеев К.Ш.* Моделирование пирогенного воздействия на ферментативную активность коричневых почв Абраусского полуострова // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2022. – № 2. – С. 50-54.
3. *Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В.* Методы диагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.

### **Антропогенная трансформация ландшафтов в зоне выходов песчаников на Восточном Кавказе**

***Пинской В.Н.,<sup>1</sup> Идрисов И.А.<sup>2</sup>***

*Аспирант, 4 курса*

*<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия*

*<sup>2</sup>Институт геологии Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, Махачкала, Россия  
E-mail: pinskoy@inbox.ru*

Значительная площадь почв среднегорной зоны Восточного Кавказа подвержена сильному антропогенному преобразованию. В связи с относительно высокой плотностью заселения на данной территории встречаются селитебные участки, фруктовые сады, огороды и сельскохозяйственные террасы.

На территории Восточного Кавказа основную площадь занимает высокогорная зона с выходами сланцевых пород, но основная площадь сельскохозяйственных террас находится в известняковой части Восточного Кавказа. Глинистые сланцы под механическим воздействием активно измельчаются, что позволяет при

террасировании припахивать почвообразующую породу в области тылового шва. В то время как плотность карбонатных пород слабо подвержена механическому разрушению, что не позволяет создавать террасы с мощным профилем в приборочной зоне.

Наиболее значительная трансформация ландшафта в результате террасирования склонов происходит на песчаных породах. Террасы в зоне выходов песчаника обладают наибольшей мощностью профиля, иногда превышающей 15 м в высоту, в то время как в естественных почвах мощность профиля составляет 35-50 см. Нами были исследованы подобные участки.

Объектами исследования стали сельскохозяйственные террасы с маленькой шириной и высотой 2.5 м (что связано с менее продолжительным периодом эксплуатации) и широкая терраса высота которой превышала 10 м (террасирование не прекращалось и в постсоветское время). В качестве фона использовали естественную почву, которая находилась в схожих геоморфологических условиях и не была подвержена террасированию.

В целом, почвы на песчаниках характеризуются низким содержанием Сорг, но, в тоже время, здесь отмечены высокие значения микробной биомассы в верхнем горизонте как в террасных, так и в естественных почвах. В случае с маленькой террасой на глубине 200-230 см обнаружена погребенная почва, которая была перекрыта серией толщ пахотных наносов. Здесь отмечено повышение содержания Сорг и значений микробной биомассы. В естественных почвах с глубиной отмечается резкое повышение щелочности и содержания карбонатов, тогда как в террасных почвах pH и CaCO<sub>3</sub> в слое функционирования террасы местами варьируют по профилю и нередко соответствуют значениям верхнего горизонта. В целом следует отметить, что умеренное влияние антропогенной нагрузки (маленькая терраса) на почвы в зоне выхода песчаных пород оказывает благоприятное воздействие на такие почвенные свойства как содержание Сорг, активность ферментов уреазы и фосфатазы в гор AU.

Таким образом установлено, что склоны с выходами песчаных пород в наибольшей мере подвержены трансформации и значительному изменению ландшафта. Результатом такого преобразования служит припахивание почвообразующей породы в области тылового шва и перенос материала в приборочную зону с целью нивелировки пахотной поверхности. Но также следует отметить, что умеренная распашка склона не привела к ухудшению почвенных свойств, а наоборот, был отмечен ряд улучшений относительно естественных почв и почв террас с высокой антропогенной нагрузкой.

*Работа выполнена в рамках Госзадания АААА-А18-118013190175-5*

## Сезонная влажность агродерново-подзолистых почв мичуринского сада

*Тихомиров Николай Евгеньевич*

*Аспирант*

*Российский государственный аграрный университет - Московская*

*сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева*

*Институт агробиотехнологий, Москва, Россия*

*E-mail:i.net98@yandex.ru*

Исследование водного режима почвы, является одной из важнейших задач при изучении почвенного покрова. Вода не только играет ключевую роль в питании растений и переносе питательных веществ, но и является фактором, влияющим на генезис, плодородие и свойства почвы.

Актуальность работы обусловлена важностью водно-физических свойств и водного режима почв для выращивания плодовых и ягодных культур. Причем водно-физические свойства и водный режим может существенно изменяться в разных почвах. На территории Мичуринского сада эти вопросы не изучались.

Для оценки условий произрастания и формирования урожая сельскохозяйственных культур влажность почвы учитывают в течение всего вегетационного периода. Наблюдения ведут во всем корнеобитаемом слое дифференцированно по глубине, так как ввиду ограниченной подвижности почвенной влаги могут создаваться существенные различия влажности почвы по ее вертикальному профилю. [1]

Агродерново-подзолистые почвы формируются из целинных дерново-подзолистых почв в процессе их использования под пашню, при регулярном внесении органических удобрений и известковании. В результате окультуривания изменяются свойства и морфология целинных дерново-подзолистых почв; увеличиваются мощность гумусового горизонта и содержание гумуса и уменьшается подзолистый; снижается кислотность; возрастает содержание зольных элементов и азота; увеличиваются емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями; улучшаются водно-физические свойства [2].

Цель исследования: Изучение изменения сезонной влажности почв Мичуринского сада.

Задачи исследования:

1. Произвести морфологическую характеристику почв, путем заложения разрезов.
2. Исследовать динамику влажности обеих почв.
3. Провести анализ полученных данных и установить закономерности их изменений.

Исследования проводились на территории Мичуринского сада Тимирязевской академии. В качестве объектов исследования были выбраны две контрастные по условиям увлажнения почвы: агродерново-подзолистая глееватая и агродерново-подзолистая-глеевая. Первая располагалась на ровной поверхности, занимаемой пашней, вторая в небольшом понижении, на участке с дикорастущими древесными насаждениями, в последствии отданного под посадку плодовых деревьев.

Проведенное исследование показало, что влажность почв, расположенных в относительной близости друг от друга, значительно изменяется в течении

всего вегетативного периода, в зависимости от их использования и расположения на рельефе.

### Литература

1. Горбылева А. И., Андреева Д. М., Воробьев В. Б., Петровский Е. И. Почвоведение с основами геологии. – Мн.: Новое знание, 2002. – 480 с.
2. Войтович Н.В. Шишов Л.Л. Почвы Московской области и их использование. Т.1 М: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, НИИСХ центр. р-нов Нечерноземной зоны 2002г., с. 500.

### Реликтовые признаки послеледникового педогенеза в дневных почвах Владими́ро-Суздальского Ополья

*Фролова Любовь Сергеевна*

*Студентка 1 года магистратуры*

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

*l.frolova2000@gmail.com*

Эволюция поверхностных почв послеледниковых ландшафтов центра Русской равнины проходила в условиях контрастного рельефообразования, седиментации и гипергенеза. Критический анализ географических, геологических и (палео) почвенных исследований вскрывает неравносность распределения палеогеографической информации в модельной катене Ополья: от полного позднплейстоценового послеледникового литостратотипа на нижнем, - к почвенному покрову голоцен-позднеледникового возраста на верхнем ярусе междуречного комплекса. Цель работы – вскрыть палеогеографическую запись послеледникового седименто- и педогенеза в дневных почвах междуречий Владимиро-Суздальского Ополья. В теле дерново-подзолистых и серых почв ключевого участка различены признаки актуального голоценового, реликтового голоценового и реликтового доголоценового педогенеза. В буровом профиле на нижнем ярусе междуречий от Владимира до Суздаля вскрыт послеледниковый элювиально-аккумулятивный литостратотип. Произведена стратиграфическая корреляция исследованного литостратотипа с седиментами и палеопочвами в опорных разрезах позднего плейстоцена центра Русской равнины – Боголюбовском карьере и верхнепалеолитической стоянке Сунгирь 1960-1990х гг. Впервые осуществлена попытка фациального и хроностратиграфического сопоставления группы признаков реликтового доголоценового педогенеза в дневных почвах верхнего яруса с позднплейстоценовым палеопочвенно-осадочным комплексом нижнего яруса междуречий. В докладе обосновывается непрерывность ископаемого почвенного покрова средневалдайского возраста в составе послеледниковых осадков на всех ярусах междуречий Владимиро-Суздальского Ополья. Показано фациальное разнообразие материнских пород и контрастность реликтового почвенного покрова сунгирской (брянской) геосоли. Обсуждается репрезентативность выраженного педогенного этапа времени последней дегляциации (19-16 тыс. лет назад) в послеледниковом литостратотипе междуречного комплекса.

Показана закономерная пространственная воспроизводимость мощного (до 2.5 м) тела ископаемой палеопочвы типа Luvisol в голоценовом почвенном покрове междуречий Ополя.

## **Влияние почвенных свойств на функциональные признаки доминантов растительных сообществ субальпийского пояса Северного Кавказа**

*Чепурнова Мария Александровна*

*Студент, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия  
chetaryia@gmail.com*

В сходных почвенно-климатических условиях происходит развитие растений с похожей стратегией биохимической адаптации к факторам среды. При этом рассматривают такие функциональные признаки как интенсивность фотосинтеза, устьичная проводимость, а также общее содержание биофильных элементов. Функциональный признак (ФП) – любой морфологический, физиологический или фенологический унаследованный признак, измеряемый на уровне индивидуума без привязки к окружающей среде или любому другому уровню организации" (Garnier et al., 2016). ФП позволяют понять взаимодействия между организмами и компонентами окружающей среды, установить связи между различными уровнями организации, присутствующими в экологических системах.

Характеристики распределения ФП используются для оценки функционального разнообразия растительного сообщества. Существует три показателя функционального разнообразия: функциональное богатство (FR), равномерность (FE) и дивергенция (FD). FR можно рассматривать как показатель уровня продуктивности, устойчивости растительного сообщества к изменениям абиотических условий. FE можно трактовать как давление отбора на развитие доминирующего типа адаптации. FD используется для определения степени расхождения видов по ресурсам, а также отражает локальное равновесие между влиянием биотических и абиотических факторов. В некоторых исследованиях было показано, что функциональное разнообразие растений и свойства почвы вместе объясняют 40,1% изменчивости наземной чистой первичной продукции (Zhang et al., 2023).

Цель исследования – оценить влияние содержания биофильных элементов (С, N, P, S, K, Ca, Mg) в почве на содержание CNP в листьях как ФП доминантных видов растений основных растительных сообществ субальпийского пояса Северного Кавказа. Объекты исследования – 5 растительных сообществ субальпийского пояса Тебердинского национального парка и почвы под этими сообществами: субальпийское болото (олиготрофное (СБО) и мезотрофное (СБМ)), рододендронник (РОД), субальпийский луг (СЛ), пестрокоострецовый луг (ПКЛ), высокотравный луг (ВЛ). Каждое сообщество представлено 4 площадками, на которых отбирались почвенные пробы с глубины 0-10 см. Для химического анализа растений выбраны 5-6 видов, доминирующих по фитомассе (более 60%) в сообществе.

В исследованном ряду почв наиболее низкие значения pH наблюдались в олиготрофном субальпийском болоте и под рододендронником (4,4 и 4,6 соответственно), а наибольшие были приурочены к субальпийскому мезотрофному

болоту (6,1). Аммонийной формой азота обогащены субальпийские мезотрофные болота ( $N-NH_4$  325 мг/кг;  $N_{общ}$  3,01%) и субальпийские луга ( $N-NH_4$  90 мг/кг,  $N_{общ}$  1,41%). Наименьшее количество азота в почвах под рододендронниками ( $N-NH_4$  34 мг/кг,  $N_{общ}$  1%). По богатству азотом сообщества выстраиваются в ряд по увеличению: РОД<СБО<ПКЛ<СВ<СО<СБМ. Соотношение С:N максимально в СБО, где достигает 48, также сравнительно других сообществ низкие соотношения в СБМ и РОД (15 и 12 соответственно). По содержанию доступного фосфора в виде фосфатов почвы сообществ образуют ряд ПКЛ<РОД<СЛ<СБО<ВЛ<СБМ.

Общее содержание азота, углерода и фосфора в листьях растений будет использовано для расчёта показателей функционального разнообразия доминантов растительных И далее будет показана корреляция этих показателей со свойствами почвы.

*Автор выражает благодарность профессору, д.б.н. В.Г. Онищенко.*

## **Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель»**

**Целесообразность регулярных переоценок стоимостей выкупа земельных  
участков, образованных под многоэтажную жилищную застройку вблизи  
МКАД**

*Голубенко Вадим Александрович*

*Аспирант*

*Государственный университет по землеустройству,*

*факультет землеустройства, Москва, Россия*

*E-mail: v.g.s96@list.ru*

Длительное применение невысоких цен при выкупе, (либо приобретении прав долгосрочной аренды) земельных участков под застройку 25-этажными (и выше) жилыми домами на территориях, примыкающие к Московской кольцевой автомобильной дороге (МКАД), способствовало уменьшению долей таких затрат у инвесторов в общей стоимости строительства жилья; они существенно различаются по округам. В связи с этим и трехкратным ростом цен квартир в новостройках, Администрации ряда городских округов Подмосковья, допуская корректировки Генеральных планов развития городов и Программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры, вынуждены изыскивать законные источники привлечения дополнительных инвестиций и возможности преимущественного пополнения бюджетов, а не обогащения девелоперов.

В среде управленцев, ученых и проектировщиков укрепляется понимание необходимости разумного сочетания интересов государства, инвесторов и застройщиков; углубления партнерских отношений специалистов в сферах градостроительства, землеустройства и управления природопользованием, оценки, нормирования и сертификация почв и земель; актуализации и оптимизации градостроительных, природоохранных и землеустроительных решений, оперативного внесения корректив в документацию; совершенствования инструктивно-методических материалов, технических регламентов и применения геоинформационных технологий; подготовки и широкого обсуждения вариантных предложений по размещению многоэтажных жилых кварталов вблизи МКАД; инноваций в образовании и переоценку резервных земельных участков с актуализацией их перечней, параметров и выкупных цен в инвестиционных меморандумах. Целесообразны обновление стандартов оценки и методического обеспечения оценочной деятельности во взаимной увязке с рекомендациями и положениями Стандарта комплексного развития территорий в РФ; мониторинг ситуаций при осуществлении инвестиций и застроек, организация проведения в округах полугодовых или даже ежеквартальных переоценок выкупных цен на резервные земельные участки, продолжающие иметь завышенную привлекательность для инвесторов. Включая участки, уже предоставленные за бесценок или если они были зарезервированы на малоэффективных для государства условиях, либо инвесторы не приступили к реализации проектов и (или) нарушили договорные обязательства и сроки возведения многоэтажных коммерческих домов; застройщики при соучастии риелторов неоправданно завышают цены на квартиры в новостройках и получают доходы, превышающие цены, выплаченные за участки. По округам прогнозируемые величины стоимостей

выкупов земельных участков предлагается переоценивать на базе аналогичных фактических платежей и цен; при преимущественном учете совокупности факторов местоположения и экологической обстановки; на основе ранжировании характеристик и при варьировании уровней инвестиционной привлекательности, оценок окупаемости вложений, прироста цен квартир в новостройках; экспертно-аналитического анализа ситуаций, др. Преимущественно авансируемые государством переоценки позволяют оперативно изыскивать существенные финансовые резервы, многократно превышающие затраты на НИР и экспериментальные разработки; достаточные для совершенствования организации комплексного и устойчивого развития территорий, пригодных для многоэтажной коммерческой жилищной застройки вблизи МКАД.

**Разработка количественных методов экологического мониторинга и оценки состояния почв и растительного покрова в окрестностях крупного горно-обогатительного комбината по данным дистанционного зондирования Земли**

*Евстегнеева Наталья Андреевна*

*Аспирант*

*Южный федеральный университет,*

*Академия биологии и биотехнологии, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: natalja.evstegneewa@yandex.ru*

Таллий (Tl) является высокотоксичным редким металлоидом, включенным в список приоритетных загрязнителей в ряде стран [2]. Экологические последствия загрязнения почв таллием изучены в гораздо меньшей степени, чем в случае других токсичных элементов. Это связано с тем, что Tl является следовым элементом с очень низким естественным содержанием в земной коре. Быстрое технологическое и промышленное развитие с каждым годом увеличивают масштабы и степень загрязнения почв Tl. Основными антропогенными источниками загрязнения почв таллием являются промышленные процессы, в которых Tl присутствует в качестве примеси в сырье, например, электростанции, работающие на угле, плавильные работы и цементная промышленность [1].

Исследования, посвященные влиянию загрязнения таллия на свойства почв, в том числе биологические, практически отсутствуют. К тому же, существующая нормативная база РФ не регулирует содержание таллия в почвах.

В данной работе была проведена оценка влияния загрязнения Tl на общую численность бактерий в черноземе обыкновенном.

Объектом исследования был выбран чернозем обыкновенный южно-европейской фации. Место отбора почвы - Россия, Ростовская область, Ботанический сад Южного федерального университета.

Таллий вносили в почву в форме оксида и нитрата в концентрации 0,5, 1, 3, 10 и 30 УДК, то есть 1,5, 3, 9, 30 и 90 фонов. Загрязнение моделировали в лабораторных условиях в течение 10 суток. Контролем служила незагрязненная почва.

В результате исследования удалось установить, что загрязнение чернозема обыкновенного оксидом и нитратом Tl приводит к снижению численности бактерий по сравнению с контролем.

Внесение нитрата Тl сильнее ингибирует общую численность почвенных бактерий, чем оксид. При внесении 0,5 УДК оксида Тl численность бактерий снижается на 4% по сравнению с контролем, при внесении 0,5 УДК нитрата Тl – на 52%. Увеличение концентрации оксида таллия до 10 и 30 УДК приводит к снижению численности бактерий на 41 и 54%, внесение тех же доз нитрата таллия снижает показатель на 61 и 71% соответственно.

Полученные данные служат основой для разработки региональных ПДК содержания таллия в черноземе обыкновенном.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-01041 в Южном федеральном университете.*

### **Литература**

1. *Antón, M. A. L., Spears, D. A., Somoano, M. D., & Tarazona, M. R. M. Thallium in coal: analysis and environmental implications //Fuel. – 2013. – Т. 105. – С. 13-18.*
2. *Liu J. Luo, X., Wang, J., Xiao, T., Chen, D., Sheng, G., Chen, Y. Thallium contamination in arable soils and vegetables around a steel plant—A newly-found significant source of Tl pollution in South China //Environmental pollution. – 2017. – Т. 224. – С. 445-453.*

### **Изменение ферментативной активности песчаных черноземных почв после загрязнения платиной**

***Тимошенко Алена Николаевна, Кабакова В.С.***

*Ведущий научный сотрудник*

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им.*

*Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: aly9215@mail.ru*

Использование новых материалов и технологий приводит к возникновению новых видов загрязнения. В настоящее время одной из наиболее обсуждаемых проблем является загрязнение почв тяжелыми металлами. В связи с широким применением в автомобильных катализаторах платины [3-5], актуальным является вопрос влияния соединений платины на биологические свойства почв. Активность ферментов выступает диагностическим показателем экологического состояния почв [1, 2].

Целью настоящего исследования было оценить изменение активности каталазы и дегидрогеназ в чернозёме супесчаном.

В модельном лабораторном опыте было исследовано влияние хлорида платины (PtCl<sub>2</sub>) на ферментативную активность чернозема супесчаного (Ростовская область, Усть-Донецкий р-н, ст. Верхнекундрюченская). Изучали действия разных концентраций PtCl<sub>2</sub> – 0.01, 0.1, 1, 10 и 100 мг/кг. Образцы для лабораторно-аналитического исследования отбирались через 30 дней после загрязнения. Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием методов, общепринятых в биологии, почвоведении и экологии [1]. Активность каталазы определяли газометрическим методом [2], активность дегидрогеназ -фотоклометрическим [2].

В результате исследования было установлено снижение активности ферментов в черноземе супесчаном после загрязнения  $PtCl_2$ . Отмечается прямая корреляция степени снижения активность каталазы и дегидрогеназ от дозы загрязняющего вещества: чем выше доза, тем сильнее снижение. Активность каталазы снижается на 9-45%, активность дегидрогеназ на 17-36 %. Наибольшее воздействие оказывает концентрация 100 мг/кг. Оба показателя чувствительны к загрязнению и обладают высокой информативностью (коэффициент корреляции -0,96 для активности каталазы и -0,98 для активности дегидрогеназ).

Таким образом, показано существенное изменение ферментативной активности чернозема супесчаного после загрязнения хлоридом платины. Данная работа подтверждает необходимость дальнейшего изучения влияния соединений платины на свойства почв.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-74-00080, <https://rscf.ru/project/22-74-00080/>.*

### Литература

1. Даденко Е.В., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв // Поволжский экологический журнал. 2013. №4. С. 385–393.
2. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2021. 174 с.
3. Komendova, R.; Zidek, J.; Berka, M.; Jemelkova, M.; Rezacova, V.; Conte, P.; Kucarik, J. Small-sized platinum nanoparticles in soil organic matter: Influence on water holding capacity, evaporation and structural rigidity. *Sci. Total Environ.* 2019, 694, 133822.
4. Shara, S.; Shahsavaria, E.; Reithc, F.; Alghamdib, O.A.; Yamanib, H.A.; AlJudai-bib, A.; Donmere, E.; Vasileiadisf, S.; Ball, A.S. Dose-related changes in respiration and enzymatic activities in soils amended with mobile platinum and gold. *Appl. Soil Ecol.* 2021, 157, 103727.
5. Silva, S.; Oliveira, H.; Craveiro, S.; Calado, A.; Santos, C. Pure anatase and rutile+anatase nanoparticles differently affect wheat seedlings. *Chemosphere* 2016, 151, 68–75.

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

### Некоторые экологические последствия нефтяного загрязнения для прокариотного сообщества чернозёма типичного

*Алексеева Мария Георгиевна*

*Студент*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия  
E-mail: maria\_alekseeva999@mail.ru*

В 21-м веке перед человечеством стоит важная проблема рационального использования и добычи ресурсов. Один из важнейших и одновременно невозполнимых ресурсов нашей планеты – плодородные почвы. В данный момент обширные земельные территории находятся под угрозой загрязнения ксенобиотиками, т.е. чужеродными веществами, в том числе – нефтью.

Загрязнение почвы нефтью негативно сказывается на ее биологическом разнообразии, физических и химических свойствах. Вопреки распространенному представлению, под угрозой деградации вследствие контаминации находятся почвы не только северных, но и южных регионов, в том числе, ценные для хозяйства черноземы. С другой стороны, именно климат южных зон способствует повышению ферментативной активности микроорганизмов, что позволяет использовать их для биоремедиации.

В связи с этим актуальным является изучение воздействия градиентов экологических факторов на микробное сообщество почвы. В нашей работе сконцентрировано внимание на влиянии температуры на интенсивность разложения нефти в образцах загрязненного чернозема типичного и изменение структуры сообщества почвенных прокариот.

Для эксперимента были созданы микрокосмы с образцами гумусового горизонта чернозёма типичного. Контрольные образцы сохраняли в нативном состоянии, опытные загрязняли нефтью и/или вносили культуры бактерий-нефтедеструкторов родов *Acinetobacter* и *Rhodococcus*. Микрокосмы инкубировали в термостатах при трех разных температурах (5, 20, 45°C) на протяжении месяца.

Было выявлено резкое повышение эмиссии углекислого газа из загрязнённых образцов, а также повышение эмиссии как из загрязнённых, так и из незагрязнённых образцов, если в них вносили культуры бактерий. Тенденция сохраняется при любой исследованной температуре. Это указывает на многообразие воздействий, способных существенно подорвать естественное равновесие экосистем – не только загрязнение, но и бездумное использование биопрепаратов. Также показано, что при инкубировании микрокосмов при 5°C на протяжении месяца, в образцах, куда вносили бактериальную культуру *Rhodococcus erythropolis*, произошло наиболее заметное снижение концентрации суммарных углеводородов нефти. Такой же эффективности очищения на высокой температуре удалось добиться при внесении *Acinetobacter baumannii*, что говорит о преобладающей роли биологической деструкции над абиотической. 16S-rПНК профилирование образцов ДНК из микрокосмов выявило заметные различия между сообществами

на разных температурах. Загрязнение наряду с внесением бактериальных культур приводило к смене доминантов сообществ, иногда приводя даже к своеобразной инверсии численности минорных компонентов и доминантов при изменении почвенных условий. Изучено варьирование биоразнообразия прокариотных сообществ и обнаружено, что температурный фактор может оказывать более существенное воздействие на обилие и соотношение таксономических групп, чем загрязнение нефтью.

## **Применение пероксида кальция для рекультивации техногенных грунтов и аллювиальных отложений, загрязненных ДТ**

*Алексеев Даниил Дмитриевич*

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: dankrov1999@gmail.com*

В результате разлива дизельного топлива (ДТ) в окружающую среду попало большое количество нефтепродуктов. Помимо загрязнения водотоков произошло загрязнение, непосредственно прилегающей к месту разлива промплощадки, сложенной техногенными грунтами. Представляется, что использование пероксида кальция может быть перспективным и в этой ситуации, так как при его разложении выделяется большое количество кислорода, способствующего процессам окисления НП, а наличие в составе реагента большой доли гидроксида кальция способствует уменьшению подвижности ТМ. Целью работы было оценить перспективность применения пероксида кальция для рекультивации загрязнённых ДТ грунтов и аллювиальных отложений.

Таблица 1. Результаты эксперимента

	Ca O <sub>2</sub> , г/кг	pH	НП, % снижения	Со, % снижения	Ni, % снижения	
Техногенный грунт	0	6,0	100,0	100,0	100,0	
	15	7,9	55,0	1,4	2,7	
	66	9,7	73,7	0,8	1,8	
	130	10,6	66,3	0,7	3,5	
	Ca O <sub>2</sub> , г/кг	pH	НП, % снижения	НП в H <sub>2</sub> O, % снижения	Со, % снижения	Ni, % снижения
Аллювиальные отложения	0	7,2	100,0	100,0	100,0	100,0
	5	8,2	82,2	18,2	100,0	71,4
	10	8,6	77,5	11,4	100,0	82,1
	15	8,3	98,2	79,5	100,0	89,3

Проводился модельный эксперимент с внесением различных доз пероксида кальция в техногенный грунт и аллювиальные отложения. Время экспозиции составило 30 дней. Анализ проводился методом ИСП МС на приборе 7500a ICP-MS фирмы Agilent в водной вытяжке 1:10. Анализ НП, переходящих в воду проводился методом ИК спектроскопии (ПНДФ 14.1.2:4.168-2000).

Вывод: В результате данной работы были определены оптимальные дозы пероксида кальция: для техногенного грунта – 15 г/кг, для аллювиальных отложений – 10 г/кг. Данные дозы пероксида кальция способны снизить: содержание подвижных форм кобальта и никеля до значений удовлетворяющих нормативам, а также общее количество нефтепродуктов, и нефтепродуктов переходящих в воду из аллювиальных отложений до безопасных значений.

### **Оценка антропогенной нагрузки на почвенный покров в урбанизированной среде (на примере г. Махачкалы)**

*Ахмедова Камилла Измуудиновна*

*аспирант 3 года обучения*

*Дагестанский государственный университет, институт экологии и устойчивого развития, Махачкала, Россия*

*E-mail: kamila7583q@gmail.com*

Биомониторинг как методология и система охраны природы должен включать как обычное слежение за загрязнением окружающей среды, так и мониторинг состояния природных экосистем. Качество среды можно контролировать практически по многим видам, начиная от вирусов и микроорганизмов до человека, и на всех уровнях организации живой материи – от молекулярного до экосистемного [2]. Скорость ответных реакций микробных сообществ на действие загрязнителей позволяет оперативно оценить степень их токсичности. Поэтому не редко различные группы про- и эукариотных микроорганизмов рассматриваются как тест-организмы и организмы-индикаторы на загрязнение воды и почвы [1, 3].

Актуальность исследования обусловлена определением уровня загрязнения урболандшафтов с учетом их почвенных характеристик при комплексном загрязнении.

Цель работы: изучение экологического состояния городских почв, находящихся в зонах антропогенного и автотранспортного воздействия, изучение супрессивности почв на основе оценки экологического состояния почв различных функциональных зон города Махачкалы.

Объектами исследования служили образцы почв, отобранные в сентябре 2022, в различных функциональных зонах города в следующих экотопах: газоны вдоль наиболее крупных автомагистралей – ул. Магомедтагирова, селитебная зона – ул. Мраморная; рекреационная зона – Парк Фазу Алиевой, фоновый участок – Пос.Тарки.

При сопоставлении численности микроорганизмов с содержанием в почвах ТМ и рН почвенной вытяжки было установлено, что наличие высоких концентраций ТМ в почвах селитебной и транспортной зон загрязнения оказало существенное влияние на проявление супрессивных показателей почвенного покрова. В этих функциональных зонах численность микроорганизмов после

повторного эксперимента находилась на среднем уровне значений, тогда как максимальная супрессивность была отмечена в почве природной зоны (до  $241 \times 10^6$  КОЕ/г), а минимальная – в почвах с ( $80,3 \times 10^6$  КОЕ/г).

### Литература

1. *Ашихмина Т. Я., и др.* Эколого-аналитический мониторинг антропогенно-нарушенных почв // Вестник ВятГУ. 2006. №14..
2. *Неверова, О. А.* Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды = Experience of using bioindicators to estimate the pollution of environment : аналит. обзор / О. А. Неверова, Н. И. Еремеева ; Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, Ин-т экологии человека. Новосибирск, 2006. 88 с. (Сер. Экология. Вып. 80).
3. *Магомедова А.А.* Озеленение города Махачкалы // Научный журнал КубГАУ. 2015. №112.

### Распределение суммы нефтепродуктов в городских почвах промышленной зоны Южный Порт, Москва

**Борков Степан Александрович**

*Студент (магистр)*

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

*E-mail: Mine.Cube228@yandex.ru*

В городе Москве на территории многих старых промышленных зон планируется в ближайшие годы строительство новых жилых микрорайонов. В связи с этим, анализ загрязнения почво-грунтов в этих районах необходим для оценки санитарно-гигиенических показателей и обеспечения экологической безопасности населения. На промышленных территориях загрязнение может охватывать всю толщу почвы и достигать ее глубоких горизонтов и грунтовых вод. Цель работы – изучить уровни накопления и распределение нефтепродуктов в поверхностных и глубоких горизонтах почв различных урбоэкосистем крупной промышленной зоны.

8 контрольных точек на территории промзоны выбирались на основе равномерной схемы (по сетке с шагом примерно 1,0 км). Разрез 1 был приурочен к участку заброшенного парка, который можно считать слабонарушенным и мало подверженным факторам урбаногенеза. Почва определена как дерново-подзолистая турбированная легкосуглинистая. Разрез 2 был приурочен к характерному техногенному ландшафту промзоны (вблизи внутривародской железной дороги). Почва определена как стратозем серогумусовый урбо-стратифицированный супесчаный глееватый.

Определение суммы нефтепродуктов в почвенных пробах проводилось с помощью концентратомера КН-2м в соответствии с методикой ПНДФ 16.1:2.2.22-98.

Распределение нефтепродуктов в почвенном профиле дерново – подзолистой почвы характеризуется аккумулятивными типом. Такое распределение

показывает, что в целом нефтепродукты в основном поступают на поверхность почвы и мигрируют вниз по профилю. На территории отбора проб находились промышленные и бытовые отходы, которые могли являться источником нефтепродуктов. Выявленный уровень загрязнения считается допустимым, так как максимальные значения не превышают ОДК = 1000 мг/кг.

Распределение нефтепродуктов в почвенном профиле стратозема имеет сложный профиль распределения с максимальными уровнями, зафиксированными в горизонтах RYur 4,5 и BCg. Такой тип распределения связан, по-видимому, с тем, что эти горизонты являются привнесенными, и в них содержатся техногенные отходы, возможно асфальтовая крошка. Уровень загрязнения также считается допустимым, так как максимальные значения не превышают ОДК = 1000 мг/кг.

Распределение содержания нефтепродуктов в двух профилях различно: в профиле №1 оно характеризуется аккумулятивным типом, в профиле №2 имеет техногенный характер, обусловленный залеганием насыпных и погребенных горизонтов исследованного стратозема. Содержание нефтепродуктов в исследованных урбопочвах не превышает ОДК нп = 1000 мг/кг, за исключением слоя 0-10см точки 3, приуроченной к месту складирования техногенных отходов.

### **Сравнительная характеристика грибного и водорослевого компонентов в составе твердых атмосферных выпадений на территории г. Москва и г. Краснодар.**

*Валяев Дмитрий Александрович*

*Студент, 4 курс бакалавриата*

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

*E-mail: dimamim@list.ru*

Урбанизированные территории современных городов представляют собой сложные системы, состоящие как из природных объектов (почвы незастроенных территорий, аборигенная растительность), так и сугубо техногенных объектов и образований (здания, насыпные грунты). При этом образуется огромное количество локальных местообитаний со своими характерными сообществами микроорганизмов. Связующим звеном между различными элементами городской среды обитания выступают циркулирующие потоки воздуха, несущие в себе значительные количества взвешенных пылевых частиц, со временем осаждающихся и формирующих твердые атмосферные выпадения. Таким образом, в городской пыли формируется уникальный пул микроорганизмов, способный к активному пространственному перемещению и включающий, помимо прочих биологических компонентов, грибы и водоросли.

В ходе работы посредством классических культуральных методов и метода прямого подсчета биомассы посредством люминесцентного микроскопирования (окраска грибных компонентов красителем калькофлуором белым), были даны количественные и качественные характеристики содержания грибных диаспор в образцах пыли, оседающей на поверхности почвы, отобранных в различных районах Москвы и Краснодара. Результаты работы показывают, что на соотношение

доминирующих морфотипов культивируемых микромицетов, а также на распределение грибных спор по размерным группам и содержание клеток водорослей, имеют влияние как расположение точки отбора проб в городской черте (придорожные территории и парковые зоны), так и общие природно-климатические условия, характерные для зоны, в которой расположен город. Так, показано, что для пыли, отобранной на территориях с высокой техногенной нагрузкой, характерно выявление в доминантах условно-патогенных видов (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.) и грибов-сахаролитиков (*Mucogomycota*). На парковых территориях выявлено в целом большее разнообразие видов и обнаружены грибы, ассоциированные с живыми растениями или их остатками (*Fusarium* spp.), многие из которых способны к продуцированию меланиновых пигментов (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp.).

В ходе исследования установлено, что в осевшей пыли содержатся значительные запасы грибной биомассы, представленной грибным мицелием и спорами, из которых большую часть массы (до 100%) составляют споры мелких размеров ( $d < 10$  мкм). Для биомассы водорослей показано значительное варьирование в зависимости от точки отбора. В целом, среднее содержание водорослей по городу выше в Краснодаре, однако наибольшая концентрация водорослевых клеток в образце обнаружена в твердых атмосферных выпадениях на территории московского парка.

#### **Формы нахождения тяжелых естественных радионуклидов в дерново-подзолисто-глеевой конкреционной почве Чашниково**

***Вершинин Иван Михайлович***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: ivanvershinin1@yandex.ru*

Дерново-подзолисто-глеевые почвы широко распространены в природных зонах тайги и смешанных лесов среди дерново-подзолистых, занимают 0,1% территории России [2]. Вследствие характерного для этих почв устойчивого переувлажнения, в элювиальной части профиля выражены сегрегационные процессы, что приводит к образованию железисто-марганцевых конкреций разных размерных фракций. Актуальность выбранной темы заключается в изучении активности тяжелых естественных радионуклидов (ТЕРН) – радия-226, тория-232 и урана-238 – и закономерностях их поведения по сравнению с типоморфными элементами дерново-подзолисто-глеевой почвы, как в среде, не подвергшейся техногенному радиоактивному загрязнению. Эта информация представляется особенно важной при исследовании радиоактивно загрязненных почв и может выступать в качестве фоновой. Для извлечения различных по растворимости форм ТЕРН использовали метод Павлоцкой [1, 3]. Измерение удельных активностей тория-232 и урана-238 производилось непосредственно в вытяжках, масс-спектрометрически с индуктивно-связанной плазмой, измерение активности радия-226 – альфа-радиометрически после радиохимического выделения.

Показано, что суммарные удельные активности урана-238 и радия-226 характеризуются аккумулятивно-элювиально-иллювиальным типом распределения, тория-232 – элювиально-иллювиальным. В сумме фракций соединений, потенциально доступных растениям, доминируют соединения радия-226, тогда как во фракциях, связанных с органическим веществом и оксидами железа, преобладает торий-232. Уран-238 занимает промежуточное положение, проявляя, впрочем, относительный максимум в обменной фракции. Количество потенциально доступных растений радия-226, а также тория-232 во фракциях, связанными с органическим веществом и оксидами железа, увеличивается по мере продвижения вниз по профилю. О накоплении радия-226 также свидетельствует и показатель отношения удельных активностей радия-226 и урана-238 – его значение превышает единицу по всему профилю и максимально в его нижней части.

Результат исследования самих форм нахождения ТЕРН по горизонтам дерново-подзолисто-глеевой почвы также представляет практический интерес иного рода, поскольку дает представление о миграционной способности изучаемых радионуклидов в данной почве и их способности к переходу в сопредельные среды.

### Литература

1. *Архинов Н.П., Федорова Т.А., Февралева Л.Т.* Соотношение форм соединений тяжелых естественных радионуклидов в почвах / Почвоведение – 1986, № 1;
2. Национальный атлас почв Российской Федерации / Под ред. С. А. Шобы. М., 2011;
3. *Павлоцкая Ф.И.* Формы нахождения и миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М., 1981.

### **Влияние противообледенительной жидкости, применяемой в гражданской авиации, на почву и водные объекты**

*Гридунов Максим Дмитриевич,  
школьник 10 Ц ГАОУ школа № 548  
E-mail: helentimofeeva@rambler.ru*

Применение противообледенительных жидкостей на ограниченный период времени предотвращает образование льда, инея, снега, слякоти на поверхностях самолёта. Противообледенительная жидкость должна наноситься на поверхности самолёта, когда имеются условия наземного обледенения и есть опасность образования снежно-ледяных отложений (СЛО) на поверхности самолета перед взлетом. Изучение влияния ПОЖ на объекты окружающей среды является актуальной задачей, поскольку гликоли и некоторые добавки являются токсичными. В окружающей среде происходят следующие изменения: увеличение БПК, ХПК вод, загрязнение ТМ (тяжёлых металлов), изменение pH, сопутствующее засоление почв и вод. Также жидкости токсичны для гидробионтов. Вопросы ее

воздействия на окружающую среду мало изучены и освещены в русскоязычной литературе. Целью работы стала оценка влияния отработанной ПОЖ, применяемой в гражданской авиации, на почву и водные объекты

Задачи работы: 1) определить химический состав ПОЖ 2) поставить модельный эксперимент по влиянию ПОЖ на почву и гравитационную воду 3) оценить потенциальную экологическую опасности ПОЖ для почв и вод

Методы исследования: 1) потенциометрический метод определения pH на иономере И-500 2) кондуктометрический метод определения электропроводности на кондуктометре Hanna DIST 3) фотометрический метод определения ХПК по ГОСТ 31859-2012 4) метод оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES) для определения содержания металлов в элюате

Водородный показатель отработанных ПОЖ составил 5,6. В ходе эксперимента было зафиксировано снижение pH гравитационного стока в колонках с почвой до 5,3. В ходе эксперимента было отмечено увеличение электропроводности до 1,9 мСм/см, которое может быть связано с высоким содержанием Na и других элементов в ПОЖ. Под влиянием ПОЖ происходит снижение показателя ОВП в колонках с почвой до 171 мВ. В ходе месячного модельного колоночного эксперимента наблюдалось существенное увеличение ХПК и ряда металлов в элюате после поступления ПОЖ.

Выводы:

- Потенциальное негативное воздействие компонентов отработанных ПОЖ на почву и воды: увеличение ХПК в водах, повышение содержания металлов
- Барьерная функция почвы: сорбция металлов и разложение микробным сообществом ПОЖ, поэтому влияние на почву минимально
- Из-за деградации гликолей происходит снижение pH и ОВП, идет мобилизация Fe, Mn и других элементов, что потенциально негативно влияет на состав поверхностных и грунтовых вод.

Работа рекомендована канд. биол. наук, доц. Е.А.Тимофеевой.

## Литература

1. *Бузаева М.В.* Утилизация отработанных противобледенительных жидкостей с использованием цеолитов // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация.* - 2013. - N4. - С.10-12
2. *Коробова О.С., Филитова Д.В.* Воздействие объектов гражданской авиации на окружающую среду на примере международного аэропорта «Шереметьево» // *ГИАБ.* 2017. N5.

**Изменчивость коэффициента накопления Cs-137 в кукурузе,  
выращиваемой на территории Плавского радиоактивного пятна, в течение  
вегетационного цикла**

*Денисова Ольга Евгеньевна, Комиссарова О.Л.*

*Студент (магистр)*

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

*E-mail: denisovaoe@my.msu.ru*

Цезий-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) является наиболее экологически важным техногенным радионуклидом, который получил широкое распространение в окружающей среде. Даже после 35-летнего периода, прошедшего с аварии на Чернобыльской АЭС, выращивание безопасной продукции растениеводства на радиоактивно загрязненных землях остается одной из важнейших задач в сельском хозяйстве. Плавское радиоактивное пятно в Тульской области с первоначальной плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  от 185 до 555 кБк/м<sup>2</sup> является одной из самых подвергшихся воздействию чернобыльских выпадений территорий.

Важным показателем характеристики миграции  $^{137}\text{Cs}$  в системе «почва-растения» является коэффициент накопления (КН), рассчитываемый как соотношение величин удельной активности радионуклида в растительности и в почве.

Сезонное изменение КН в агроценозе кукурузы (*Zea mays L.*) исследовалось на примере пахотного угодья центральной части Плавского радиоактивного пятна на агрочерноземах глинисто-иллювиальными. В течение вегетационного сезона 2021 г. с июня по сентябрь ежемесячно проводился отбор почв послойно с шагом в 10 см до глубины 30 см с одновременным сбором образцов надземных и подземных органов растений с площади 2500 см<sup>2</sup>. Повторность пробоотбора на каждой площадке была трехкратной. Для более детального анализа накопления  $^{137}\text{Cs}$ , растение кукурузы разделялось на стебли, листья, листовую обертку початка, стержни початка, зерно, метелки, прикорневую шейку, крупные придаточные корни, средние придаточные корни, тонкие придаточные корни.

Установлено, что значения КН для всех фракций кукурузы не превышали 0,15, что свидетельствовало о низкой интенсивности перехода  $^{137}\text{Cs}$  из пахотного чернозема в растения в течение всего вегетационного сезона. Не наблюдалось статистически значимого различия в значениях КН в течение сезона для общей биомассы (0,018±0,006) и надземной биомассы (0,018±0,006), но для подземной биомассы выявилось статистически значимая разница для июня (0,021±0,003), августа (0,027±0,002) и сентября (0,015±0,002), то есть наиболее активное накопление  $^{137}\text{Cs}$  происходит в августе, а наименьшее – в сентябре. В течение всего вегетационного сезона наибольшими КН среди отделившихся кукурузы характеризовались листья (0,056±0,017) и тонкие корни (0,075±0,014); наименьшими КН – початки (0,009±0,004), в частности, зерно (0,006±0,003) и прикорневые шейки (0,010±0,003).

Таким образом, несмотря на повышенный уровень радиоактивного загрязнения почв в данном регионе, аккумуляция  $^{137}\text{Cs}$  в генеративных и вегетативных органах кукурузы в течение сезона низкая и достаточно равномерная. Поэтому кукурузы, выращиваемая на территории Плавского радиоактивного пятна как на

зерно, так и на корм скоту, безопасна по уровню накопления  $^{137}\text{Cs}$  и может использоваться местным населением, либо в коммерческих целях без ограничений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 20-35-90119.*

## **Сезонная динамика дыхания городских газонов с различными минеральными удобрениями**

*Деревенец Елизавета Николаевна*

*студент*

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

*E-mail: lizaderevenets@yandex.ru*

Дыхание почв, растительности и поглощение  $\text{CO}_2$  в городе изучены недостаточно, но имеют важное значение для формирования атмосферы и секвестрации углерода. Актуален поиск способов регуляции этих процессов в урбоэкосистемах.

Цель исследования – выявление влияния минеральных удобрений на дыхание почв и экосистемы разнотравно-злакового газона в целом.

Объект исследования – почвы мелкоделяночного опыта в Ботаническом саду МГУ имени М.В. Ломоносова на Воробьевых горах (опыт заложен Т.Н. Бобышевой и П.С. Королевым). В летний период на площадки  $2 \times 2$  м трехкратно равными частями вносились 4 типа минеральных удобрений: I – NPKS 27:6:6:2; II – NPKS 21:10:10:2; III – NPK15:15:15; IV – NPK+MgO+S+микроэлементы 18:18:18:3. Полные дозы для каждого удобрения за сезон - 60 и 120 кг действующего вещества (д.в.) по N /га.

Полевые исследования проводились в 2022 году: в апреле (до внесения удобрений), в июне (через месяц после внесения 1/3 от полной дозы), в июле (через неделю после внесения еще 1/3 от полной дозы) и в сентябре (через месяц от внесения полных доз). На 8 площадках с удобрениями и 1 контрольным участке без них в трех повторностях определены почвенное дыхание ( $R_{\text{soil}}$ ), экосистемное дыхание ( $R_{\text{eco}}$ ) и нетто-экосистемный обмен (NEE) камерным методом [1], измерены гидротермические показатели почв (далее приводятся медианы показателей).

Динамика почвенного и экосистемного дыхания, NEE на всех площадках отражает сезонное изменение температуры: увеличивается от весны к лету и снижается осенью.

Почвенное дыхание на участках с удобрениями в апреле было в 2-6 раз выше контрольного уровня ( $40 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч}$ ), вероятно, из-за большего количества питательных веществ, активизирующих рост растений весной. В июне эмиссия  $\text{CO}_2$  на участках с удобрениями была ниже или равна контрольному ( $496 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч}$ ), а в июле, через неделю после внесения второй дозы удобрений, отмечалась стимуляция почвенного дыхания, местами очень сильная (в 1,8 раз выше контроля). В сентябре почвенное дыхание на участках с удобрениями не превышало контроль. Во все сезоны минимальная почвенная эмиссия  $\text{CO}_2$  наблюдалась, как правило, при внесении удобрения типа II в меньшей дозе.

Закономерности изменения экосистемного дыхания повторяли почвенное, за исключением сентября, когда наблюдалось превышение контрольных значений на участках с удобрениями III и IV. Интенсивность экосистемного дыхания была выше почвенного в 1,1-1,3 раза на контрольном участке и в 1,1 – 3,1 раз – на участках с удобрениями. Наименьшие показатели отмечались при внесении удобрения типа I.

Поступление  $\text{CO}_2$  в атмосферу, оцененное по NEE, на участках с удобрениями было меньше контроля во все сезоны. Исключением стал участок с удобрением типа II в большей дозе весной и летом. При внесении этого удобрения в меньшей дозе наблюдалась высокая интенсивность поглощения  $\text{CO}_2$  газонной травой во все сезоны.

Таким образом, применение удобрений на газонах может служить инструментом регулирования потоков  $\text{CO}_2$  в урбоэкосистемах.

### Литература

1. Ильясов Д.В., Молчанов А.Г., Глаголев М.В., Суворов Г.Г., Сиринов А.А. Моделирование нетто-экосистемного обмена диоксида углерода сенокоса на осушенной торфяной почве: анализ сценариев использования // Компьютерные исследования и моделирование. 2020. Том 12. № 6. С. 1427-1449.

### Влияние глубокой обработки почвы на распределение $^{137}\text{Cs}$ в профиле пахотного чернозёма

*Жерненко Александр Олегович*

*Студент, 3 курс бакалавриата*

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

*E-mail: zhiernienkov99@mail.ru*

Приоритетный экотоксикант чернобыльских выпадений -  $^{137}\text{Cs}$  сформировал обширные ореолы радиоактивного загрязнения почв на территории Европейской части России, наиболее выраженные в Брянской, Орловской, Калужской и Тульской областях. В пределах последней образовалось Плавское радиоактивное пятно (ПРП), более 80% площади которого занято сельскохозяйственными угодьями. Среди культур, выращиваемых на территории ПРП, существенную роль играет картофель. Традиционная агротехника его возделывания предполагает вспашку чернозёмов до 30 см; в последние годы в дополнение к этому перед посадкой картофеля проводят глубокое чизелевание до 50 см. и полив в течение вегетационного сезона, что может вызвать перераспределение  $^{137}\text{Cs}$  по профилю почвы.

Особенности распределения  $^{137}\text{Cs}$  в профиле агрочернозёма глинисто-иллювиального на территории ПРП, который при выращивании картофеля впервые подвергся глубокому чизелеванию и орошению, исследовались в конце вегетационного сезона 2022 г. Образцы почвы отбирались послойно до глубины 110 см. с шагом по 10 см. в 3-кратной повторности при помощи кольцевого пробоотборника, позволяющего учитывать плотность сложения почвы.

Установлено, что спустя  $\approx 35$  лет после чернобыльской аварии плотность поверхностного радиоактивного загрязнения почвы агросистемы картофеля составляет  $265,66 \text{ кБк/м}^2$  при средней величине удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пахотном 30-см. слое  $402,92 \text{ кБк/кг}$ . Это в 7 раз превышает допустимый уровень накопления  $^{137}\text{Cs}$  в почвах, равный  $37 \text{ кБк/м}^2$  и свидетельствует о долговременном характере радиоактивного загрязнения почв.

В профильном распределении величин удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдается чёткая связь с приёмами агротехнической обработки агрочернозёма: максимальные показатели ( $533,00$ ;  $543,97$ ;  $534,73 \text{ Бк/кг}$ , соответственно для слоев 0-10, 10-20, 20-30 см.) отмечаются в верхних 30 см. почвы, которые соответствуют мощности горизонта Ap; в пределах горизонта AB, подвергнутого чизелеванию, в слоях 30-40 и 40-50 см. они составляют  $432,50$  и  $328,55 \text{ Бк/кг}$  соответственно; за пределами толщи почвы, охваченной агротехническими приемами в слое 50-60 см. фиксируется удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  на уровне  $84,83 \text{ Бк/кг}$ ; ниже проникают лишь следовые количества радионуклида.

Таким образом, даже 1-кратная глубокая обработка почвы без оборота пласта существенно повлияла на проникновение  $^{137}\text{Cs}$  вглубь профиля почвы. За пределы пахотного горизонта благодаря глубокому чизелеванию было перемещено  $\approx 36\%$  общих запасов  $^{137}\text{Cs}$  в профиле агрочернозёма. Присутствие  $5,7\%$  радионуклида на глубине более 50 см., вероятно, связано с механическим просыпанием по трещинам материала вышележащих  $^{137}\text{Cs}$ -содержащих горизонтов, так как водная миграция радионуклида маловероятна вследствие его прочной фиксации в межпакетных пространствах глинистых минералов и ничтожно малой доли водорастворимой фракции ( $<0,01\%$ ) в общем пуле соединений  $^{137}\text{Cs}$  в загрязнённой почве. Существенное проникновение радионуклида наблюдается до глубины в 50 см. Проведённое нормирование показало, что интегральные запасы  $^{137}\text{Cs}$  превышают нормативное значение  $37 \text{ кБк/м}^2$  в 7 раз. При относительно равномерном распределении  $^{137}\text{Cs}$  в пределах пахотного слоя, запасы возрастают в нижней его части, что свидетельствует об уплотнении и формировании плужной подошвы.

## **Влияние рекультивации на биологическую активность почв в районах угледобычи**

***Касимова Диана Аликовна***

*Студентка, 4 курс*

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

*E-mail: di\_kasimovaa@mail.ru*

Угледобыча наносит значительный вред естественным ландшафтам, приводит к глубокой трансформации всех компонентов экосистем [1]. Рекультивация – неотъемлемый этап разработки месторождений полезных ископаемых, направленный на восстановление нарушенных земель.

**Цель работы** - оценить влияние особенностей рекультивации на величину биологической активности (БА) поверхностных горизонтов почв и техногенных поверхностных образований (ТПО).

Данные были собраны и обработаны во время полевого этапа практики летом 2022 года, включая ежемесячные натурные сезонные наблюдения с июня по ноябрь. Всего было отобрано и проанализировано 52 почвенных пробы и 195 тест-объектов.

Ряд мониторинговых точек был заложен на территории Подмосковского бурогоугольного бассейна (ПБУБ) в пределах лесостепной зоны Тульской области. Участок «Каменецкая-2» был террасирован и фитомелиорирован в 1970-х годах. Спланированный отвал «Синяевка» фитомелиорирован в 2015 г. Отвал «Владимировка» спланирован, но самозарастает. Конический террикон «Ильинка» не был рекультивирован.

Оценка БА почв проводилась с помощью биохимического окисления легкогидролизуемых органических веществ (БО ЛГОВ) с использованием тест-объектов (льняное полотно) и биологического потребления кислорода (БПК) (рис.1) [2].

Для отражения БО ЛГОВ был выбран период с сентября по ноябрь, потому что в это время устанавливается оптимальное соотношение влаги и тепла, а в почву поступает большое количество опада.

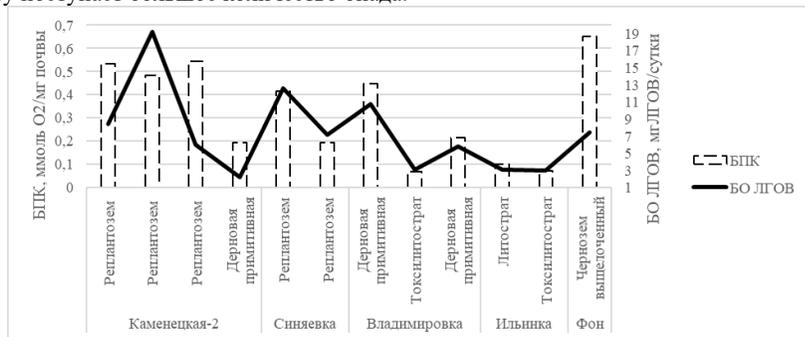


Рис.1. БПК и БО ЛГОВ поверхностных горизонтов почв и ТПО на территории ПБУБ

Таким образом, реплантаземы рекультивированных отвалов характеризуются наиболее высокой БА. Минимальные показатели приурочены к токсилитостратам незадернованных поверхностей самозарастающего спланированного отвала и террикона. Проводимые при рекультивации отвалов планирование поверхности, изоляция суглинками верхних почвенных горизонтов от кислых токсичных пород и фитомелиорация создают благоприятные условия для развития почвенного биоценоза.

### Литература

1. *Андроханов В.А.* Практическое решение проблемы рекультивации нарушенных земель на основе инновационного процесса // Горн. информ. - аналит. бюл. – 2008. Отд. вып. № 7: Кузбасс. - С. 258- 264. - Библиогр.: с. 264
2. *Шаранова А.В.* Окислительно-восстановительное состояние почв Среднерусской лесостепи в зоне влияния терриконов угольных шахт // автореферат дис. ... кандидата географических наук: 25.00.23. - Москва, 2013. - 25 с.

## **Экологическая оценка качественных характеристик сеянных газонных травостоев с использованием различных видов минеральных удобрений и перлита на деградированных почвах**

*Каушкаль Маргарита Олеговна*

*Студент*

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Москва, Россия*  
E-mail: *margarkau@gmail.com*

**Введение.** Цель проведения опыта: изучить устойчивость сеянных травосмесей к сильно деградированным почвам, а также выявить способность формирования наиболее устойчивых газонных покрытий. Задачи: Выявить лучшие системы для выращивания сеянных газонных травостоев с использованием различных комплексных удобрений и перлита; Оценить влияние перлита на почвенные условия при выращивании и уходе за сеянным газоном; Оценить влияние минеральных удобрений и перлита на фотосинтезирующую активность биомассы.

**Материалы и методы исследования.** Опыт заложен на территории экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве тестового объекта был выбран сеяный газон. Состав трав – мятлик луговой (10%), овсяница красная измененная (30%), овсяница красная (45%), овсяница овечья (10%), полевица побегоносная (5%).

В качестве почвоулучшающего компонента использовался перлит в количестве 10 л/м<sup>2</sup>, запаханный на глубину 5-7 см. Среди тестируемых удобрений использовались Буйские органоминеральные удобрения (далее БХЗ) (NPK 10-7-7, Mg -1,5, Mn – 0,07%, Cu – 0,01, Zn – 0,01, B – 0,02, гуматы – 1,9), Фертика (N – 12,0%, P – 8,0%, K – 14,0%, Mg – 2,0%, S – 8,0%), ЕвроХим – (N - 20,2%, P2O5 - 20,3%, K - 20,3%, Cu -0,005%, Mn -0,005%, Zn- 0,01%, Fe- 0,07%).

Для оценки формирования и функционирования газонов в режиме мониторинга (1 раз в 10 дней) будут оцениваться следующие показатели: наземная биомасса, сухая масса 1 см<sup>3</sup> дерна, масса корней из 0,5 дм<sup>3</sup> почвы, плотность газонного покрытия, цветность, высота травостоя, содержание хлорофилла (N-тестер).

На данном этапе проведен агрохимический анализ почв участка, через месяц после закладки проведен первый укос, взвешивание биомассы. Перед уходом газона в зиму проведен второй укос и взвешивание биомассы, дерна и корней. В весенне-летний период взвешивание биомассы проводилось раз в 2 недели. В ноябре следующего года было произведено повторное взвешивание дерна и корней.

**Результаты.** В ходе исследований были сделаны 36 укосов наземной биомассы, осуществлен замер высоты травостоя, измерено содержание хлорофилла в растениях, проведена фото фиксация проективного покрытия участков и отобраны образцы для проведения агрохимического почвенного анализа, измерения массы дернины и массы корневой системы.

Данные укосов показывают, что применение удобрений оказало значительное положительное влияние на развитие травостоя.

Максимальный прирост биомассы наблюдался для варианта с добавлением фертики – 229 г/м<sup>2</sup> за первый год, и 189 г/м<sup>2</sup> за второй год.

Проведенные на данный момент испытания позволили выявить, что перлит, как структурообразующий компонент почвы не влияет на рост наземной биомассы и развитие травостоя.

### **Содержание подвижных форм цинка в структурных фракциях черноземов миграционно-сегрегационных и урбостратоземов**

*Козырев Денис Андреевич, Тагивердиев Сулейман Самидинович*

*Аспирант*

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

*Россия, Ростов-на-Дону*

*E-mail: kozyrev@sfnedu.ru*

С позиций биогеохимии почва – это продукт взаимодействия живой и неживой природы, выступающий как естественный биофильтр, депо веществ и энергии, вследствие чего циклы миграции элементов обязательно включают почву как звено в цепи непрерывных транслокаций [3, 4, 6]. Учитывая данный факт, почвенный покров городских территорий представляет собой чрезвычайно интересный предмет исследования, так как здесь одновременно происходит связывание и трансформация различного рода антропогенных загрязнителей [1, 2, 5]. Исследовали распределение подвижных форм цинка в структурных фракциях >10; 7-5; 5-3; 2-1; <0,25 мм почв Ростовской агломерации. Содержание цинка определяли атомно-абсорбционным методом на приборе МГА-915. Фракционирование по структурным отдельностям методом сухого просеивания по Саввинову. Структурные фракции по содержанию подвижных форм цинка в черноземах можно выстроить в ряд: <0,25 ≤ 5–7 ≤ 3–5 ≤ 1–2 < >10 мм, а для урбостратоземов ряд несколько иной: <0,25 ≤ 3–5 ≤ 1–2 ≤ >10 ≤ 5–7 мм. Минимальные значения подвижного цинка приходятся на фракции <0,25 мм, при этом валовое содержание цинка в этой фракции наибольшее. Это говорит о высокой роли данной структурной фракции в локализации и связывании цинка, нейтрализующей его токсическое действие. Однако высокое содержание данной фракции в почвах уменьшает противоэрозионную стойкость почвы, что объективно может способствовать опосредованному загрязнению сопредельных сред. Напротив, наибольшее содержание подвижных форм цинка приурочено к фракции >10 мм, в которой валовое количество этого металла минимальное.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4*

### **Литература**

1. Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Горбов С.Н. Физические характеристики городских почв Ростовской агломерации // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1153-1159.

2. Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В. Физические свойства почв Ростовской агломерации // Почвоведение, 2016, № 8, с. 964–974.
3. Горбов С.Н., Горовцов А.В., Безуглова О.С., Вардуни Т.В., Тагивердиев С.С. Биологическая активность запечатанных почв Ростова-на-Дону // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2 (2), 2016, с. 331-336.
4. Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Титаренко В.С. Специфика структуры черноземов в условиях Ростовской агломерации // Современное состояние чернозёмов – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. Т. 2. С 307-311.
5. Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В. Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2, 2016, с. 226-229.
6. Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Козырев Д.А. Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 4. С. 119-130.

### **Влияние исходного сырья на выживаемость бактерий, инокулированных на поверхности углеродистых сорбентов**

**Козьменко С.В., Горовцов А.В., Загайнов Е.А., Бояришинов В.А., Грунина С.С.**  
*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Иванковского*

E-mail: [kozmenko@sfedu.ru](mailto:kozmenko@sfedu.ru)

Одним из перспективных направлений в разработке технологий ремедиации загрязненных почв является использование штаммов микроорганизмов совместно с углеродистыми сорбентами (Tu et al., 2020).

Целью данной работы было изучение влияния исходного сырья и метода подготовки биоугля на изменение численности бактерий. Проводилось сравнение численности бактерий после инокуляции трех типов биочара, полученных при 700°C – из луги подсолнечника, из шелухи риса и из шелухи риса, размолотого до размера частиц 0.25 мм. Для этих целей был произведен учет численности бактерий спустя 7 суток и 30 дней после инокуляции

Для инокуляции образцов биочара использовалась минеральная среда MSM с 1% бульона LB, в которую добавлялись навеска биочара в соотношении 2% от объема среды и 1 мл бактериальной суспензии плотностью 1 МкФ. Инкубация проходила при 30 °С и 150 об/мин в течение трех суток. После чего биочар отфильтровывали, промывали от остатков культуральной жидкости 0.05 М раствором фосфатного буфера и сушили в течение суток при комнатной температуре. Численность иммобилизованных бактерий определялась с помощью посева серийных разведений после растирания в ступке навески образцов биочара.

На продолжительность сохранения численности инокулируемых бактерий кроме исходного сырья влияет степень дисперсности частиц биочара. Так, после 1 недели хранения численность бактерий на размолотом биочаре из рисовой шелухи изменилась незначительно: *P. putida* SPp1 –  $4,7 \cdot 10^8$  КОЕ/мл на данном материале, тогда как на биочарах из лузги подсолнечника и шелухи риса падение титра было большим: 8,5 раз для биочара из лузги подсолнечника и 3,8 для биочара из шелухи риса. Через 1 месяц хранения эти различия проявляются еще значительней: на биочаре из лузги подсолнечника численность падала в 3,7 раза для *P. putida* SPp1, а на биочаре из шелухи риса снижение составило 63,0 раза. Для размолотого биочара из шелухи риса снижение было минимальными составило 1,8 раза.

Таблица 1. Зависимость численности бактерий, инокулированных на различных типах биосорбентов, от времени хранения и размера частиц носителя

Тип носителя	Численность бактерий, КОЕ/г биосорбента								
	Биочар из лузги подсолнечника			Биочар из рисовой шелухи			Биочар из рисовой шелухи, размолотый		
Время хранения	0	7 сут.	30 сут.	0	7 сут.	30 сут.	0	7 сут.	30 сут.
<i>Pseudomonas putida</i> SPp1	1,4± 0,2 *10 <sup>8</sup>	1,6± 0,3 *10 <sup>7</sup>	3,7± 1,2 *10 <sup>7</sup>	7,6± 0,1 *10 <sup>8</sup>	2,0± 0,1 *10 <sup>8</sup>	1,2± 0,7 *10 <sup>7</sup>	5,1± 0,7 *10 <sup>8</sup>	4,7± 0,8* 10 <sup>8</sup>	2,8± 0,8 *10 <sup>8</sup>

Исследование выполнено в лаборатории «Здоровье почв» Южного федерального университета при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2022-1122

### Литература

1. Tu C., Wei J., Guan F., Liu Y., Sun Y., Luo Y., Tu C. Biochar and bacteria inoculated biochar enhanced Cd and Cu immobilization and enzymatic activity in a polluted soil //Environment international. – 2020. – Т. 137. – С. 105576.

### Влияние теплового загрязнения на активность почвенных микроорганизмов в городских почвах

**Конохова Кира Сергеевна**

школьник

ГБОУ Школа № 1574, Москва, Россия

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: [kirsevna@gmail.com](mailto:kirsevna@gmail.com)

Почвы городских экосистем должны сохранять биологическое разнообразие, быть плодородными, пригодными для роста растений и выполнять биогеохимические функции. Среди всех типов загрязнения в городских экосистемах в наименьшей степени исследовано тепловое загрязнение окружающей среды. Дополнительным источником прогрева городских почв в холодное время года может становиться развитая сеть подземных трубо- и теплопроводов, занимающая значительные участки городской территории.

На сегодня недостаточно данных для формирования глубокого понимания о возможных изменениях функционирования городских почв в условиях теплового загрязнения в результате хозяйственной деятельности человека. Актуальность работы в том, что именно в зимний период проведено комплексное исследование активности почвенного микробиома в городских почвах, подверженных тепловому загрязнению, его дыхательной активности и показателей биомассы [1] на локальном примере воздействия теплотрассы в Бутырском районе г. Москвы, в то время как существующие исследования проводились преимущественно в летнее время. Задачи исследования: 1) сравнить температуру и влажность прогреваемых в зимнее время и непрогреваемых (контрольных) городских почв для понимания отличий условий обитания почвенных организмов; 2) сравнить интенсивность эмиссии углекислого газа как показателя дыхательной активности почвенного микробиома в прогреваемых и контрольных почвах; 3) оценить содержание и структуру биомассы грибов и бактерий в прогреваемых и контрольных почвах; 4) сравнить численность колониеобразующих единиц (КОЕ), состав и структуру комплексов культивируемых грибов и бактерий в прогреваемых и контрольных почвах.

Установлено, что почва над теплотрассой в первой половине зимы отличается более теплым температурным режимом (по сравнению с окружающей почвой температура выше в декабре и январе на 5,5 и 4 °С соответственно). В начале зимы дыхательная активность почвенного микробиома на участке теплотрассы вдвое ниже, чем в окружающей почве, к середине зимы (январь) становится сходной. В почве теплотрассы к середине зимы существенно (на порядок) возрастает численность КОЕ бактерий, численность грибных КОЕ стабильна. В окружающей почве под снеговым покровом к середине зимы численность КОЕ бактерий увеличивается незначительно, но возрастает численность КОЕ грибов. Состав комплекса грибов на участке теплотрассы более разнообразен по сравнению с окружающей территорией и в нем преобладают условно опасные для человека и фитопатогенные виды грибов из родов *Aspergillus*, *Scedosporium*, *Stachybotrys*, *Fusarium*. Таким образом, были выявлены изменения функционирования почвенного микробиома под влиянием теплового загрязнения. Дыхательную активность почв следует учитывать для расчета баланса потока углерода в городских экосистемах. При расчете рисков для здоровья населения важно учитывать, что незаснеженные участки теплотрасс могут являться поставщиками условно патогенных организмов. Исследование может служить основой для разработки методических рекомендаций по сохранению почвенного плодородия и снижению рисков для здоровья населения в условиях городских экосистем. Среди рекомендаций для защиты городских почв от теплового загрязнения: использование современных теплоизолирующих материалов; прокладывание теплотрасс под тротуарами, что решит проблему очистки пешеходных дорожек от наледи; регулярная своевременная реставрация плодородного слоя городских почв.

## Литература

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991.

**Активность глутатион-S-трансферазы и глутатионпероксидазы томата (*Solanum Lycopersicum*) в условиях загрязнения бенз(а)пиреном в условиях модельного вегетационного опыта**

**Крепакова М.Р., Волошина М.С., Лысенко Д.С., Литвинова А.В., Дудникова Т.С.**

Студент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», 344090, Россия, г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 194/1  
krepakova@sfedu.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к высоко опасным для поллютантам. Показателем присутствия ПАУ в окружающей среде служит бенз(а)пирен (БаП), обладающий сильнейшим канцерогенным действием на живые организмы [1].

Под влиянием БаП растения выделяют активные формы кислорода (АФК), что служит причиной окислительного стресса. Из-за этого происходит изменение активности ферментов. В данном исследовании оценивалось изменение активности ферментов глутатионового цикла (глутатион-S-трансферазы (GST) и глутатионпероксидазы (ГП)) под влиянием БаП. В качестве тест-культуры использовались растения томата (*Solanum Lycopersicum*), как одной из основных сельскохозяйственных культур в Ростовской области и одной из наиболее чувствительных к загрязнению овощных культур.

В модельном вегетационном опыте БаП вносился в предварительно подготовленную почву в следующих концентрациях: 20 ПДК БаП, 40 ПДК БаП и 60 ПДК БаП, повторность трехкратная. В качестве контроля использовался чернозём обыкновенный карбонатный, отобранный на территории ООПТ «Персиановская заповедная степь». После инкубации почвы с БаП высевались томаты.

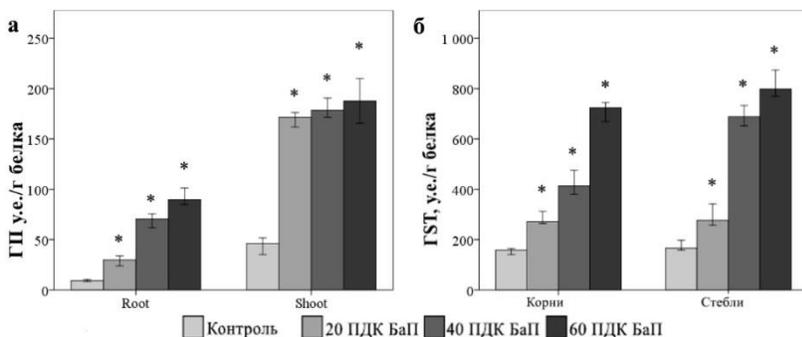


Рисунок 1. Влияние БаП на активность: (а) глутатионпероксидазы (ГП) и (б) глутатион-S-трансферазы (GST) в *Solanum Lycopersicum*.

Активность глутатионпероксидазы в черноземе обыкновенном карбонатном составили  $45.7 \pm 2.2$  y.o.e./нг. При внесении в почву 20 ПДК БаП, 40 ПДК БаП и 60 ПДК БаП активность фермента увеличивалась в 3.8, 5.4 и 7 раз. Активность

глутатион-S-трансферазы в контрольном образце составила  $170.2 \pm 19$  мкг/г. В загрязненных вариантах опыта наблюдалось дозозависимое увеличение фермента в 2.4, 4.0 и 5.1 раза соответственно. Значительный антиоксидантный ответ ГП и GST говорит об их роли в смягчении стресса BaП в *S. lycopersicum*.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-74-10046-П) в Южном федеральном университете*

## Литература

1. Voloshina, M.; Rajput, V.D.; Chernikova, N.; Minkina, T.; Vechkanov, E.; Mandzhieva, S.; Voloshin, M.; Krepakova, M.; Dudnikova, T.; Sushkova, S.; Plotnikov, A. Physiological and Biochemical Responses of *Solanum lycopersicum* L. to Benzo[a]pyrene Contaminated Soils. Int. J. Mol. Sci. 2023, 24, 3741. <https://doi.org/10.3390/ijms24043741>

### **Динамика свойств подстилок лиственных насаждений ботанического сада МГУ им. В.М. Ломоносова в течение вегетационного периода**

*Кулагина Елизавета Андреевна*

*Студент, 3 курс бакалавриата*

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

*E-mail: Ku.Eliza454@gmail.com*

Подстилка – это почвенный горизонт, состоящий из растительного опада разной степени разложенности и имеющий колоссальное значение как для почвы, так и для экосистемы в целом. Она обеспечивает связь между растениями и почвой, являясь, среди прочего, источником органических соединений и элементов минерального питания. К числу важнейших функций подстилок также относится их роль в качестве индикатора интенсивности биологического круговорота в экосистемах [2]. По сравнению с другими почвенными горизонтами подстилка характеризуется большей динамичностью свойств. Именно она в значительной степени отражает современные условия почвообразования и, следовательно, более чувствительна к их изменениям [1]. Данная особенность особенно важна для функционирования зеленых городских насаждений, изучению которых стало уделяться больше внимания в связи с активным ростом городов [3]. Однако в настоящее время информации об изменении свойств подстилок в течение вегетационного периода недостаточно, в особенности для городских насаждений, что определяет актуальность настоящей работы.

Целью исследования является изучение годовой динамики свойств подстилок городских лиственных насаждений. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: определить свойства и показатели подстилок в течение вегетационного периода, в частности, общего запаса подстилок, их фракционного состава и доли легкоразлагаемых компонентов.

Объектами исследования были выбраны подстилки лиственных насаждений ботанического сада МГУ им. В.М. Ломоносова: берёзовых (*Betula pendula*),

липовых (*Tilia cordata*) и кленовых (*Acer platanoides*). Данные насаждения имеют приблизительно одинаковый возраст (около 70 лет). Отбор образцов подстилок осуществлялся в период от окончания таяния снега и до окончания листопада: в середине апреля, конце мая, середине июля, начале сентября и начале ноября. Отбор выполнялся в пяти повторностях с площади 25×25 см<sup>2</sup>. В лаборатории отобранный материал высушивался при 90 °С и разбирался на фракции: листья породы-эдикатора, листья других деревьев и кустарников, ветки, кора, плоды и семена, ветошь, детрит. Детрит представляет собой мелкие растительные остатки, которые затруднительно отнести к какой-либо фракции. Листья и ветошь составляют легкоразлагаемые компоненты. Все расчеты производятся на абсолютно сухую массу.

В результате проведенного исследования было установлено, что свойства подстилок лиственных городских насаждений варьируются в течение вегетационного периода. Так запасы подстилок минимальны в летний период (0.4–0.5 кг/м<sup>2</sup>) и максимальны в осенний (0.9–1 кг/м<sup>2</sup>). Содержание легкоразлагаемых компонентов колеблется в пределах от 17–26% до 33–50%. Фракционный состав подстилок также претерпевает изменения в течение вегетационного периода и существенно зависит от древесного состава насаждений.

### Литература

1. *Богатырев Л.Г., Демин В.В., Матышак Г.В., Сапожникова В.А.* О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок // *Лесоведение*, 2004. № 4. с. 17-29.
2. *Ильина Т.М., Сапожников А.П.* Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза // *Вестн. КрасГАУ*. 2007. № 5.
3. *Рысин Л.П., Рысин С.Л.* Урболесоведение. М., 2012.

### Влияние щелочной модификации на свойства поверхности биоугля

*Лобзенко И.П.<sup>1</sup>, Тимофеева А.Г.<sup>1</sup>, Бауэр Т.В.<sup>1</sup>, Бурачевская М.В.<sup>1</sup>*

*магистр 2-го курса*

*<sup>1</sup> Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им.*

*Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: lobzenko@sfedu.ru*

В настоящее время биоуголь рассматривается как эффективное и выгодное средство для устранения последствий химического загрязнения почв разными типами поллютантов [1]. Основным способом изготовления биоугля является пиролиз растительных остатков. Данный способ позволяет получать продукт с высокой добавленной стоимостью из региональных отходов сельского хозяйства [1]. Однако, часто побочные продукты пиролиза в виде смол оседают в порах сорбента, делая их недоступными, что вызывает необходимость их удаления. Одним из наиболее подходящих способов модификации биоуглей является обработка сильной щёлочью (чаще всего используется КОН) [2]. Однако, этот тип модификации может действовать на разных образцах углей с разной эффективностью [2].

Целью данной работы было установить степень изменения структурных характеристик биоугля из шелухи риса после обработки щёлочью.

Для этого опытные образцы биоугля были изготовлены путём пиролиза на кафедре Почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ, затем часть биочара была подвержена обработке 0,1 N KOH в течение 16 ч с последующей промывкой дистиллированной водой до нейтральной pH. С помощью волюметрического анализатора ASAP 2020 изучены показатели удельной площади поверхности углей до и после обработки, также были оценены потери массы.

Результаты показывают, что после обработки удельная площадь поверхности биочара из шелухи риса выросла в 2,43 раза (со 178 см<sup>2</sup>/г до 433 см<sup>2</sup>/г). Такое значительное повышение площади поверхности обусловлено удалением продуктов пиролиза, более всего подверженных щелочному гидролизу, из порового пространства сорбента. Потери массы при этом составили 23% от изначальной.

Вывод: щелочная модификация биочара из шелухи риса является перспективным и эффективным способом увеличения площади поверхности данного сорбента.

*Работа поддержана Министерством образования и науки РФ, соглашение № 075-15-2022-1247*

## **Литература**

1. *Koptsik G. N.* Modern approaches to remediation of heavy metal polluted soils: A review //Eurasian Soil Science. – 2014. – Т. 47. – С. 707-722.
2. *Xie, Y., Wang, L., Li, H., Westholm, L. J., Carvalho, L., Thorin, E., Skreiberg, Ø.* A critical review on production, modification and utilization of biochar //Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2022. – Т. 161. – С. 105405.

## **Накопление меди и свинца в почвах селитебной зоны Ростова-на-Дону**

***Мельникова Инна Павловна***

*студентка*

*Южный федеральный университет*

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

*Россия*

*E-mail: i.melnikova7@mail.ru*

Почвы городских территорий подвергаются сильной антропогенной нагрузке посредством жизнедеятельности разного рода производств, транспортных сетей, строительных работ. Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами может привести к серьезным продовольственным и экологическим проблемам, именно поэтому необходимо проводить экологический мониторинг, в частности оценку загрязнения почв городских территорий и нарушенных земель [1,2].

Мощным источником загрязнения, в частности свинцом, являются выхлопные газы автомобилей. Этот вид загрязнения имеет линейный характер, приуроченный к зонам вдоль автомобильных трасс, улицам с высоким трафиком, но как

показывают исследования, в больших городах загрязнение свинцом встречается даже в почвах парков и городских садов [3,4].

В проведенном исследовании изучали почвенный покров селитебной зоны микрорайона Западный г. Ростова-на-Дону.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004) почвы идентифицированы как чернозем миграционно-сегрегационный, урбостратозем на погребенном черноземе и урбостратозем на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном. Почвенные образцы отбирали по всей глубине профиля. Подвижные формы тяжелых металлов в почвенных образцах были проанализированы на атомно-адсорбционном спектрометре МГА-915.

Выявлено наличие локальных превышений ОДК подвижных форм тяжелых металлов, а именно меди (до 16,6 ОДК) и свинца (до 1,97 ОДК) в урбостратоземе. Медь является одним из приоритетных загрязнителей в Ростовской агломерации, как раз это и подтверждают полученные данные.

### Литература

1. Минкина, Т.М. Тяжелые металлы в почвах и растениях устья реки Дон / Т.М. Минкина, Ю.А. Федоров, Д.Г. Невидомская, Т.Н. Польшина, С.С. Манджиева, В.А. Чаплыгин // Почвоведение. –2017. – № 9. – С. 1074-1089
2. Писарева, А. В. Воздействие антропогенных факторов на экологические свойства городских почв / А.В. Писарева, Л.П. Степанова, Е.В. Яковлева // Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием: Курск, 11 мая 2018. – Курск: Курский государственный университет, 2018. – С. 20-25.
3. Сальник, Н.В. Распределение никеля, меди, цинка и свинца в почвах парково-рекреационных зон Ростовской агломерации под влиянием древесных растительных ассоциаций / Н.В. Сальник, А.К. Шерстнев, И.П. Мельникова // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2022», Москва, 11-22 апреля 2022. [Электронный ресурс]. – М.: МАКС Пресс, 2022. – ISBN 978-5-317-06824-0
4. Paltseva, A. Geospatial analysis and assessment of garden soil contamination in New York City / A. Paltseva, Z. Cheng // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2019. – №14(3). – PP. 239-254.

### Влияние инокуляции биочара *Bacillus* и *Paenibacillus* на содержание нефти в черноземе обыкновенном

**Минникова Татьяна Владимировна**

*ведущий научный сотрудник*

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии  
им. Д.И. Иванова, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail loko261008@yandex.ru*

Загрязнение почв нефтью приводит к снижению качества почв сельскохозяйственных угодий. Для возвращения почв в сельскохозяйственный оборот необходимо проводить мероприятия по разложению нефти в почве и восстановлению ее экологического состояния (Minnikova et al., 2021, 2022). Целью работы

было оценить влияние совместного применения биочара с бактериями родов *Bacillus* и *Paenibacillus* (BP), входящими в основу биофунгицида Code of Balance F1 на разложение нефти и биологическую активность чернозема обыкновенного. Исследовано воздействие штаммов бактерий данных родов как самостоятельно, так и в совместном применении с биочаром в различных вариантах на разложение нефти в черноземе и восстановление экологического состояния почвы. Для моделирования нефтезагрязнения в почву вносили нефть в количестве 5% от массы почвы. В загрязнённую почву вносили штаммы бактерий *Bacillus* и *Paenibacillus* (в рекомендуемой и увеличенной дозах в 100 раз) и биочар (1% от массы почвы) раздельно и совместно. Применение биочара позволило снизить содержание нефти по сравнению с фоновым на 25%. При этом самостоятельное внесение бактерий, как в рекомендуемой, так и в 100 раз большей концентрации (BP x100) достоверно не оказывало воздействия на содержание нефти.

Внесение биочара совместно с бактериями способствовало разложению нефти на 79% по сравнению с фоном. При повышении концентрации бактерий (BP x100) эффективность разложения снизилась на 43% по сравнению с биочар+BP, однако было отмечено снижение содержания нефти на 36% по сравнению с контролем. При этом в варианте обработки, в котором BP предварительно инокулировали в биочаре, разложение нефти было на уровне, сопоставимом с вариантом обработки BPx100 – 34-36% от исходного содержания нефти. При повышении концентрации бактерий (BP x100) с предварительной инокуляцией в биочар отмечено снижение содержания нефти на 59% по сравнению с нефтезагрязненным фоном. Согласно полученным результатам наиболее эффективно для разложения нефти в почве применять следующие сочетания биочара с BP: биочар + BP и биочар инокулированный BPx100. Наименее эффективно внесение в нефтезагрязнённую почву только BP. Спустя 30 суток эксперимента установлено, что содержание нефти снизилось при совместном внесении увеличенной дозы бактерий и биочара на 64%, а также при инокуляции биочара бактериями *Bacillus* и *Paenibacillus* в рекомендуемой дозе на 67%. Результаты исследования целесообразно использовать при биомониторинге состояния нефтезагрязнённых почв после биоремедиации.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента (МК-175.2022.5) и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ).*

## Литература

1. Minnikova T., Kolesnikov S., Minkina T., Mandzhieva S. Assessment of Ecological Condition of Haplic Chernozem Calcic Contaminated with Petroleum Hydrocarbons during Application of Bioremediation Agents of Various Natures // Land, 2021. 10. 169. <https://doi.org/10.3390/land10020169>
2. Minnikova T., Ruseva A., Kolesnikov S. Assessment of ecological state of soils in southern Russia by petroleum hydrocarbons pollution after bioremediation // Environmental Processes. 2022. 9. 49 <https://doi.org/10.1007/s40710-022-00604-9>

## Устойчивость горно-луговых дерново-торфянистых почв Центрального Кавказа (пос. Домбай) к загрязнению медью

*Мощенко Дарья Ивановна, Колесников Сергей Ильич*

*Аспирант*

*Южный федеральный университет*

*Академия биологии и биотехнологии, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: dimoshenko@sfedu.ru*

Антропогенное воздействие (деятельность горнопромышленных и металлургических предприятий, сливы неочищенных сточных вод, автомобильное загрязнение, рекреационная нагрузка) на почвы увеличивается с каждым годом. На территории Карачаево-Черкесской Республики расположен Урупский горно-обогатительный комбинат, ведущий свою деятельность с 1968 г. Около 46 % медной руды от запасов ЮФО добывается шахтным методом на территории этого комбината [2].

Цель работы — оценка устойчивости горно-луговых дерново-торфянистых почв Центрального Кавказа (пос. Домбай) по биологическим показателям к загрязнению медью.

Место отбора – п. Домбай (Карачаево-Черкесская Республика, Карачаевский городской округ, 43°17'30.70"N 41°38'50.91"E). Биологическая активность: общая численность бактерий 2,6 млрд/г почвы, активность каталазы — 9,4 мл O<sub>2</sub>/г почвы за 1 мин, активность дегидрогеназ — 19,3 мг ТФФ/10 г почвы за 24 часа.

Загрязнение почвы оксидом меди моделировали в лабораторных условиях. Используемый диапазон концентраций составлял — 1, 10, 100 ПДК (100, 1000 и 10000 мг/кг). Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре воздуха (20–22 °С) и оптимальной влажности воздуха (60% от полевой влагоемкости) в двукратной повторности. Биологические показатели почвы определяли через 30 суток после внесения оксида меди.

Для объединения большого количества показателей и комплексной оценки биологического состояния использовали методику определения интегрального показателя биологического состояния почвы (ИПБС) [1]. В результате проведенного исследования установлено, что загрязнение горно-луговых дерново-торфянистых почв оксидом меди приводит к снижению биологических свойств.

Наблюдалась прямая зависимость между концентрацией оксида меди и степенью снижения биологических показателей.

Было проведено ранжирование биологических показателей по чувствительности к меди: активность каталазы > фитотоксичность > активность дегидрогеназ > целлюлозолитическая активность > численность бактерий > обилие бактерий рода *Azotobacter*.

Устойчивость почв зависит от эколого-генетических свойств почвы, определяющих подвижность в них меди, прежде всего, от гранулометрического состава, а также реакции почвенной среды и содержания органического вещества. Исследуемые почвы относятся к среднесуглинистым, рН = 5,3 и содержание органического вещества = 24,3%.

*Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030"), СП-12-22-10.*

### **Литература**

1. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. –2002. –№ 12.–С. 1509-1514.
2. Салтагарова С. И., Салтагарова З. И. Воздействие Урупского горнообогатительного комбината на окружающую среду // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 1. С. 88-93.

### **Содержание подвижных форм свинца в структурных фракциях черноземов миграционно-сегрегационных и урбостратоземов**

*Плахов Герман Анатольевич, Тагивердиев Сулейман Самидинович*

*Аспирант*

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

*Россия, Ростов-на-Дону*

*E-mail: germann-1965@rambler.ru*

С позиций биогеохимии почва – это результат взаимодействия живой и неживой природы, выступающий как естественный биофильтр, депо веществ и энергии, вследствие чего циклы миграции элементов обязательно включают почву как звено в цепи непрерывного обмена [3, 4, 6]. Учитывая данный факт, почвенный покров городских территорий представляет собой чрезвычайно интересный предмет исследования, так как здесь одновременно происходит связывание и трансформация различного рода антропогенных загрязнителей [1, 2, 5].

Образцы были отобраны из восьми полнопрофильных почвенных разрезов, заложенных в селитебных и рекреационных зонах г. Ростов-на-Дону. Рассматривается распределение валового содержания тяжелых металлов в структурных фракциях >10; 7-5; 5-3; 2-1; <0,25 мм почв Ростова-на-Дону. Фракционирование по структурным отдельностям провели методом сухого просеивания по Савинову. Содержание металлов определяли ретгенфлуоресцентным методом на приборе МАКС-GV.

Структурные фракции по содержанию подвижных форм свинца в черноземах можно выстроить в ряд: >10 < <0,25 < 5–7 ≤ 3–5 ≤ 1–2 мм, для урбостратоземов ряд несколько иной: 5–7 < 1–2 ≤ >10 < <0,25 < 3–5 мм. Распределение подвижного свинца по фракциям довольно однородное как в черноземах, так и в урбостратоземах. Медианы и большинство средних значений из выборок в урбостратоземах отличаются лишь в 0,001 и 0,0001 доле, при этом анализ по Вилкоксону дает значимые различия. В целом содержание подвижных форм свинца гораздо выше в черноземах, чем урбостратоземах.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4*

### **Литература**

1. *Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Горбов С.Н.* Физические характеристики городских почв Ростовской агломерации // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1153-1159.
2. *Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В.* Физические свойства почв Ростовской агломерации // Почвоведение, 2016, № 8, с. 964–974.
3. *Горбов С.Н., Горовцов А.В., Безуглова О.С., Вардуни Т.В., Тагивердиев С.С.* Биологическая активность запечатанных почв Ростова-на-Дону // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2 (2), 2016, с. 331-336.
4. *Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Титаренко В.С.* Специфика структуры черноземов в условиях Ростовской агломерации // Современное состояние черноземов – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. Т. 2. С 307-311.
5. *Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В.* Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2, 2016, с. 226-229.
6. *Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Козырев Д.А.* Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 4. С. 119-130.

### **Содержание и распределение тяжелых металлов в ризосфере картофеля**

***Погожев П.Е.***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

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

*E-mail: [pogozhev Pavel@mail.ru](mailto:pogozhev Pavel@mail.ru)*

*Научный руководитель: Парамонова Т.А., к.б.н.*

Почвы агросистем можно отнести к критическим при исследовании опасности загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ), поскольку помимо глобальной антропогенной нагрузки из атмосферы, поллютанты поступают в почвы в составе средств химизации сельского хозяйства. В этой связи возникает проблема экологического мониторинга и нормирования содержания ТМ в пахотных горизонтах почв агросистем, в том числе с учетом микронеоднородности распределения элементов в ризосферном пространстве различных сельскохозяйственных культур.

Содержание и распределение ТМ 1-го (Cd, Pb, Zn, As), 2-го (Co, Ni, Cu, Mo), 3-го (V, Mn) классов опасности, а также элементов с неустановленной экотоксичностью (Ti, Ag) определялось в «ближней» (примыкающей к ризоплане) и «дальней» микрозонах ризосферы агрочернозема глинисто-иллювиального в

агроценоза картофеля, выращиваемого на территории Тульской области. Исследовались подвижные формы ТМ (1 М  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ), определяемые методом ISP-MS.

Значения ризосферного коэффициента Кр (отношение концентраций химического элемента в ближней и дальней микрizonaх ризосферы) были максимальными для Ag и Mo (1,2-1,3); по своей величине они были сопоставимы с Кр эссенциального K (1,2), который использовался как референтный элемент. Для основной группы ТМ, относящихся к элементам среднего биологического захвата, а также для элемента сильного биологического накопления Zn значения Кр колебались в диапазоне 0,7-1, что может свидетельствовать об обедненности ими почвенного пространства вблизи поверхности корня. Для элементов слабого биологического захвата – Cd и V – Кр составлял 1,1, что, напротив, отражало тренд к относительному обогащению зоны интенсивного обмена веществом между почвой и растениями.

При этом общий уровень накопления подвижных форм ТМ как в ближней, так и в дальней микрizonaх ризосферы картофеля в пахотном горизонте агроценоза для нормируемых элементов не превышал 0,1 ПДК для Pb, Zn, Mn и 0,4-0,6 ПДК для Cu, Co и Ni, что определяет удовлетворительную экологическую обстановку на исследуемой территории и приемлемые риски загрязнения производимой на ней сельскохозяйственной продукции ТМ.

### **Оценка изменения активности каталазы загрязненной нефтью бурой полупустынной почвы после внесения нитроаммофоски**

***Ревина С.Ю., Минникова Т.В.***

*Студент, 1 курс магистратуры*

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

*E-mail: [soffv.soff@mail.ru](mailto:soffv.soff@mail.ru)*

При нефтезагрязнении происходит нарушение проницаемости и обмена воздуха в почве, часть почвенного покрова становится анаэробной, вследствие чего ингибируется ферментативная активность [1, 2]. В связи с этим актуальным является подбор реагентов и препаратов, предназначенных для рекультивации и очистки почвенного покрова от нефти и нефтепродуктов.

Цель исследования заключалась в оценке изменения активности каталазы загрязненной нефтью бурой полупустынной почвы после внесения нитроаммофоски.

Объектом исследования выбрана бурая полупустынная почва, отобранная в п. Дрофиный (Республика Калмыкия, Наримановский район). Для моделирования нефтезагрязнения почвы использовали нефть Новошахтинского нефтеперерабатывающего завода в количестве 5% от массы почвы. В качестве ремедианта и дополнительного источника азота вносили нитроаммофоску в трех дозах: в дозе, рекомендуемой производителем (Д), в 2 раза меньшей ( $D_{0,5}$ ) и 2 раза большей ( $D_2$ ). В качестве рекомендуемой дозы на 200 г почвы брали нитроаммофоску – 0,75 г (в пересчете на азот для соблюдения соотношения C:N = 1:9, нарушенного при внесении углеводородов нефти). Активность каталазы определяли газометрическим методом по А.Ш. Галстяну (1978) с учетом количества разложившейся

перекиси при реакции с почвой по объему выделившегося кислорода, вытесняющего воду из бюретки.

Исследование показало, что наибольшее стимулирование активности каталазы в нефтезагрязненной почве происходило при внесении  $D_{0,5}$  нитроаммофоски (показатель вырос в 5 раз по сравнению с нефтезагрязненным фоном). Эффективным было также добавление  $D_1$  и  $D_2$  ремедианта: наблюдали стимулирование ферментативной активности в 4 и 3 раза по сравнению с нефтезагрязненным фоном соответственно.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента (МК-175.2022.5) и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ), а также Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030») (СП-12-22-10).*

### Литература

1. Мужехоев А. А., Шадиева Я. М., Дзармотова З. И. Специфика загрязнения почвы нефтепродуктами // Достижения науки и образования. – 2022. – №. 5 (85). – С. 98-101.
2. Юскаева Г. И., Захарова Л. Н. Изучение влияния загрязнения нефтью и нефтепродуктами на почвенно-биотический комплекс серой лесной почвы // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. – 2022. – С. 337-340.

### **Изменение показателей прорастания и начального роста семян редиса при ремедиации загрязненного нефтью чернозема обыкновенного**

**Русева А.С.<sup>1</sup>, Минникова Т.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Аспирант

<sup>2</sup>Ведущий научный сотрудник, к.б.н.

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

*E-mail: ruseva.ann@yandex.ru*

Процесс деградации почв на сегодняшний день выступает глобальной экологической проблемой. Особое место среди причин деградации занимает загрязнение почв нефтью. При попадании нефти в почву происходит снижение активности биоты, нарушается жизнедеятельность микроорганизмов, растений, почвенных животных, а также интенсивность биохимических реакций. Одним из наиболее часто используемых методов очистки и восстановления нефтезагрязненных почв является биоремедиация [1].

Цель работы – изучение изменения показателей прорастания и начального роста семян редиса при ремедиации нефтезагрязненного чернозема обыкновенного.

Объектом исследования был выбран чернозем обыкновенный карбонатный, который отбирали из верхнего слоя на пашне Ботанического сада Южного

федерального университета. С исследуемой почвой был заложен модельный эксперимент на 30 суток. Для этого образцы почвы в количестве 200 г помещали в вегетационные сосуды, увлажняли, загрязняли и вносили ремедианты. В качестве загрязнителя была использована нефть, в количестве 5% от массы почвы. С целью ремедиации в почву вносили биочар, нитроаммофоску, гумат натрия и «Байкал ЭМ-1» в трех дозах: в рекомендуемой (1 Д) и пропорционально в 2 раза меньшей (0,5 Д) и 2 раза большей рекомендуемой (2 Д). После окончания срока экспозиции чернозема изучали такие показатели, как длина побегов и корней, всхожесть семян редиса [2].

Исследование показало, что в нефтезагрязненных почвах увеличение длины корней происходит при использовании всех доз биочара и 0,5 Д нитроаммофоски. Наибольший стимулирующий эффект на длину побегов оказывает биочар в дозе 2 Д (повышение значения показателя в 41 раз относительно чернозема с нефтью). Кроме того, длину побегов повышают также дозы 0,5 и 1 Д биочара, 0,5 и 2 Д «Байкал ЭМ-1», 1 и 2 Д гумата натрия, 0,5 и 1 Д нитроаммофоски. Всхожесть семян редиса увеличивалась после внесения биочара во всех дозах, нитроаммофоски в дозах 0,5 и 1 Д, а также доз 1 и 2 Д гумата натрия. Результаты исследований можно использовать при оценке состояния нефтезагрязненных почв и при выборе метода восстановления почвы после нефтяного загрязнения.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента (МК-175.2022.5) и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ), а также Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030») (СП-12-22-10).*

## Литература

1. *Изилянов А. Ю., Минина Н. Н.* Биоремедиация нефтезагрязненных почв //Вестник науки. – 2021. – Т. 1. – №. 6–1 (39). – С. 200–203.
2. *Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В.* Методы биодиагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. – 356 с.

## **Эколого-геохимическая характеристика загрязнения почв тяжелыми металлами парка Н. Островского г. Ростов-на-Дону**

**Сальник Н.В., Шерстнев А.К.**

*Аспирант*

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

*E-mail: salnik@sfnedu.ru*

Длительный комплексный эколого-геохимический мониторинг состояния почв в городских ландшафтах является составляющей частью исследований, которые направлены на выявление распространения и миграции загрязняющих веществ и их влияния на биогеоценоз в совокупности [3]. Для создания

микроклимата и комфортного проживания населения в больших городах высаживают массивы древесных насаждений в виде скверов, парков и лесопарков [2]. Почвенный покров парково-рекреационных зон города представляет собой особую экосистему. В условиях антропогенной нагрузки оценка уровня загрязнения данных почв необходима для создания и сохранения современной зеленой инфраструктуры [1]. Цель работы: эколого-геохимическая оценка содержания тяжелых металлов в почвах степной зоны под влиянием древесных растительных ассоциаций (на примере парка Н. Островского).

Изучено валовое содержание тяжелых металлов в почве на рентгеновском аппарате «Спектроскан МАКС-GVM». Эколого-геохимическая оценка выполнялась на основе анализа коэффициента концентрации (Кс) и коэффициента опасности (Ко). Для характеристики комплексного загрязнения применялся суммарный показатель загрязнения (Zс).

Почвы парково-рекреационных зон испытывают воздействие древесной растительности, несвойственное им по генезису. При сопоставлении средних концентраций металлов с естественным педогеохимическим фоном (Кс) выявляется четкая тенденция роста: Zn (4.3), Pb (3.2), Cu (1.8), Ni (1.1). В целом такой ряд характерен для почв всех урболандшафтов Ростова-на-Дону. На территории парка выявлено загрязнение почв цинком (Ко = 1.3), концентрации которого в среднем составляют 278.59 мг/кг. В почве парка содержание данного элемента изменяется от 152.07 до 525.13 мг/кг. Концентрации остальных элементов – никеля, меди, свинца – незначительно превышают региональный фон, но не достигают значений ОДК, характерных для тяжелосуглинистых почв.

Автор выражает признательность научному руководителю доктору биологических наук, профессору кафедры ботаники ЮФУ – С.Н. Горбову.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4

### Литература

1. Сальник Н.В. Распределение микроэлементного состава в естественных почвах Ростовской агломерации под влиянием древесных растительных ассоциаций // XXV Докучаевские молодежные чтения "Почва – жизнь": Материалы Международной научной конференции. Санкт-Петербург. 2022. С. 157-158.
2. Сальник Н. В., Горбов С. Н., Безуглова О. С. Накопление и распределение Ni, Cu, Zn и Pb в черноземах парково-рекреационной зоны Г. Ростов-на-Дону // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства: Научно-практическая конференция. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. 2021. С. 368-371.
3. Сальник Н.В., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Шершнева А.К., Скрипников П.Н. Распределение микроэлементов в естественных почвах Ростовской агломерации под различными типами растительных сообществ // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2022, № 1(213). С. 71-79.

## Лабильное органическое вещество в почвах вблизи отвалов угольных шахт

*Сердюк Валерия Владимировна*

*Студент*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: lerases01@gmail.com*

Добыча углей на территории Тульской области за последние 150 лет, привела к нарушению природных ландшафтов и формированию новых, представленных отвалами (терриконами). На прилегающие к ним почвы поступает большое количество угольной пыли, содержащей углерод, серу и др. элементы. Попадая и накапливаясь в почве, их соединения меняют ее химические, физические и биологические свойства, что выражается в снижении рН, биологической активности почв, изменении процессов гумификации и др. Цель исследования - оценка состава и содержания лабильного органического вещества (ЛОВ) и ферментативной активности агрозёмов Тульской области, расположенных на разном расстоянии от террикона шахты 15-бис (Щекинский район, хутор Озерки).

Объектами исследования выбраны агроземы, расположенные расстояниями 1м (разрез 1); 40 м (разрез 2); 350 м (разрез 3) от вала террикона.

Проведенное исследование показало, что почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества (ОВ), что связано с подсышками свежего органомогенного грунта и поступлением угольной пыли на поверхность почвы. По мере удаления от террикона снижается количество угольной пыли и обломков угля, попадающих на поверхность. В разрезе 1, у вала, происходит интенсивное подкисление почвы водами с низким рН (рН вод, текущих с террикона равен 1,8), загрязнение серой и другими химическими элементами (Al, Mn, Fe, Zn и др.), что замедляет процессы гумификации, нарушает функционирование почвенной биоты и неблагоприятно сказывается на произрастании культурных растений. Низкое содержание лабильных гумусовых веществ (ЛГВ) и гуминовых кислот (ЛГК) не характерно для района распространения серых лесных почв. Можно предположить, что это связано с поступлением трудно разлагаемых органических соединений с угольной пылью.

Таблица 1. Содержание органического вещества и активность инвертазы в агроземах

№ разреза	Горизонт, глубина, см	рН <sub>водн</sub>	Собщ, %	Слгв, %	Слгк, %	Инвертаза, мг глюкозы/г сут <sup>-1</sup>
1	PU1 0-25	3,6	5,15	0,54	0,48	<5 (очень бедная)
	PU <sub>ад</sub> 25-77	3,8	3,53	0,22	0,12	
	С <sub>техн</sub> 77-...	4,1	4,55	0,38	0,32	
2	PU1 0-5	4,5	7,03	0,96	0,80	15-50 (средняя обогащенность)

	PU1 5-19	4,1	7,24	1,01	0,94	<5 (очень бедная)
	PU <sub>ad</sub> 19-58	3,8	8,16	0,96	0,68	
	С <sub>техн</sub> 58-...	3,8	3,45	0,25	0,16	
3	P 0-32	4,1	7,38	1,41	1,20	5-15 (бедная)
	BT <sub>y</sub> 32-52	3,8	6,57	0,67	0,64	<5 (очень бедная)
	BT <sub>y</sub> 52-70	3,7	3,47	0,27	0,18	

Биологическая активность почв по содержанию дегидрогеназы очень бедная, по содержанию каталазы очень бедная и бедная, по содержанию инвертазы средняя обогащённость наблюдается в верхних гумусовых горизонтах, в горизонтах ниже – очень бедная.

### Содержание и запасы органического углерода в почвенном покрове селитебной зоны Ростова-на-дону

**Скрипников П.Н., Сальник Н.В., Мельникова И.П.**

*Младший научный сотрудник*

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им.*

*Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: skripnikov@sfedu.ru*

Почвенное органическое вещество является одним из важнейших показателей, определяющих качество и плодородие почвы, а также обеспечивает выполнение ею протекторных функций. В условиях урболандшафтов, фактор человеческого воздействия в большей степени определяет динамику и пространственное распределение органического углерода (С<sub>орг.</sub>) [1, 2]. Поэтому изучение его содержания и запасов является актуальной проблемой в области почвоведения, землеустройства, экологии и социальных наук.

Объектом исследования выступал почвенный покров селитебной зоны Ростовской агломерации, представленный урбостратоземами и урбостратифицированными черноземами. В качестве объекта сравнения были изучены черноземы миграционно-сегрегационные залежных участков естественного сложения.

Проведение статистического анализа показало, что в верхней части почвенного профиля антропогенно преобразованных почв (АПП), представленных преимущественно горизонтами RAT и UR количество С<sub>орг.</sub> достоверно ниже ( $2,59 \pm 0,79\%$ ), чем в дерновых горизонтах залежных участков ( $3,25 \pm 0,94\%$ ). В естественных условиях поверхностный дерновый горизонт является местом максимальной аккумуляции органического вещества, ввиду ежегодного поступления на поверхность и почвенную толщу органического материала. В случае с АПП верхние урбиковые или реплантированные горизонты могут быть загрязнены техногенными включениями, которые выступают в качестве источников загрязнителей, подавляющих активность почвенных деструкторов. Также происходит переуплотнение верхней части профиля, вызванное воздействием строительной техники при создании различных объектов или повышенным трафиком.

Изучение запасов С<sub>орг.</sub> не выявило достоверных отличий между АПП и зональными черноземами. Средние значения составили  $13,41 \pm 6,47$  и  $12,85 \pm 2,71$  кг/м<sup>2</sup> соответственно. Для АПП данные характеризуются большими межквартильным размахом и коэффициентом вариации, а также статистически

ненормальным распределением. Несмотря на достоверное снижение  $C_{\text{орг}}$  в поверхностном горизонте, значительное увеличение плотности сложения рекультивационных, урбиковых, а также погребенных естественных горизонтов [А] нивелирует потери запасов органического углерода.

Автор выражает признательность научному руководителю доктору биологических наук, профессору кафедры ботаники ЮФУ – С.Н. Горбову.

Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030»).

### Литература

1. Горбов С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Тищенко С.А. Растворимое органическое вещество в почвах Ростовской агломерации // Почвоведение. 2022, № 7. С. 894-908.
2. Skripnikov P.N., Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Tagiverdiev S.S. Organic matter content and humus reserves in natural soils of Rostov agglomeration // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022, Vol. 14, No. 4. P. 185-199.

### Валовое содержание цинка в структурных фракциях черноземов и урбостратоземов Ростовской агломерации

*Тагивердиев Сулейман Самидинович*

*Научный сотрудник*

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ*

*Россия, Ростов-на-Дону*

*E-mail: stagiverdiev@sfedu.ru*

Антропогенное воздействие влечет за собой трансформацию физических и химических свойств нативного почвенного покрова, иногда сопровождаемая частичной или полной деградацией [1, 2, 4]. В городских условиях такие изменения могут привести к неспособности почв выполнять свои экологические функции, что прямо влияет на качество жизни в городе. Нужно отметить, что агрегатный состав почв является важнейшим показателем, влияющим на водно-воздушный, тепловой режим почв, микробиологическую активность, что в конечном счете определяет доступность питательных элементов для растений, влияет на эрозионные процессы почв [3, 5, 6]. Поэтому изучение распределения тяжелых металлов в структурных фракциях представляется актуальным. Изучено валовое содержание цинка в структурных фракциях почв Ростовской агломерации. Изучали фракции >10; 7-5; 5-3; 2-1; <0,25 мм которые получили путем сухого просеивания (метод Саввинова). Содержание цинка определяли методом рентгенфлуоресцентной спектрометрии на приборе МАКС-GV.

Содержание цинка наиболее высокое в структурной фракции <0,25 мм, с увеличением размерности фракции концентрация снижается. Сосредоточение цинка в микроструктурных пылеватых агрегатах и значительное проявление этой закономерности в урбостратоземах по сравнению с черноземами свидетельствует об антропогенном происхождении значительной части почвенного пула этого элемента. На основании анализа Вилкоксона для связанных выборок, в группе черноземов можно выстроить ряд структурных фракций с возрастающим

содержанием цинка:  $>10 < 5-7 \leq 1-2 \leq <0,25 \leq 3-5$  мм, для урбостратоземов:  $>10 < 5-7 < 1-2 < 3-5 < <0,25$  мм

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4*

### **Литература**

1. *Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Горбов С.Н.* Физические характеристики городских почв Ростовской агломерации // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1153-1159.
2. *Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В.* Физические свойства почв Ростовской агломерации // Почвоведение, 2016, № 8, с. 964–974.
3. *Горбов С.Н., Горовцов А.В., Безуглова О.С., Вардуни Т.В., Тагивердиев С.С.* Биологическая активность запечатанных почв Ростова-на-Дону // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2 (2), 2016, с. 331-336.
4. *Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Титаренко В.С.* Специфика структуры черноземов в условиях Ростовской агломерации // Современное состояние чернозёмов – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. Т. 2. С 307-311.
5. *Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В.* Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2, 2016, с. 226-229.
6. *Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Козырев Д.А.* Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 4. С. 119-130.

### **Экомониторинг почвогрунтов в городских условиях парка Зарядье, Москва**

***Титанюк Илья Игоревич***

*Студент-бакалавр 4 курса*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия  
ilya-titanyuk@mail.ru*

Экологический мониторинг в городах – часть современной системы контроля за качеством окружающей среды. Это необходимый компонент в обеспечении здоровья людей и нормального функционирования природных компонентов в пределах городской черты. Одно из таких исследований проходит по парку Зарядье в центре Москвы. При закладке парка были сформированы почвогрунты для участков, воссоздающих природу разных ландшафтных зон России. С 2017 года там ведется наблюдение за развитием незагрязненных почв в урбанизированной среде.

Целью работы было проведение химической оценки почв разных природных зон парка Зарядье, находившихся под различной растительностью.

Методы исследования. Анализ углерода органических соединений и рН определялись по общепринятым методикам [1], а подвижные формы тяжелых металлов (ТМ) методом ISP-MS.

Данная работа представляет собой этап долговременного обследования части почвогрунтов парка Зарядье и является составной частью НИР по мониторингу состояния зеленых насаждений и почв парка. Объектами исследования являлись почвы, моделирующие флору степной и лесостепной природных зон под степью и лугом, смешанным и прибрежными лесами. Образцы из разрезов отбирались в 2019 г. Характеристики из ранее отобранных образцов почв были взяты из работы [2]. В обоих случаях образцы отбирались в одних и тех же точках и использовались одинаковые методики.

Результаты исследования. Значение рН в исследуемых почвах убывает в последовательности: степь, прибрежный лес, луг, смешанный лес. За период 2018-2019 гг., значение рН незначительно снизилось. Самое заметное изменение произошло в почвах под смешанным лесом (рН<sub>KCl</sub> с 6,60 до 6,25).

Больше всего органического вещества содержалось в почвогрунтах под смешанным лесом (2,05%). За год во всех почвах наблюдалось снижение количества органических соединений. Наибольшие потери пришлись на почвы степи (40,6% от общего количества), а наименьшие – на почвы смешанных лесов (22% от общего количества).

Содержание подвижных форм ТМ в почвах всех зон за год снизилось. Минимальные изменения произошли в почве под смешанным лесом. В почве под степью подвижных форм ТМ обнаружено не было. Это может быть связано с большой погрешностью метода.

Сравнение полученных данных содержания ТМ в почвах под смешанным лесом, как содержащих наибольшее количество ТМ, с нормами СанПиН по ГН 2.1.7.2041-06 выявило отсутствие превышения ПДК.

Выводы. За прошедший год изменения значений рН были незначительны.

Искусственные природные системы парка Зарядье ещё не достигли равновесия, о чем говорит существенное изменение в содержании органического вещества и ТМ в почвах.

Исследуемые почвы имеют допустимый уровень загрязненности согласно ГН 2.1.7.2041-06.

## Литература

1. Воробьева Л.А. (ред.) Теория и практика химического анализа почв. Монография. – М, 2006.
2. Кистенева А.А., Климанов А.В., Тимофеева Е.А. Химический состав почвогрунтов под разными растительными сообществами парка Зарядье. – Пушино, 2018. – С. 102-103.

## **Магнитная восприимчивость в почвах естественных и антропогенных ландшафтов УОПЭЦ Чашниково**

**Тюнькин В. А., Жерненко А. О., Урусова Е. А.**

*Студенты, 3 курс бакалавриата*

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

*E-mail: vsevolodtunkin@gmail.com*

Магнитная восприимчивость является одним из показателей, который широко используется при исследованиях почв естественных и антропогенных ландшафтов в почвоведении, экологии и геохимии. К настоящему времени в научной литературе накоплен значительный материал по данной проблематике. На факультете почвоведения первые работы относятся еще к 70 годам прошлого века [1], но до сих пор это направление не потеряло своего значения, так как магнитная восприимчивость в естественных условиях связана с гумусообразованием, почвенными новообразованиями, характером первичных минералов, а в условиях антропогенеза нередко обусловлена пирогенезом и рядом загрязнителей промышленного характера.

Цель работы - выявить особенности изменения магнитной восприимчивости в профиле р. Клязьма.

Магнитная восприимчивость исследовалась в пределах геохимического ландшафта р. Клязьма. В пределах каждого элементарного ландшафта магнитная восприимчивость определялась полевым капнометром на глубине 10 см в 5-кратной повторности. Установлено, что в пределах всего ландшафта магнитная восприимчивость варьирует от 0,1 СИ до 0,2 СИ в условиях относительно незагрязненных ландшафтов, снижаясь на поверхности почвы до 0,02-0,04 СИ, а на участках бывших костровиц, которые, как правило, приурочены к местам отдыха, этот показатель возрастает до 2-10 СИ. Аналогичные результаты были получены для аналогичного геохимического ландшафта, подтвердившие положение о низкой магнитной восприимчивости почв естественных ландшафтов и высокими величинами этого показателя для мест с явными следами пирогенеза. Детальное исследование магнитной восприимчивости в почве на глубине 10 см, проведенное через каждый метр по 40-метровой катене от шоссе Москва - Санкт-Петербург в восточном направлении, показало, что максимальные величины, достигающие на шоссе 25 СИ, закономерно снижались по мере удаления от шоссе до 0,4-0,7 СИ, но даже на 40 метровом расстоянии не достигали тех величин, которые были установлены для естественных ландшафтов, что говорит о высокой загрязненности территории, примыкающих к шоссе. Полученные данные хорошо дополняют исследования, проведенные для почв УОЭПЦ Чашниково другими исследователями [2].

### **Литература**

1. *Вадюнина А. Ф., Бабанин В. Ф.* Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение. – 1972. – Т. 10. – С. 56.
2. *Макаров О. А. и др.* Магнитная восприимчивость почв на придорожных территориях // Земледелие. – 2019. – №. 2. – С. 17-20.

## Оценка негативного действия хлорида натрия при изменении катионного состава почвенной среды

**Флерчук Виталий Леонидович**

Аспирант

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

E-mail: [biochem-vit2007@mail.ru](mailto:biochem-vit2007@mail.ru)

Применение большого количества противогололедных реагентов (ПГР) существенно увеличивает загрязнение городских территорий. Среди всего разнообразия используемых химических ПГР (хлоридные, ацетатные, формиатные) в настоящее время преимущественно используются хлоридные соединения, воздействие которых на окружающую среду в России и зарубежных странах на данный момент изучается [4, 5]. Основным действующим веществом многих ПГР, применяемых в Москве в настоящее время, является технический NaCl, высокие концентрации которого являются стресс-фактором для растений [1-3]. С целью снижения негативного действия NaCl представляется значимым провести сравнительный анализ сопутствующих катионов в системе «почва – растение».

В предварительных экспериментах, проведенных в лабораторных условиях с использованием ряда тест-культур (*Raphanus sativa* L., *Hordeum vulgare* L.), установлено снижение токсичности по тест-показателям (всхожесть, длина корня, высота проростка) при комбинировании солей NaCl и KCl.

В вегетационном эксперименте, выполненном с использованием NaCl, комбинаций NaCl с KCl и CaCl<sub>2</sub>, а также противогололедного материала, представленного NaCl (70%) и другими сопутствующими катионами, изучен рост газонных трав на основе *Lolium perenne* L. и *Festuca rubra* L. в зависимости от концентраций (5, 10, 15 г/л). В результате статистической обработки выявлено достоверное действие ионов калия и кальция на снижение токсичности NaCl. Установлено, что при максимальной концентрации хлорид натрия угнетал рост биомассы на 84%, тогда как используемый в той же концентрации противогололедный материал снижал рост биомассы на 62%. Снижение роста растений при использовании комбинаций NaCl с KCl и CaCl<sub>2</sub> имело промежуточные значения. Положительный эффект действия анализируемых солей можно представить следующей последовательностью: (NaCl+CaCl<sub>2</sub>+KCl)>(NaCl+KCl)>(NaCl+CaCl<sub>2</sub>).

### Литература

1. Воронина Л.П., Трибис Л.И., Поногайбо К.Э. и др. Характеристика снежной массы для индикации нагрузки применения противогололедных реагентов // Гигиена окружающей среды. 2020. № 12. С. 1330-1338.
2. Гладков Е.А., Евсюков С.В., Шевякова Н.И. и др. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. № 5. С. 157-159.
3. Мальшева А.Г., Шелепова О.В., Водянова М.А. и др. Эколого-гигиенические проблемы применения противогололедных реагентов в условиях крупного мегаполиса (на примере территории города Москвы) // Гигиена и санитария. 2018. № 11. С. 1032-1037.

4. Смагин А.В., Азовцева Н.А., Смагина М.В. и др. Некоторые критерии и методы оценки экологического состояния почв в связи с озеленением городских территорий // Почвоведение. 2006. № 5. С. 603-615.
5. Cain N.P. et al. Review of the effects of NaCl and other road salts on terrestrial vegetation in Canada // Ottawa: Industrial Development Branch, 2001. 248 p.

### **Применение метода XANES и процедуры последовательной экстракции для исследования почв импактных территорий**

**Цицуашвили В.С., Киричков М.В., Барахов А. В., Яковленко А.Ю.,  
Лацынник Е.С.**

*Младший научный сотрудник; младший научный сотрудник, к.ф.-м.н.; научный сотрудник, к.б.н.; научный сотрудник; лаборант-исследователь*

*Южный федеральный университет,*

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

*E-mail: tvs@sfedu.ru*

Потенциально токсичные элементы в почвах импактной зоны химических предприятий являются опаснейшим источником загрязнения окружающей среды, и в связи с этим требуют детального изучения и оценки возможных экологических рисков. Цель работы – с использованием сочетания методов химического фракционирования и высокочувствительных методов синхротронного излучения установить механизмы удерживания Cu в составе основных фазовых компонентов хемоземов.

Для изучения территории в долине р. Северский Донец (Ростовская обл.) с техногенными озерами-приемниками промышленных стоков была разработана геохимическая сетка из 80 пробных участков мониторинга. Исследуемая площадь составила около 12 га. Отбор почвенных образцов на территории пруда-отстойника проводили на глубину 0–20 см согласно методике (ГОСТ 17.4.4.02-2017). Фоновые почвы исследуемой территории - луговые и лугово-черноземные. Предварительно отобранные образцы почв высушивали при комнатной температуре, затем перемешивали и просеивали через сито 1 мм. Фракционный состав изучен методом последовательного фракционирования: BCR [1]. Съемка тонкой структуры спектров рентгеновского поглощения в ближней к краю поглощения области – метод XANES и протяженной структуры спектра поглощения – метод EXAFS была проведена на станции структурного материаловедения СТМ (К1.3.6.) Курчатовского центра синхротронного излучения НИЦ «Курчатовский институт» (г. Москва, Россия).

Чувствительность XANES к геометрии связей была использована для предварительного качественного анализа окружения металлов в образцах почвы в целом и выделенных почвенных фракций после каждой из трех стадий последовательного экстрагирования. Тип атомов, входящих в ближайшее окружение атомов Cu в образцах хемозема после применения последовательного экстрагирования, определен по предкраевой области Cu К-края спектров XANES. В качестве эталонных образцов были использованы несколько медьсодержащих соединений, в которых ближайшие координационные сферы атомов Cu образованы атомами кислорода ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{CuCO}_3$  и  $\text{CuSO}_4$ ), а также атомами серы ( $\text{CuS}$ ,

Cu<sub>2</sub>S). Значительная разница в положении края поглощения и величин основных особенностей спектра в образцах с Cu-S и Cu-O связями позволяет надежно различать эти типы окружения Cu в образцах почвы после применения последовательных селективных экстракций. Спектры Cu K-края XANES образцов хемозема после первого и второго этапов фракционирования имеют вид, очень близкий к спектрам медьсодержащих соединений с серой (CuS и Cu<sub>2</sub>S), что является свидетельством наличия большого количества связей Cu-S. Спектр CuK-края XANES образца после третьего этапа имеет явно выраженный максимум, который характерен для спектров стандартов с кислородным окружением Cu. Преобладание связей Cu-O во фракции после третьего этапа демонстрирует схожее положение края поглощения с референсными соединениями.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФ № 21-77-20089.*

### Литература

1. *Pueyo M. et al.* Use of the modified BCR three-step sequential extraction procedure for the study of trace element dynamics in contaminated soils // *Environmental pollution*. 2008, Vol. 152(2). P. 330-341.

### Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах территории бывшего шламонакопителя

*Шуваев Е.Г., Барбашев А.И., Бакоева Г.М., Попов В.Р.*

*Студент 4 курса бакалавриата*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: shuwaew.evgeny\_321@mail.ru*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой высокомолекулярные органические соединения, основным элементом структуры которых является бензольное кольцо. Многие из представителей ПАУ проявляют канцерогенную, мутагенную и тератогенную активность. Массовое накопление данных соединений связывают с процессами добычи и пиролиза углеводородных материалов, а также утилизации промышленных стоков. Данные поллютанты устойчивы в объектах окружающей среды, и аккумулируются прежде всего в почвах. В этой связи при утилизации промышленных стоков путем их сбора на специально отведенных территориях – шламонакопителях, существует опасность «консервации» опасных канцерогенов группы ПАУ в почве. Цель данной работы состояла в определении содержания ПАУ в почвах территории бывшего шламонакопителя.

Объектом исследования являлись почвы бывшего шламонакопителя, расположенные на территории оз. Атаманское, в пойме реки Северский Донец Каменск-Шахтинского района Ростовской области. Начиная с 50-х годов XX столетия на территорию озера сбрасывали жидкие промышленные стоки. С 90-х годов сброс прекратился и в настоящее время не ведется. Площадка мониторинга №57 расположена непосредственно на территории бывшего шламоохранилища вблизи эпицентра сброса стоков. В качестве объекта сравнения использовали

аллювиальную луговую почву, расположенную на расстоянии 800 м в северо-западном направлении от шламохранилища - №3. Свойства исследуемых почв варьируют не значительно: рН - 7,5-7,7, содержание  $C_{орг}$  - 2,4-2,6 %, физической глины - 53,1-52,1%, и физического ила - 32,4-23,0%.

Экстракцию БАП из образцов почвы и растений проводили гексаном. Количественное определение ПАУ в экстрактах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе AGILENT 1260. В ходе анализа были определены следующие ПАУ: нафталин, бифенил, антрацена, аценофтилена, аценофтена, флуорена, фенантрена, бенз(а)антрацена, пирена, флуорантена, хризена, бенз(а)пирена, бенз(б)флуорантена, бенз(к)флуорантена, дибенз(а,һ)антрацена, бенз(ɡ,һ,і)перилена. Результаты определения суммировались.

По результатам исследования суммарное содержание ПАУ в фоновой почве площадки мониторинга №3 составило 338 нг/г. Концентрация БАП не превышала ПДК и составляла 5,6% от суммы 16 ПАУ. Содержание группы 16 ПАУ в почве площадки № 57, расположенной на территории бывшего шламонакопителя, достигало 8345 нг/г, что в 25 раз превышает фоновое значение. Концентрация БАП на загрязненном участке №57 соответствовала 1142 нг/г, что превышает ПДК в 57 раз, фоновые значения в 60 раз и составляет 14% от суммы 16 ПАУ. В фоновой почве (№3) преобладает фенантрен-73 нг/г и нафталин- 42 нг/г 22% и 12 % от группы 16 ПАУ, соответственно. В почве бывшего шламонакопителя (№57) доминируют бенз(б)флуорантен- 1780,6 нг/г, флуорантен- 1182 нг/г и бенз(а)пирен- 1142,2 нг/г, что составляет 21%, 14% и 14%, от группы 16 ПАУ, соответственно.

Таким образом несмотря на то, что выбросы промышленных стоков в шламохранилище прекращено, в почвах наблюдалось повышенное по сравнению с фоном содержание ПАУ, в особенности наиболее опасных высокомолекулярных флуорантена, бенз(а)пирена, и бенз(б)флуорантен. Данные поллютанты в совокупности составляет порядка 49% от суммарного содержания 16 ПАУ, что не характерно почв фоновой территории.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ 19-74-10046.*

## **Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв»**

### **Взаимосвязь состава микробиоты и аллелотоксичности тепличных субстратов с вегетацией овощей в закрытом грунте**

*Горепекин Иван Владимирович*

*Аспирант*

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

*E-mail: decembrist96@yandex.ru*

Известно, что стрессы при выращивании сельскохозяйственных растений снижают урожайность, а возникновение стрессовых воздействий приводит к выделению растениями в почву аллелотоксинов, которые могут оказывать существенное влияние на состав ассоциированных с растением микроорганизмов.

Было выдвинуто предположение, что данный фактор может оказывать заметное влияние на вегетацию овощей в тепличных хозяйствах, а снижение концентрации аллелотоксинов в тепличных субстратах может улучшать вегетацию растений.

Целью работы было выяснение существования взаимосвязи между повышением аллелотоксичности тепличных субстратов, снижением урожайности овощей в теплицах и численностью микроорганизмов в тепличных субстратах.

Испытания проводили в теплицах РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, в которых выращивали огурцы сортов «Мамлюк» и «Эстафета», томат сорт «Аль-касар» и перец сорт «Самсон» на тепличном субстрате Велторф, находящемся в горизонтально расположенных 10 л пластиковых мешках (2 растения на мешок).

Аллелотоксичность тепличных субстратов определяли экспресс-методом биотестирования, основанном на существовании линейной зависимости между насыпным объемом семян с проростками в воде и длиной их проростков. Численность микроорганизмов в образцах тепличного субстрата определяли методами посева и люминесцентной микроскопии. Влияние на вегетацию растений препаратов, вносимых в тепличный субстрат, оценивали по изменению фотосинтетической активности (ФСА) испытуемых растений огурцов сортов «Мамлюк» и «Эстафета» в сравнении с контрольными растениями при помощи измерителя содержания хлорофилла ССМ-200 (США). Данный метод можно применять для оценки вегетации, так как для фотосинтетической активности растений установлена корреляция с урожайностью.

В ходе проведенных опытов установлено, что для всех изученных культур (огурцы, перец, томаты) замедление развития растений аллелотоксинами сопровождается снижением численности бактерий и уменьшением доли актиномицетов в структуре бактериального сообщества, что согласуется с имеющимися в литературе данными по влиянию аллелотоксинов на изменение состава ризосферного сообщества растений.

После выяснения вопроса о значимости влияния выделения аллелотоксинов в тепличные субстраты на вегетацию овощей в этих субстратах было решено проверить влияние снижения активности аллелотоксинов в тепличных субстратах на развитие в них растений огурцов.

Для этого решили использовать внесение в зону корнеобитания растений растворов гуматов разных концентраций, так как ранее было показано, что гуматы хорошо закрепляют аллелотоксины.

Внесение в зону корнеобитания растений растворов гуматов, обладающих высокой сорбционной способностью по отношению к аллелотоксинам, позволяет заметно улучшить вегетацию огурцов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что выделение в тепличный субстрат растениями аллелотоксинов оказывает большое влияние на вегетацию овощей в теплицах в том числе, по-видимому, за счет снижения численности бактерий в тепличных субстратах. При этом использование для закрепления аллелотоксинов гуматов приводит к заметному улучшению вегетации растений огурцов.

### **Влияние ионита ZION и удобрения Osmocote на рост и развитие Перца овощного (*Capsicum annuum* L.) в защищенном грунте**

*Грамастик Ксения Валерьевна*

*Студент*

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

*E-mail: ksusha.urakova@yandex.ru*

Применение ионитных субстратов и удобрений с пролонгированным действием для создания питательной среды с высокой концентрацией и оптимальным соотношением питательных элементов позволяет выращивать овощные культуры в защищенном грунте без внесения дополнительных удобрений в течение всего срока вегетации. Другим важным фактором роста является подбор оптимального типа освещения.

В настоящей работе в качестве объекта исследования был выбран Перец овощной (сортотип Винни-Пух). Вегетационный опыт проводили при температуре 22°C в условиях вертикальной фермы с управляемым многоканальным светодиодным освещением. Был выбран оптимальный статический режим освещения с фотопериодом 14 часов при выровненной плотности фотосинтетического фотонного потока PPFD на уровне листового покрова - 250 мкмоль/м<sup>2</sup>·сек. Состав спектра был сбалансирован. Опыт был заложен в 2л-сосудах и имел 6 повторностей в каждом варианте на субстратах двух типов: торф с вермикулитом с добавлением либо ионитного субстрата ZION (ООО "Экохимпром", Беларусь), либо гранулированного удобрения пролонгированного действия Osmocote Blue (Холдинг ICL, Израиль), причем содержание азота, фосфора и калия было выровнено за счет внесения солей. В качестве - и + контроля использовали торф и торф с добавкой водорастворимых удобрений, соответственно. Пикировку растений проводили в такую же почву на 40 день после посадки семян.

Применение исследуемых удобрений сопровождалось существенным повышением содержания в грунте аммонийного азота, водорастворимых форм фосфора и калия по сравнению с контролем. При этом содержание калия в грунте варианта с внесением ZION достоверно ниже по сравнению с внесением Osmocote Bloom и водорастворимых форм, содержание фосфора и аммонийного азота для данных вариантов достоверно не различались. Растения Перца

овощного на варианте с внесением ZION зацвели и сформировали плоды на 15 дней раньше, чем на варианте с внесением Osmocote и на 7 дней позже варианта с внесением водорастворимых форм (NPK). Общая биомасса растений на варианте с внесением ZION в 2 раза превышала биомассу, полученную на варианте с внесением Osmocote, и практически не отличалась от таковой на варианте с внесением водорастворимых форм (NPK). Наибольший урожай плодов Перца овощного обеспечило применение удобрения ZION. Урожай был выше, чем на варианте с внесением водорастворимых форм удобрений в 1,7 раза и варианте с внесением Osmocote – в 2,7 раза. Ионитное удобрение пролонгированного действия ZION обеспечило более эффективное накопление питательных веществ в плодах Перца овощного по сравнению с традиционными водорастворимыми формами удобрений и медленнодействующим удобрением Osmocote. На основе показателей накопления сухого вещества и питательных элементов в плодах было показано, что при внесении удобрения ZION растения Перца овощного более экономно расходовали питательные вещества на формирование урожая по сравнению с другими вариантами, несмотря на то, что наибольший коэффициент их усвоения из удобрений отмечен на варианте с водорастворимыми формами (NPK). Таким образом, для выращивания Перца овощного в условиях закрытого грунта и искусственного освещения предпочтительно применение удобрения ZION «для овощей».

### **Временная динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из агротемно-серых почв Курской области при их обработке биопрепаратом на основе микроводорослей**

*Довидович Елена Дмитриевна*

*Студент*

*ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,  
Естественно-географический факультет, г. Курск, Россия  
E-mail: dovid.ovo@ya.ru*

В результате интенсивной сельскохозяйственной деятельности человека почвы агроэкосистем теряют значительное количество углерода, что также приводит к увеличению эмиссии диоксида углерода в атмосферу. В настоящее время актуальна разработка методов, позволяющих не только снизить потери углерода, но и увеличить аккумуляцию органических соединений в почве.

Цель исследования – изучение влияния обработки почв биопрепаратом на основе *Chlorella sorokiniana* на пространственно-временную изменчивость скорости потоков диоксида углерода из агротемно-серых почв.

Исследование проводилось на агротемно-серых почвах Курской области под тремя культурами: овес (*Avena sativa* L.), рожь (*Secale cereale* L.) и соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Почва под посевами была однократно обработана (первая декада июля) суспензией микроводоросли *Ch. sorokiniana* в дозе 4 л/га путем опрыскивания поверхности почвы. Измерения скорости эмиссии CO<sub>2</sub> проводили камерным методом с июля по ноябрь согласно методике [1].

В варианте опыта с овсом в июле и августе значения скорости эмиссии CO<sub>2</sub> из обработанной *Ch. sorokiniana* почвы были существенно ниже (в 1,8–2 раза), чем из почв контрольных вариантов. Под культурой ржи в июле в опытном варианте значения скорости эмиссии CO<sub>2</sub> были выше на 29%, чем в контрольном

варианте, однако в августе среднесуточная эмиссия на опытном участке снижалась относительно контрольного в 1,3–1,5 раз. По-видимому, условия для развития микроводоросли сложились оптимальные, что оказало влияние на объемы эмитируемого почвой диоксида углерода. Внесение живой культуры микроводоросли в почву под культурой сои не приводило к изменениям скорости эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы относительно контрольного варианта, что, вероятно, связано с высоким проективным покрытием, создающим более сильное затенение, чем под исследуемыми культурами злаковых, в результате чего активность продукции биомассы *Ch. Sorokiniana* значительно снижалась.

Максимальные значения скорости эмиссии в течение практически всего периода исследования отмечались под культурой сои, что еще раз подтверждает низкую активность *Ch. Sorokiniana* в данном варианте опыта.

Также установлена корреляционная связь показателя эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы с влажностью почвы ( $r = -0,19$ ) и температурой почвы ( $r = 0,65$ ).

Таким образом, обработка агротемно-серой почвы под культурами овес и рожь (в фазу восковой спелости) препаратом на основе *Ch. Sorokiniana* приводит к снижению выделения CO<sub>2</sub> с поверхности почвы на 25,5 – 45,0 %.

### Литература

1. *Неведров Н. П. и др.* Сезонная динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из почв города Курска //Почвоведение. – 2021. – №. 1. – С. 70-79.

### Оценка микроэлементного состава биоуглей, полученных в условиях пиролиза органических отходов, для мелиорации почв

*Дрягина Алина Александровна, Пономарев К.О.*

*к.б.н.; старший научный сотрудник, к.б.н.*

*Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия*

*E-mail: alina\_684@email.ru*

Биоуголь представляет собой богатый углеродом продукт, который получается в результате процесса пиролиза, т.е. в условиях термической обработки органических материалов в отсутствие кислорода. Биоугли уже признаны мировым сообществом как ценные мелиоранты, сорбенты, высокопрочное бездымное топливо [1, 2]. В настоящее время актуальным направлением научных исследований остается изучение влияния внесения углеродистого мелиоранта на плодородие почв [2]. Биоугли в зависимости от исходного сырья и условий пиролиза могут внести в почву как питательные элементы, так и тяжелые металлы, и другие загрязняющие вещества. Поэтому микроэлементный состав биоуглей является решающим фактором в определении их эффективности в качестве мелиоранта, улучшающего свойства почвы.

Цель работы заключалась в оценке микроэлементного состава биоуглей, полученных в результате пиролиза разных органических отходов.

Методика: содержание кислоторастворимых и подвижных форм металлов определяли в вытяжках, извлечения металлов использовали HNO<sub>3</sub> и ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4.8. Определение содержания тяжелых металлов в пробах субстрата проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

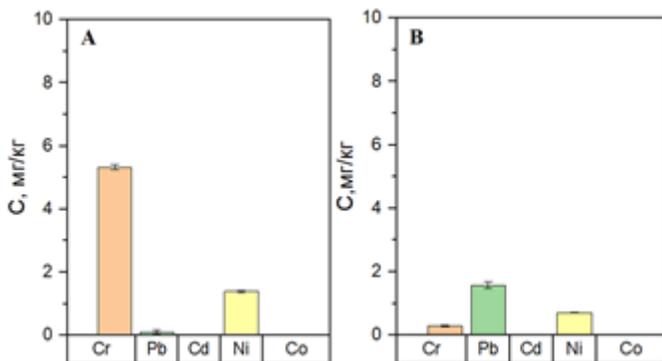


Рис. 1. А Содержание кислоторастворимых форм токсичных металлов в биоугле из скорлупы кедровых орехов; В Содержание подвижных форм токсичных металлов в биоугле из скорлупы кедровых орехов

По результатам экспериментов установлено, что в исследуемых биоуглях практически отсутствует Cd и Co (менее 0.005 мг/кг), а содержание токсичных металлов, таких как Cr, Pb и Ni не превышает ПДК (например, в биоугле из скорлупы кедровых орехов не выше 6 мг/кг (рис. 1)).

*Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания № FEWZ-2021-0014 (Научно-технические основы и прикладные решения комплексной энерго-теплотехнологической переработки биомассы для обеспечения экологически чистых технологий в энергетике и металлургии).*

### Литература

1. Tabakaev R., Ibraeva K., Astafev A., Dubinin Y., Altynbaeva D., Larionov K., Yankovsky S., Yazykov N. Pine nut shells of Siberian cedar as a resource for the high-strength smokeless fuel // Biomass Conversion and Biorefinery. 2022. P.1-11.
2. Пономарев К.О., Первушина А.Н., Коротаяева К.С., Юртаев А.А., Петухов А.С., Табакаев Р.Б., Шаненков И.И. Влияние биоугля на развитие яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и кислотность дерново-подзолистой почвы в Западной Сибири // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2022. Т. 113. С. 110-137.

### Агроэкологические последствия использования органического удобрения на основе куриного помета

**Зинченко Владислав Владимирович, Пашковская Т.Г.**

*Микробиолог 2 категории*

*ФГБУ ГЦАС «Ростовский», Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: vzin007@yandex.ru*

Применение минеральных удобрений является важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур, влияющим на урожайность и качество продукции. Неоправданно высокое их использование может оказывать

негативное влияние, способствуя загрязнению почвы тяжелыми металлами. Отрицательное экологическое влияние минеральных удобрений также заключается в нарушении межвидовых связей микроорганизмов. В свою очередь органические удобрения восстанавливают сложность межвидовых связей [1]. Однако бесконтрольное и чрезмерное использование органических удобрений так же может привести к негативным последствиям.

Целью данной работы являлось продемонстрировать агроэкологические последствия использования органического удобрения в течение длительного времени.

Объектом исследования выступала почва пашни, отобранная методом конверта на территории сельскохозяйственного предприятия. В течение длительного периода (не менее 10 лет) в почву под основную обработку заделывали органическое удобрение в дозе 10 т/га. Проводилась оценка основных показателей плодородия почвы и численности отдельных групп микроорганизмов. Определялись следующие группы: аммонификаторы, аминокавтотрофы и актиномицеты, азотфиксаторы и олигонитрофилы, фосфатмобилизаторы (NBRIP), рода *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*. Определение численности микроорганизмов проводили путем прямого учета КОЕ на плотных питательных средах.

Наблюдается стимуляция аммонификаторов и, ограниченно, аминокавтотрофов, что можно, в целом, оценить, как возрастание интенсивности процессов минерализации и гумификации. Однако, использование данного органического удобрения имеет, в том числе, негативные последствия для почвы. Зафиксировано снижение численности таких агрономически ценных групп бактерий, как азотфиксаторы и олигонитрофилы. Это может привести к снижению интенсивности фиксации атмосферного азота. Грибное сообщество так же претерпевает ряд изменений: с биологическим удобрением поступает значительное количество грибов рода *Penicillium*, которые, вероятно, своей метаболической активностью полностью или частично угнетают рост и развитие других микроорганизмов. Низкая численность и неравномерное распределение грибов родов *Aspergillus* и *Trichoderma* может быть обусловлена как конкуренцией с грибами р. *Penicillium*, так и низким содержанием или отсутствием их питательных субстратов в почве.

*Авторы статьи выносят благодарность кандидату биологических наук Продан В.И. за помощь в написании работы.*

### Литература

1. *Banerjee S. Walder, F., Büchi, L., Meyer, M., Held, A. Y., Gattinger, A. & van der Heijden, M. G.*, Agricultural intensification reduces microbial network complexity and the abundance of keystone taxa in roots //The ISME journal. – 2019. – Т. 13. – №. 7. – С. 1722-1736.

## Поиск аборигенных фитостимулирующих бактерий для улучшения фиторемедиации загрязнённых почв

Иванов Федор Дмитриевич, Пуликова Е.П., Цыбульников Д.В., Горовцов А.В.,  
Невидомская Д.Г.

Аспирант

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии,  
Ростов-на-Дону, Россия  
E-mail: fivanov@sfnedu.ru

Численность населения на планете увеличивается и по оценкам специалистов из ООН через 30 лет составит 9,7 млрд человек. Это является вызовом для сельского хозяйства в связи с тем, что в мире ощущается дефицит плодородной почвы, а запасы традиционно применяемых минеральных фосфоритов через 50-100 лет будут истощены, собственный фосфор чернозёмов находится в недоступной для растений форме. Для решения актуальных проблем сельского хозяйства и восстановления загрязнённых почв до безопасных может быть использована фиторемедиация, совмещённая с использованием фитостимулирующих бактерий (PGPR). Такие микроорганизмы обладают некоторыми полезными для растений свойствами: синтез ИУК из триптофана, синтез фосфатазы, сидерофоров, солубилизация минеральных фосфатов и калия. Это позволит поддерживать активный рост растений на загрязнённых и токсичных почвах. В данной работе отбирали и оценивали перспективные для этого штаммы бактерий.

Штаммы PGPR были выделены из загрязнённых почв поймы р. Северский Донец (Ростовская область, Россия) на агаровых пластинах по общепринятой методике. Чистые культуры выделенных прокариот проверяли на способность хелатировать  $Fe^{3+}$  на среде с CAS-реактивом [3], способность к отщеплению ионов  $PO_4^{3-}$  от органических соединений испытывали на среде с pNPP [1]. Способность к синтезу ИУК проверяли в жидкой среде с L-триптофаном и реактивом Сальковского [2]. Для выбраковки потенциально патогенных штаммов проверяли отсутствие способности расщеплять целлюлозу и пектин на средах с добавлением данных полимеров.

Всего было выделено 96 микробных изолятов из различных площадок. Солубилизировать железо было способно 51,8% изолятов. 52 % обнаруженных штаммов обладали щелочной фосфатазой. 17,3% изолятов обладали способностью к синтезу ИУК. Однако, 26,9% изолятов были способны к расщеплению целлюлозы и 58,6% микробов были способны расщеплять пектин.

Таким образом, было отобрано 13 перспективных штаммов бактерий, которые будут использованы в дальнейших экспериментах по увеличению продуктивности и устойчивости в технозёмах таких растений, как *Medicago sativa*, *Elytrigia répens* и др., а после ремедиации возможно их применение для повышения качества с/х почв.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 18-55-05023 Арм\_а.

### Литература

1. Методы общей бактериологии: Пер. с англ./Под ред. Ф. Герхардта и др. - М.: Мир, 1984. - 264 с.

2. *Gang S., Sharma S., Saraf M., Buck M., Schumacher J.* Analysis of Indole-3-acetic Acid (IAA) Production in Klebsiellaby LC-MS/MS and the Salkowski Method // Bio-protocol. 2019. № 9 (9). С. e3230.
3. *Schwyn B., Neilands J. B.* Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores // Analytical Biochemistry. 1987. № 1 (160). С. 47–56.

**Перспектива использования лекарственных растений с целью  
фиторемедиации и фитомелиорации**

***Кротов Александр Алексеевич***

*Студент*

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени  
К.А.Тимирязева*

*E-mail: sasha\_krotov\_kzn@mail.ru*

Засоление и загрязнение почв является проблемой, актуальность которой с каждым годом только растёт, несмотря на принимаемые меры.

Некоторые из лекарственных растений (ЛР) могут вытягивать из почвы излишние минеральные соли, тяжёлые металлы, остатки нефти и даже радионуклиды. Это делает ЛР отличным кандидатом на место в севооборотах хозяйств, которым необходимо решать проблемы, связанные с пограничным положением по перечисленным выше показателям или же с их превышениями.

К перспективным лекарственным растениям с высокой солеустойчивостью можно отнести *Glycyrrhiza glabra* (Солодка голая). Оно относится к растениям-галофитам, забирая из почвы в процессе вегетации большое количество минеральных солей. Также размещение *Glycyrrhiza glabra* в запольном клину оказывает положительный эффект за счет повышения доступного азота в почве [1]. Ещё один перспективный солеустойчивый вид – *Salsola collina*.

К растениям, способным вытягивать из почвы тяжёлые металлы можно отнести *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Alyssum obovatum* [2].

Мышьяк активно вытягивается такими ЛР как *Chamenerion angustifolium*, *Achillea millefolium* и *Picris hieracioides* [3].

*Convallaria majalis* (Ландыш майский) способен вытягивать из почвы радионуклиды (137Cs).

Важным аспектом является устранение остатков нефти. Для этого могут использоваться *Archangelica officinalis*, *Achillea millefolium*.

В качестве следующего важного этапа исследования стоит проблема утилизации растений, для которой в настоящее время технологии разработаны недостаточно.

*Автор выражает благодарность научному руководителю Маланкиной Елене Львовне.*

### **Литература**

1. *Гусейнов А.М., Мамедова К.Ю., Абилова И.Э.* Использование растений-фитомелиорантов в борьбе с деградацией земель Азербайджанской Республики [Солодка голая как фитомелиорант засоленных земель] // Почвы и их эффектив. использование / Вят. гос. с.-х. акад.-Киров, 2018. -Ч. 1.-С. 71-75.- Библиогр.: с.74-75.

2. Дьякова Н. А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка листьями подорожника большого // Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20, вып. 2. С. 232–239.
3. Яников И. М., Габричидзе Т. Г., Зубко Т. Л., Козловская Н. В., Медведева А. В. Выявление спектра травянистых растений, перспективных в качестве фитомелиорантов, при загрязнении почвы мышьяковистыми соединениями // Вестник ИжГТУ. 2007. № 2. 138-140.

### **Изменение активности дегидрогеназ в почвах Причерноморья при загрязнении мазутом**

**Кузина Анна Андреевна, Гайворонский В.Г., Колесников С.И.**

*Аспирант*

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

*E-mail: nyuta\_1990@mail.ru*

Черноморское побережье Кавказа с каждым годом привлекает все больше туристов для отдыха и оздоровления, увеличивается поток транспорта, растет строительство новых объектов и тем самым возрастает антропогенная нагрузка на почвенный покров, в том числе увеличивается риск попадания нефтепродуктов в почву.

Дегидрогеназы очень чувствительны к действию поллютантов. Поэтому по степени их подавления можно судить о токсичности того или иного вещества.

Объектами исследования были выбраны основные почвы Причерноморья: коричневые типичные и карбонатные, бурые лесные кислые, дерново-карбонатные типичные почвы, черноземы южные, солончаки маршевые, и рисовые почвы.

Цель работы — оценить изменение активности дегидрогеназ в почвах Юга России к загрязнению мазутом по изменениям биологических показателей.

Для модельных экспериментов использовали почву из верхнего слоя 0-10 см, в котором аккумулируются загрязняющие вещества. Мазут вносили в почву в концентрации 1, 5 и 10 % от массы почвы. Срок экспозиции составил 30 суток. По истечению указанного периода определили активность дегидрогеназ по методике Галстяна в модификации Хазиева по скорости превращения хлорида трифенилтетразолия в трифенилформазан.

Было установлено, что внесение мазута снижает активность дегидрогеназ в почвах Причерноморья.

По степени устойчивости дегидрогеназ к загрязнению мазутом почвы Причерноморья образуют следующий ряд: черноземы южные (93) > рисовые (черноземы обыкновенные) (90) > коричневые карбонатные (81) = коричневые типичные (81) = желтоземы (81) > дерново-карбонатные типичные (76) > солончаки гидроморфные маршевые (73) > бурые лесные кислые (59). В скобках представлены значения активности дегидрогеназ почв (%), загрязненных мазутом (среднее для трех доз: 1, 5 и 10%). Активность дегидрогеназ незагрязненных почв

(контроль) принят за 100%. Устойчивость исследованных почв к загрязнению мазутом и нефтепродуктами определяется, главным образом, степенью оструктуренности и биологической активностью почв.

*Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030") (№СП-12-22-10), государственного задания в сфере научной деятельности (№ 0852-2020-0029), Президента РФ (МК-2688.2022.1.5 и МК-175.2022.5).*

## **Влияние биочара на свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность разных сортов картофеля**

***Лазарева Мария Николаевна***

*Студент*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, кафедра агрохимии и биохимии растений, Москва,  
Россия*

*E-mail: lazarevamn2001@mail.ru*

В последнее время возрастает интерес к биочару - перспективной на сегодняшний день почвоулучшающей добавке, которую можно использовать как биологическое средство улучшения почвенного плодородия при снижении экологической нагрузки на окружающую среду [1]. Биочаром (биоуглем) принято называть материал, получаемый из древесины или органических отходов путем пиролиза без доступа кислорода. Он обладает такими свойствами, которые способны к изменению почвенных свойств (физических, химических, биологических), а также влиять на урожайность культур в перспективе [2].

Цель данной работы - оценить эффективность применения биочара при выращивании разных сортов картофеля на дерново-подзолистой почве.

Научная новизна – проведение комплексного полевого исследования влияния разных доз биочара как на почву для выращивания картофеля, так и на качество получаемой продукции.

В ходе выполнения работы был заложен микрополевой опыт с картофелем (*Solanum tuberosum* L) двух сортов – ультраранний Коломба и ранний Ред Скарлетт на дерново-подзолистой средне суглинистой глееватой почве. Были проведены анализы почвы до и после внесения биочара, а также сравнивались результаты анализа растений при внесении разного количества (0,5, 1,0, 1,5 и 2,0%) биоугля фирмы ООО «Диан-Агро» (г. Новосибирск). По окончании вегетационного периода в почве было определено содержание NPK, гумуса, нитратов, величины рН, влажности. Клубни картофеля также были проанализированы на содержание NPK, нитратов, а также углеводов, витамина С. Кроме того, в период вегетации культуры измерялась высота стеблей растений для определения темпов их роста и развития.

В результате анализа полученных данных был сделан вывод о том, что применение биочара в дозе 1,0% (в расчете на массу почвы) оказывает наилучшее влияние на свойства дерново-подзолистой почвы, а также на развитие растений и качество продукции.

Итак, проведенное исследование показало, что биочар может помочь обеспечить устойчивое получение качественного урожая при высоком его количестве. Однако данная работа также показала необходимость дополнительных опытов, которые позволят корректировать для разных видов выращиваемых растений дозу биочара на почве определенного типа.

### Литература

1. Григорьян Б.Р., Грачев А.Н., Кулагина В.И., Сунгатуллина Л.М., Кольцова Т.Г., Рязанов С.С. Влияние биоугля на рост растений, микробиологические и физико-химические показатели мало гумусированной почвы в условиях вегетационного опыта // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19. - №11. – С.185-189.
2. Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Мухина И.М., Белинец А.С., Балашов Е.В. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент) // Почвоведение. – 2015. - №2. – С. 211-220.

### Влияние оксида меди на антиоксидантный статус травянистых растений

*Литвинова Александра Викторовна, Лысенко Д.С., Волошина М.С.,  
Крепакова М.Р., Черникова Н.П.*

*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: litvinova.aleksasha@bk.ru*

Среди тяжелых металлов медь занимает одно из важных мест, поскольку, с одной стороны, является участником многих физиологических и биохимических процессов, а с другой, токсическим элементом, вызывающим ряд негативных реакций при превышении определенного порога содержания в клетках [1, 2]. Медь, являясь металлом с переходной валентностью, вызывает образование активных форм кислорода (АФК) и инициирует окислительный стресс в клетках растений. Важнейшими компонентами антиоксидантной системы растений являются ферменты, обезвреживающие АФК [1]. Одним из основных ферментов, нейтрализующих АФК, является супероксиддисмутаза (СОД). Таким образом, целью исследования является изучение влияния оксида меди на антиоксидантный статус растений пшеницы (*Triticum aestivum*).

В модельном эксперименте использовались семена яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) в количестве 20 шт на вегетационный сосуд и почва (0-20 см) чернозем обыкновенный карбонатный, отобранный на целинном участке. В почву вносили  $\text{CuO}$  в дозах 660 мкг/кг (5 ОДК) и 1320 мг/кг (10 ОДК). Отбор растений осуществляли в фазу кущения. Образцы растительного материала перед пробоподготовкой хранились при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$  в морозильной камере.

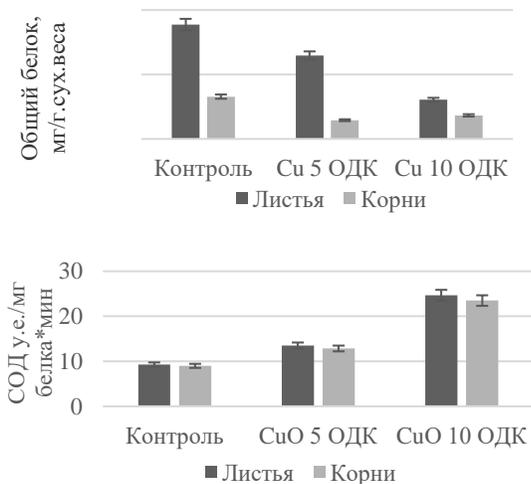


Рисунок 1. Изменение содержания общего белка и активности СОД в листьях и корнях при различных дозах CuO

Содержание общего белка в листьях и корнях не превышает содержание этого показателя в контроле на всех вариантах опыта. Снижение белка зафиксировано в вариантах опытов с загрязнением CuO 5 ОДК в 1,2 и в 1,6 раз, с загрязнением CuO 10 ОДК в 1,6 и в 1,4 раз в листьях и корнях. При дозе загрязнения 10 ОДК наблюдалось наибольшее угнетение функций растений, нарушается механизм избирательного потребления ионов корневой системой, подавляются процессы дыхания и фотосинтеза. Данная закономерность свидетельствует об уменьшении содержания общего белка.

Содержание СОД в листьях и корнях превышает содержание этого показателя в контроле на всех вариантах опыта. Повышение активности СОД относительно контроля наблюдается в вариантах 10 ОДК CuO в 1,8 и 1,7 раз, 5 ОДК CuO в 1,5 и 1,4 раз в листьях и корнях. Низкие концентрации меди могут иметь стимулирующий эффект для антиоксидантных ферментов, вызывая более активную индукцию фермента.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-77-10097) в Южном федеральном университете*

### Литература

1. *Devos, C.H.R.* Copper Induced Damage to the Permeability Barrier in Roots of *Silene cucubalus* / C.H.R. De vos, H. Schat, R. Vooijs, W.A.O. Ernst // *J. Plant Physiol.* – 1989. – V. 135. – P. 164–169.
2. *Yruela I.* (2009) Copper in plants: acquisition, transport and interactions. *Funct. Plant Biol.*, 36, 409-430.

## **Мофологические признаки и агрохимические показатели агросерых почв в условиях Предкамья Республики Татарстан**

*Матвеева Анастасия Игоревна*

*Студент*

*Казанский государственный аграрный университет,  
институт агробиотехнологий и землепользования, Казань, Россия*

*E-mail: anastasia.matveeva02@mail.ru*

Различные методы математической статистики не только служат средством обобщения информации и оценки выводов, но и способствует познанию и анализу объекта исследования. Взаимодействие в почве различных факторов приводит к развитию множества известных и скрытых процессов, при этом применение математических методов позволяет получить больше информации по сравнению с конкретными измерениями [1].

Объектом исследования являются агросерые почвы западной части Предкамья с общей площадью территории – 713,5 тыс. га (в том числе пашни 349,3 тыс. га), в структуре почвенного покрова они составляют около 11% и занимают небольшие и неровные водоразделы третьего и четвертого порядка, иногда пологие склоны, преимущественно в верхних частях [2]. Агросерые почвы развиваются на почвообразующих породах, различных по своему генезису, преимущественно на делювиальных четвертичных глинах и суглинках, на глубоко выщелоченных элювиальных пермских глинах и суглинках.

Для расчета статистических параметров свойств почв и морфологических признаков использован фактический материал крупномасштабного почвенного исследования (масштаб 1:10000) на уровне отдельных хозяйств.

Критериями оценки данных выборки приняты средние арифметические и их ошибки, предельные значения, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации, показатель точности и многие другие. Обязательным условием рассмотрения этих показателей является соответствие изучаемой выборки к требованиям нормального распределения.

В математической статистике для оценки нормально распределенных отдельных величин или достаточно близких к этому можно использовать границы типичности, которые соответствуют 50% объема генеральной совокупности и могут служить эталонными пределами для региональной диагностики агросерых почв и их деградированных аналогов.

Показатели изучаемых свойств разделены на три группы – фундаментальные и устойчивые, и динамичные. К первой отнесены сочетания генетических горизонтов почвенного профиля, содержание илистой фракции и физической глины, рН солевой вытяжки, так в незеродированных таксонах тяжелосуглинистой разновидности содержание физической глины находится в пределах от 42,8 до 46,6% в агрогенном горизонте.

В исследованиях рассматриваются типичные значения нижней границы агрогенного горизонта или его мощности. В качестве последнего принята нижняя граница переходного горизонта BEL. Под пахотным горизонтом иногда имеет место переходный горизонт AEL. Однако он часто отсутствует, встречается местами, а BEL служит обязательным элементом почвенного профиля изучаемых почв.

В группу устойчивых почвенных свойств включены: содержание гумуса, сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность. Устойчивые свойства агрогенного горизонта имеют отпечаток длительного сельскохозяйственного использования, положительное влияние которого прослеживаются по верхним типичным значениям почвенных свойств. В группу динамичных свойств определены выборки значений подвижных соединений фосфора и калия.

Таким образом, последовательное расположение генетических горизонтов с пределами типичных значений отражают современное состояние исследуемых почв, их региональные особенности и пути их улучшения.

### **Литература**

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

### **Солевое состояние сельскохозяйственных почв учебно - опытного хозяйства «Начало» Астраханского Государственного Университета**

***Сизоненко Карина Ильнуровна***

*Студент*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет имени В.*

*Н. Татищевой», биологический факультет, Астрахань, Россия*

*E-mail: karina.sizonenko@bk.ru*

Одним из факторов, усиливающих процесс опустынивания является засоление почв, как природное, так и вторичное. Засоление почв является одной из причин вывода их из сельскохозяйственного использования. Особенно остро это ощущается в аридных регионах, являющихся территориями с наибольшим распространением почв разной степени засоленности.

Объектом исследования были выбраны почвы сельскохозяйственных угодий учебно-опытного хозяйства «Начало» Астраханского государственного университета, расположенного на северо-восточной окраине поселка Начало Приволжского района Астраханской области.

В климатических условиях исследуемой территории характерно то, что залегающие на глубине соли постепенно передвигаются к поверхности по капиллярным токам воды, в результате чего происходит их дальнейшее засоление.

Почвенный покров территории объекта исследования представлен аллювиальными дерново-опустынивающимися карбонатными солонцеватыми легкосуглинистыми почвами на рыхлых аллювиальных отложениях.

Для изучения засоленных почв используется метод водных вытяжек. Определение ионно-солевого состава почв в водных вытяжках выполняется следующими методами: растворимые карбонаты – методом титрования с фенолфталеином; растворимые бикарбонаты – методом титрования с метилоранжем; хлориды

– определялись на преобразователе ионометрическом; сульфаты – гравиметрическим методом; кальций и магний – комплексонометрическим методом; натрий и калий – методом фотометрии пламени [1].

Исследования общего содержания солей на 2-х участках показали, что на поверхности и на глубине 10 см почвы не засолены (величины плотного остатка находятся в пределах от 0,07% до 0,25%). На участке № 1 степень засоления с глубиной варьирует от слабозасоленной до сильно засоленной, на участке № 2 – засоление с глубиной отсутствует. Отсутствию засоления на участке № 2 способствует применение капельного орошения, которое обеспечивает промывку почвы. В составе анионов водной вытяжки участка № 1 и № 2 преобладают сульфат- и хлорид-ионы, из катионов – ионы кальция и магния.

Таким образом, анализ распределения в пространстве сульфат- и хлорид-ионов, а также общее содержание солей в почве показал, что на их перераспределение в почвах исследуемой территории оказал влияние отрыв почв от грунтовых вод на участке № 1, наличие капельного орошения на участке № 2, также можно отметить, что движение солей происходит на обоих объектах исследования.

### Литература

1. *Аринушкина, Е.А.* Руководство по химическому анализу почв / Е.А. Аринушкина. - М.: Из-во МГУ, 1970. - 482 с.

### Содержание гумуса как показатель буферной способности почв к техногенному загрязнению

*Федоренко Елена Сергеевна, Антоненко С.А., Лацынник Е.С., Макарова Т.Д., Затонских А.А., Старойтова Н.В.*

*Студент*

*ЮФУ АБиБ, Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов,  
Ростов-на-Дону*

*E-mail: elena.fedorenko.99@mail.ru*

Увеличение антропогенного воздействия наносит вред как окружающей среде, так и человеку. Промышленное загрязнение в зависимости от интенсивности приводит к ухудшению плодородия, а также воздействует на экосистему в целом. Гумус является одним из главных показателей качества почвы, считается важным фактором в прогнозировании состояния окружающей среды, влияет на получения качественной продукции и на здоровье почв. Он позволяет оценить буферную способность почвы по отношению к техногенной нагрузке, помогая стабилизировать реакцию почвенного раствора и сохранить структуру твердой фазы почвы. Целью данного исследования являлась оценка содержания гумуса в почвах зоны воздействия аэротехногенных выбросов.

Исследование проводилось на территории, прилегающей к Новочеркасской ГРЭС в Ростовской области, оказывающей значительное влияние на экологическое состояние окружающей среды в результате выбросов потенциально токсичных элементов [1]. Объектами выбраны почвы 17 мониторинговых площадок, расположенных в импактной зоне НчГРЭС, которые представлены многолетними залежными участками, находящимися вдали от застроек. В образцах почв

определено содержание гумуса по методу по Тюрина бихроматным окислением с титриметрическим окончанием.

Установлено, что содержание гумуса в изученных почвах колеблется от 0,46 до 3,38%. Почвы характеризуются очень низким содержанием гумуса (менее 2%) и низким (2–4 %) (уровни содержания гумуса по Орлову, Гришиной [2]). Было отмечено, что в радиусе 1–2,5 км от ГРЭС показатели находятся в диапазоне от 0,46 до 1,92 %. При этом показатель буферной способности на данной территории преимущественно средний по отношению к тяжелым металлам [3]. В радиусе 2,6–3,5 км отмечается увеличение содержания гумуса в почве до 2,26 - 2,57% и. При отдалении от промышленной зоны более, чем на 5 км содержание гумуса увеличивается в среднем на 0,4%. Наибольшее значение отмечается в 18км от ГРЭС (3,38%). Буферная способности почв по отношению к техногенным нагрузкам при отдалении от территории НчГРЭС отмечается высокая или повышенная.

Тем самым, уменьшение содержания гумуса, а в следствие и буферной способности почв, отмечается в радиусе 1–2,5 км от ГРЭС, что связано с негативным многолетним влиянием выбросов продуктов сгорания в атмосферу. Таким образом, несмотря на природоохранные мероприятия, проводимые на предприятии, антропогенное влияние на почвы территории, прилегающих к Новочеркасской ГРЭС, остается заметным. Наибольшему риску подвержены почвы, находящиеся вблизи предприятия.

*Исследование выполнено при поддержке РНФ № 23-24-00646.*

#### **Литература**

1. *Назаренко О. Г.* и др. Экологическая оценка территорий, прилегающих к Новочеркасской ГРЭС //Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2007. – №. 6. – 100-102 с.
2. *Гришина Л. А., Орлов Д. С.* Система показателей гумусного состояния почв //Проблемы почвоведения. М.: Наука. – 1978. – 42-47 с.
3. *Ильин В. Б., Сысо А. И.* Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Сибирское отделение РАН, 2001.

#### **Оценка агрохимических и физико-химических показателей аллювиальных почв разного хозяйственного использования Астраханкой области**

*Хасанова Амина Ханпашаевна*

*Аспирант*

*Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева  
Факультет агробизнеса, технологий и ветеринарной медицины, Астрахань,  
Россия*

*E-mail: khasanova.amie@gmail.com*

Анализ состояния земельных ресурсов Астраханской области показывает, что основными причинами почвенной деградации является нерациональное использование сельскохозяйственных угодий [1]. На объектах исследования активно протекает естественный процесс почвообразования, который сопровождается изменениями морфологических, агрохимических и физико-химических свойств.

Цель работы – исследование гумусного состояния и обменных катионов аллювиальных почв Астраханской области, при различном сельскохозяйственном использовании (орошаемая пашня, залежь).

Почвенный покров объекта исследования представлен аллювиальными дерново-опустынивающими карбонатными солонцеватыми супесчаными почвами на рыхлых аллювиальных отложениях.

Почвенный профиль исследуемой территории орошаемой пашни и залежи слабо дифференцирован на генетические горизонты, неоднороден по гранулометрическому составу. Наблюдается обилие белоглазки в иллювиально-карбонатном горизонте, от 40 см. Присутствие ржаво-охристых железистых прожилок. Встречаются затеки гумуса и гипса в нижней части профиля.

Для изучения агрохимических и физико-химических показателей и оценки состояния почвенного покрова исследуемой территории, был использован метод равномерной сетки с GPS-сопровождением. Отбор проб осуществлялся с глубины 0 см, 20 см, 40 см и 60 см, вблизи Камызякского района Астраханской области, во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого овощеводства и бахчеводства.

Анализ гумусного состояния аллювиальной залежной территории, было установлено, что содержание гумуса низкое (до 2%). Процентное содержание гумуса понижается с глубиной. Характеризуя процентное содержание гумуса в пахотно-орошаемой почве, количество гумуса уменьшается (3-4%). Запасы гумуса в поверхностных горизонтах удовлетворительные (4-6%).

Особенностью распределения обменного катионов на исследуемой территории, является существенно-низкое содержание кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и очень высокая обеспеченность обменным магнием ( $\text{Mg}^{2+}$ ), который составил до 20 ммоль-экв/100 г. Аккумуляция магния в почвенном профиле неоднородна. Такие показатели свидетельствуют о неблагоприятном соотношении обменных катионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

Результаты анализа обменного катиона калия ( $\text{K}^+$ ) показали, что в почвенном покрове исследуемой территории, содержание исследуемого металла минимальное

Таким образом, в результате применения единого методического приема отбора исследуемых почвенных проб показало, что распределение агрохимических и физико-химических показателей носит неравномерный характер. Преобладание обменного магния в ППК, способствует уменьшению водопроницаемости и коэффициента фильтрации, а также усиливаются диспергирующие свойства натрия ( $\text{Na}^+$ ).

## Литература

1. *Вальков, В.Ф.* Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. - Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2008. - 292 с.

## Использование селеновых удобрений на основе экологически безопасных комплексонов

Хомякова Карина Николаевна,<sup>1</sup> Крюков Т.В.,<sup>1</sup> Смирнова Т.И.,<sup>2</sup> Никольский В.М.<sup>1</sup>

Студент

1 - Тверской государственный университет, Тверь, Россия

2 - Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия

E-mail: karinakazaza@gmail.com

В настоящее время установлено, что недостаток селена в пищевых цепях приводит к возникновению около 40 различных заболеваний человека и животных. Главной причиной недостатка селена в продуктах питания являются его низкое содержание и уровень доступности растениям из почвы [1]. К селенодефицитным регионам России относятся области с дерново-подзолистыми почвами Нечерноземной зоны.

Из сказанного следует, что дефицит селена в почвах Нечерноземья, а как следствие – и в растениях, произрастающих на таких землях, служит индикатором необходимости применения селенсодержащих удобрений. Одним из способов повышения эффективности селенсодержащих удобрений за счет увеличения их растворимости в кислой среде является применение комплексонных форм [2]. Сегодня созданы и эффективно используются в качестве стимуляторов роста растений препараты на основе экологически безопасных комплексонов [3].

В проводимых исследованиях, например, на шпинате, наибольшая урожайность зеленой массы получена на варианте с использованием раствора хелатирующего селена.

Таблица 1. Влияние биологически активных соединений на зеленую массу шпината, кг/м<sup>2</sup>

Вариант	Зеленая масса, кг/м <sup>2</sup>	Прибавка к контролю	
		кг/м <sup>2</sup>	%
Контроль (H <sub>2</sub> O)	2,18	-	-
Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	2,45	0,27	12,4
ЭДДЯК	2,41	0,23	10,6
Se-ЭДДЯК	2,55	0,37	17,0
НСР <sub>0,5</sub> кг/м <sup>2</sup>	0,02	-	-

После уборки зеленой массы были высушены листья с последующим анализом на содержание селена. Анализ листового материала показал, что обогащение зеленой массы селеном наиболее эффективно достигается путем опрыскивания растений раствором Se-ЭДДЯК (в среднем на 80%). Содержание селена в листьях шпината увеличилось на 77 мкг/100 г сухого вещества по отношению к контролю.

### Литература

1. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Проблема селена и её решение агрохимическими средствами // Плодородие, 2015, №4, С. 2 – 6.

2. *Петриченко В.Н., Туркина О.С.* Эффективность использования комплексов в компонентах в овощеводстве // *Аграрная Россия*, 2014, №7, С. 12 – 15.
3. Патент РФ №2567190, опублик. 10.11.2015, Способ увеличения биомассы культивируемых зеленных растений // Авторы: Смирнова Т.И., Малахаев Е.Д., Никольский В.М., Толкачева Л.Н., и др.

## **Пространственная неоднородность содержания подвижного фосфора в почвах**

*Хрустьева Юлия Алексеевна*

*Магистр*

*Южный федеральный университет академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Иванковского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: uliahrusteva@gmail.com*

Пространственное изменение агрохимических параметров агроземов обусловлено неоднородностью морфогенетических свойств почвы и неравномерностью внесения удобрений. Исследование пространственной неоднородности агрохимических свойств является актуальной проблемой, они обладают высокой вариабельностью показателей, а антропогенное воздействие увеличивает их еще больше.

Целью исследования было изучить неоднородность содержания подвижного фосфора в почвах Ростовской области. Объектом исследования стали почвы Ростовской области: черноземы южные, черноземы обыкновенные, каштановые почвы, лугово-каштановые почвы, лугово-черноземные почвы, темно-каштановые почвы [1]. Проведено изучение изменения содержания подвижных форм фосфора в почвах под влиянием длительного воздействия природных и антропогенных факторов.

Исследование показало, что почвы характеризовались средним содержанием подвижного фосфора (23,6–28,0 мг\кг). Изучена динамика показателя за 39 лет. Отмечена тенденция к увеличению содержания подвижных форм фосфора в почвах. Возможно, это связано с генетическими особенностями изучаемых почв, а также с внесением минеральных удобрений [2]. Фосфор, внесенный вместе с удобрениями и освобождаемый при выветривании первичных фосфорсодержащих минералов, взаимодействует с коллоидными частицами почвы. Содержание фосфора в мелкой фракции почвы выше, чем в крупных фракциях, следовательно, в суглинистых и глинистых почвах выше, чем в почвах легкого гранулометрического состава.

## **Литература**

1. Афонасьев Р.А, Мерзлая Г.Е, Динамика подвижного фосфора в различных почвах. Научная статья, 2011. - 16–18 с.
2. Безуглова О. С., Хырхырова Почвы Ростовской области: учебное пособие М. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 61–172 с.

## **Управление запасами почвенного органического углерода многолетнего полевого опыта Донского зонального НИИСХ**

*Хусниев Ильшат Талгатович*

*Аспирант*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва, Россия  
E-mail: husniev.ilshat@gmail.com*

В последние десятилетия активизировались исследования органического вещества почвы. На новом уровне осмысливается значимость органического вещества почвы для её функционирования и плодородия, поддержания видового разнообразия почвенных организмов и обеспечения прочих экосистемных услуг, связанных с почвой. Данная работа позволяет провести количественную оценку влияния изменения технологии в интенсивном земледелии на возможность управления запасами углерода пахотных черноземов в зоне сухой степи.

Цель работы: Оценка потенциала управления запасами органического углерода почв длительного полевого опыта Донского зонального НИИСХ.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Спрогнозировать динамику запасов органического углерода пахотных почв длительного полевого опыта Донского зонального НИИСХ;
2. Обосновать оптимальные агротехнологии, позволяющие поддерживать и увеличивать запасы органического углерода в пахотном слое почвы и оценить границы возможного управления биопродуктивностью в агроценозах с учётом изменения климата до конца текущего столетия.

Объектом исследования послужил длительный полевой опыт с удобрениями, заложенный в 1974 г. Федеральным Ростовским аграрным научным центром. В наших предыдущих исследованиях моделировалась и проверялась динамика почвенного органического углерода за период 1975–2018 гг. В настоящем исследовании был сделан прогноз динамики запасов органического углерода в условиях будущего климата для двух климатических сценариев: RCP4.5 и RCP8.5.

Имитационный эксперимент для условий 2018–2090 гг. включал следующие варианты севооборотов:

1. Старый севооборот (BAU) (33% пропашных культур, 10% чистый пар);
2. Устойчивая ротация для максимизации экономической выгоды (MON) (25% пропашных культур, 75% культур сплошного сева);
3. Устойчивая ротация для максимизации накопления углерода (MON) (33% пропашных культур, 66% культур сплошного сева).

Таким образом анализ динамики прогнозных данных запасов органического углерода позволил выявить степень влияния таких факторов как климат, севооборот, внесение органических удобрений и присутствие в ротации чистого пара на способность исследуемых почв накапливать органическое вещество и возможности достичь ежегодного прироста в 4% от первоначальных значений, что позволит компенсировать выбросы парниковых газов, связанных с хозяйственной деятельностью.

В результате работы были сделаны следующие выводы:

1. Проведены прогнозные расчеты углеродного режима почв с помощью модели для 2 сценариев изменения климата (RCP4,5 и RCP8,5);

2. Наибольшее влияние на секвестрацию углерода оказывает севооборот, поэтому управление набором культур является предпочтительным способом управления запасами органического С по сравнению с изменением доз внесения органических удобрений и климатическими изменениями;

3. Данные моделирования подтверждают представления о сложности управления запасами органического углерода и обеспечения прогрессивного депонирования углерода в почвах, богатых органическим веществом.

**Оценка структурного состояния и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава и происхождения лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

*Янькова Анастасия Алексеевна, Старикова М.Ю.*

*Студент, студент*

*ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, институт  
агробиотехнологии, Москва, Россия*

*E-mail: anastasija.yankova@yandex.ru, minimirara@gmail.com*

При изучении влияния древесных насаждений на строение, состав и свойства дерново-подзолистых почв ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева было проведено обследование 4 пробных площадей: пробные площади О и К в VIII квартале, где древостой представлен чисто лиственным составом насаждений, III квартал пробная площадь Е и IV квартал пробная площадь Н с чисто хвойным составом насаждения. Название почвам было дано исходя из классификации 1977 года.

По полученным данным сухого просеивания, мы видим, что коэффициент структурности в почвах варьируется от 0,4% (в нижнем горизонте В 8/К) до 8,7 % (рис.1). Наилучшее, структурное состояние имеет дерново-подзолистая почва 8 квартала пробной площади К и О под чисто лиственным составом древостоя. Коэффициент структурности на пробной площади О улучшается в нижележащих горизонтах (горизонт В), что касается почвы 8 квартала пробной площади К, то коэффициент структурности, наоборот, выше в подзолистом горизонте и постепенно снижается вниз по профилю. В общем и целом, мы можем отчетливо видеть, что при сухом просеивании под чисто лиственными коэффициент структурности был лучше.

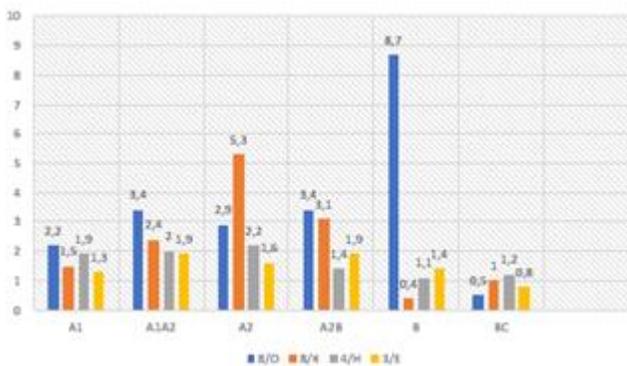


Рисунок 1. Оценка структурного состояния почв по “сухому” методу

Изучая водоустойчивость структуры (рис.2), можно увидеть, что процентное содержание суммы агрегатов  $>0,25$  мм получилось довольно равномерным, особенно это наблюдается в горизонте A2B. В гумусовых горизонтах наибольший процент 38,9% пришелся на почву 8 квартала пробной площади О под чисто лиственным составом древостоя. В подзолистом горизонте A2 33,2 % и 34 ,5% также наблюдаются в почвах под чисто лиственными насаждениями, а вот под чисто хвойным древостоем процентное значение здесь гораздо ниже по сравнению с другими горизонтами 17,9%(4/Н) и 16,2% (3/Е). В целом, водоустойчивость структуры в дерново-подзолистых почвах под чисто хвойным и лиственным древостоем оценивается как удовлетворительная.

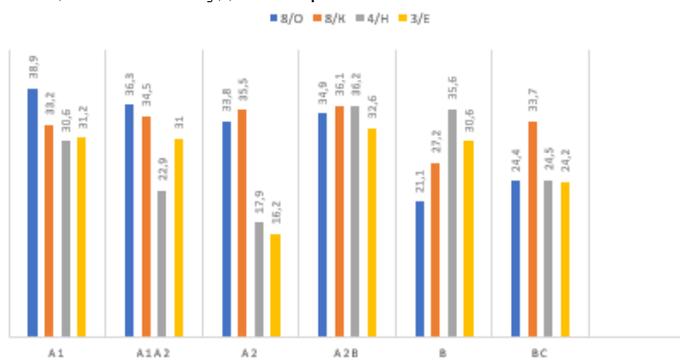


Рисунок 2. Оценка структурного состояния почв по “мокрому” методу

По данным, полученным после определения гранулометрического состава исследуемых почв, можно сделать вывод, что под хвойными насаждениями изменяется гранулометрический состав вниз по профилю от легкосуглинистого до среднесуглинистого, а под лиственными от легкосуглинистого до супесчаного. Изменение гранулометрического состава верхних горизонтов почв от состава растительности не наблюдается. Однако нижние горизонты почв под хвойным древостоем имеют среднесуглинистый гранулометрический состав, а под

лиственным супесчаный, что связано, по всей видимости, с отличиями гранулометрического состава почвообразующих пород. Хотелось бы отметить, что ведущим фактором, при оценке структурного состояния дерново-подзолистых почв является в большей степени гранулометрический состав, а не древостой.

### Литература

1. 145 лет Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Учебное пособие / В.Д. Наумов, А.Н. Поляков; Под общей редакцией В.Д. Наумова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 512 с.
  2. Васильев Н.Г., Савельев О.А., Поляков А.Н. А.Р. Варгас де Бедемар, – основатель лесной опытной дачи Петровской земледельческой и лесной академии (ТСХА) // Известия ТСХА: выпуск 6. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 1991. – с. 195-203.
  3. Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Гемонов А.В., Гидрологическая характеристика территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия ТСХА, выпуск 2. – М.: Изд.: РГАУ-МСХА, 2018. – с. 5-17
  4. Наумов В.Д. Бардачева О.Г., Экологическая оценка состояния древостоя на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия ТСХА: выпуск 2. М.: Изд.: РГАУ-МСХА, 2008. – с. 42-52.
- 1.

## **Подсекция «Физика почв. Эрозия почв. Информационные технологии в почвоведении»**

### **Оптимизация гидрофизических свойств песчаных грунтов с помощью гидрогелевых препаратов**

***Богдан Евдокия Викторовна***

*Магистр*

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

*E-mail: dusyabogdan@gmail.com*

Гидрогели – полимерные гидрофильные соединения, обладающие способностью к впитыванию и удерживанию влаги. Именно это свойство гидрогелей обуславливает перспективы их применения в земледелии в засушливых районах, так как оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Эффективность воздействия гидрогелей на почву зависит от многих факторов: химического состава гидрогеля, способов получения и внесения, природы минеральных добавок, структуры почвы, районирования и других. Свойства гидрогелей способны изменяться под действием факторов окружающей среды. Исходя из вышеперечисленного - актуальными задачами являются разработка новых составов гидрогелей с модифицированными свойствами и всестороннее исследование их свойств, а также изучение в лабораторных условиях механизма их воздействия на почву.

Целью данной работы является сравнительный анализ эффективности полиакриламидных гидрогелевых препаратов (ПАА) с разной долей модифицированного кремнезема в смеси с грубодисперсными субстратами. Препараты для исследования были синтезированы автором самостоятельно из акрилатов и акриламида путем реакции сополимеризации. Были исследованы гидрогелевые препараты с 10%, 20% и 50% долей поверхностно-модифицированного SiO<sub>2</sub> в толуоле и спирте, в смеси с образцами грубодисперсных почв (речного песка, ареносоли) в различных дозах (0,1; 0,2 и 0,3%), с различным засолением субстрата (0,1; 0,2%). Всего было исследовано 30 вариантов.

Для образцов были определены следующие характеристики: основная гидрофизическая характеристика методом равновесного центрифугирования, коэффициент фильтрации методом трубок в режиме переменного напора, удельная поверхность термогравиметрический метод определения удельной поверхности, почвенно-гидрологические константы методом «секущих» по А.Д. Воронину.

Впервые было показано, что наиболее эффективная доза (0,3%) гидрогелевых препаратов с долей наполнителя из модифицированного кремнезема до 50% увеличивает водоудерживание в 2 раза согласно кривой водоудерживания, в 50-150 раз снижает коэффициенты фильтрации, в 4 раза увеличивает удельную поверхность агрегатов относительно необработанного контроля.

Полученные результаты показали улучшение всех водоудерживающих характеристик в грубодисперсных субстратах пропорционально увеличению дозы препарата. Доля модифицированного кремнезема в составе гидрогеля также влияет на водоудерживающие свойства – показатели снижаются с увеличением доли

кремнезема. Эффективность гидрогелевых препаратов в засоленных субстратах снижается, поскольку засоление подавляет электростатические взаимодействия между молекулами воды и полимерами.

Наилучшие результаты по влагоудерживанию показал вариант ПАА с долей модифицированного кремнезема в спирте 25%, наименее эффективный образец - ПАА с долей модифицированного кремнезема в спирте 50%.

## **Влияние пастбищной дигрессии на агрегатный состав почв на примере Астраханской области**

***Бурукина Екатерина Андреевна***

*Аспирант*

*Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева,*

*биологический факультет, Астрахань, Россия*

*E-mail: pro100-ekaterina@mail.ru*

Влияние перевыпаса сельскохозяйственных животных на растительный и почвенный покров очень велико, разнохарактерно и разнообразно. Пастбищная эрозия почв или пастбищная дигрессия – это разрушение дернины и поверхностного слоя почвы в результате чрезмерного нерегулируемого выпаса скота. Стоит отметить, одна из основных причин опустынивания считается дигрессия пастбищных угодий. Дигрессия пастбищ является одной из самых часто встречающихся причин опустынивания в Астраханской области.

Цель исследования состояла в изучении модификации агрегатного состава почвы при разной интенсивности пастбищной нагрузки в Астраханской области.

Объектом исследования был выбран земельный участок, расположенный в Приволжском районе Астраханской области, п. Кафтанка, относящийся к землям сельскохозяйственного назначения. На территории пастбищных угодий были выбраны участки без выпаса крупного рогатого скота (далее – КРС) – фоновый участок, и с постоянным перевыпасом КРС. Почвенный покров исследуемой фоновой территории – аллювиальные луговые карбонатные почвы; территории, подверженной пастбищной дигрессии – аллювиальные опустынивающиеся карбонатные почвы.

С целью отбора образцов были заложены две площадки, местоположение которых фиксировали с помощью GPS-навигатора. В процессе выполнения опыта были отобраны объединенные пробы с элементарных участков с глубин 0-10, 10-20, 20-30 и 40-50 см для проведения анализа агрегатного состава почв.

В лабораторных условиях проведен агрегатный анализ почвы по методу Н. И. Савинова. Сущность метода заключается в определении количества агрегатов разного размера методом «сухого» просеивания, по данным сухого просеивания были определены коэффициент структурности и содержание агрономически ценных агрегатов [1].

При рассмотрении величин агрономически ценных агрегатов в исследуемых почвах видно объяснимое поверхностными факторами, а именно перевыпасом КРС, уменьшение количества агрегатов размером от 0,25 до 10,0 мм в верхних горизонтах почв подверженных пастбищной дигрессии (таблица 1).

По среднему содержанию агрономически ценных агрегатов оценка структурного состояния исследуемых горизонтов почв показала, что почвы с пастбищной

эрозией характеризуются неудовлетворительным структурным состоянием, лишь на 40 см структура не нарушена, а фоновые почвы входят в группу почв с отличной структурностью [1].

Таким образом, можно сделать предварительный вывод, что изменение структуры почв ухудшается под действием пастбищной эрозии, которая происходит при перевыпасе сельскохозяйственных животных.

Таблица 1 – Агрегатный состав почв

Участок	Подверженный пастбищной дигрессии				Фоновый			
	0-10	10-20	20-30	40-50	0-10	10-20	20-30	40-50
Глубина, см								
Ср. коэффициент структурности	0,33 (неуд )	0,40 (неуд )	1,40 (хор )	3,19 (отл )	0,68 (хор )	3,01 (отл )	2,65 (отл )	1,89 (отл )
% ср. агрономически ценных агрегатов	25,03 (неуд )	28,51 (неуд )	58,3 2 (хор )	76,1 4 (отл )	40,3 7 (хор )	75,0 5 (отл )	72,6 1 (отл )	65,3 4 (отл )

## Литература

1. Федотова А. В., Яковлева Л. В. Практикум по общему почвоведению. Астрахань: Астраханский ун-т, 2013. 67 с.

### **Фрактальные кластеры гумусовых веществ и вязкость почвенных паст**

*Егорова Маргарита Николаевна, Ушкова Д.А.*

*Студенты*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: Emn1003@yandex.ru*

При исследовании влияния содержания воды в пастах на их вязкость были обнаружены результаты, которые не поддавались объяснению с позиций уравнения Эйнштейна для суспензий. Обращало на себя внимание то, что при малом количестве воды в пастах их вязкость имеет хотя и высокие, но примерно постоянные в определенном интервале содержания воды в пастах значения.

Целью работы было нахождение объяснения для наблюдаемого в почвенных пастах явления.

В работе использовали почвенные образцы дерново-подзолистой почвы (Московская область) исходной влажности (примерно 0,7-0,8 наименьшей влагемкости) и высушенные до воздушно-сухого состояния.

При изучении почвенных паст было установлено влияние механических воздействий (интенсивности перемешиваний) на их вязкость. Была получена типичная сигмоидная кривая. Для объяснения полученных данных было выдвинуто предположение о том, что отделение каких-то мелких почвенных частиц от более крупных приводит к увеличению вязкости. Однако с позиции трехфазной модели почв было непонятно, чем мелкие почвенные частицы качественно отличаются

от почвенных агрегатов и микроагрегатов. Поэтому для объяснения было решено рассмотреть результаты с позиции гелевой модели почв, в которой органоминеральные гели покрывают и связывают почвенные частицы между собой.

При изучении органического вещества почв методом малоуглового рассеяния нейтронов было обнаружено, что частицы-молекулы гуминовых кислот (ГК), а также коллоидная составляющая почв различных типов существуют в виде надмолекулярных образований - фрактальных кластеров (Ф-кластеры) размером 100-200 нм составленных из частиц гуминовых веществ размером около 10 нм. Это позволило сделать вывод, что основой почвенных гелей являются Ф-кластеры, образующиеся из частиц гуминовых веществ (ГВ) за счет гидрофобных связей благодаря мозаичной гидрофильно-гидрофобной поверхности ГВ. Это дало возможность предположить, что мелкими частицами в почвенных пастах являются Ф-кластеры.

Существование в почвенных пастах еще одного компонента – Ф-кластеров разрешило объяснить наблюдаемые результаты. По-видимому, в области низких влажностей почвенных паст их дисперсионной средой является не чистая вода, а вода с Ф-кластерами. В пастах с высокой концентрацией почв свободной воды остается очень мало и частицы с гелевыми оболочками (основу которых составляют Ф-кластеры) начинают взаимодействовать между собой через эти оболочки и отделившиеся от гелей свободные Ф-кластеры. Дальнейшее снижение количества воды в пастах приводит к частичному распаду ажурных гелевых оболочек до Ф-кластеров и увеличению толщины слоя Ф-кластеров между почвенными частицами, покрытыми ажурными почвенными гелями. Уменьшение содержания воды ведет к увеличению доли Ф-кластеров, располагающихся между частицами, покрытыми гелями, а не в самих гелях. То есть от контакта покрытых гелями частиц через воду с небольшим количеством Ф-кластеров при большом и среднем ее содержании в пасте происходит переход к контакту покрытых гелями частиц через слой Ф-кластеров. По-видимому, изменение толщины слоя Ф-кластеров (из-за их высокой устойчивости и способности вращаться) мало влияет на вязкость паст.

Таким образом, наличие свободных Ф-кластеров объясняет увеличение вязкости.

### **Установка для исследования промывки засоленных почв в условиях Сирийской Арабской Республики**

*Исмаил Хеба*

*Аспирант*

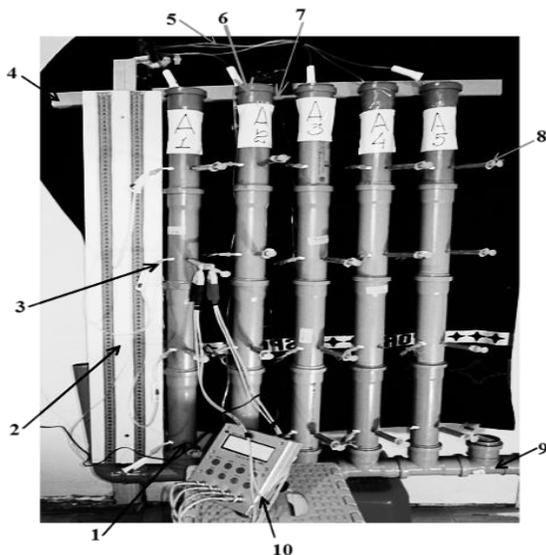
*Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования  
Российский государственный аграрный университет – Московская  
сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, г. Москва. Российская  
Федерация*

*E-mail: heba95syr@gmail.com.*

Лабораторные исследования занимают значительное место в изучении промывки засоленных почв. Одно из направлений повышения эффективности исследований – совершенствование лабораторного оборудования.

Конструкция установки является модификацией известных устройств для исследования почвенных монолитов [1]. В предложенной конструкции установки

датчики концентрации почвенного раствора выполнены из одноразовых шприцев объемом 5-10 мл, снабженных иглами калибра 12G - 22G, токопроводящими обкладками и проволочными обмотками. Электрическая добротность датчиков свя-



зана с концентрацией почвенного раствора. Добротность фиксируют цифровым LCR метром ХJW01. На рисунке показана конструкция установки.

#### **Установка для исследования промывки засоленных почв:**

1 – корпус установки; 2 – стойка пьезометра; 3 – узел подключения пьезометра; 4 – лабораторная стойка; 5 – подающие трубопроводы; 6 – горловина корпуса; 7 – уравнительный слив; 8 – датчик концентрации почвенного раствора; 9 – концевой сброс фильтрата; 10 – цифровой LCR метр ХJW01.

Прототип установки прошел успешные испытания. В интервале концентрации раствора  $\text{NaHCO}_3$  от 0 до  $350 \text{ ммоль/дм}^3$  добротность датчиков изменяется от  $282 \pm 2.1$  до  $221 \pm 2.7$  (уровень значимости  $P = 0.99$ , число степеней свободы  $k = 4$  и критерий Стьюдента  $t = 4.60$ ). Серия установок будет использована для исследования промывки засоленных почв САР.

#### **Литература**

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: 3-е издание перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

## **Влияние органического вещества и гранулометрического состава на физико-механические свойства почв зонального ряда**

**Колонская Мария Игоревна<sup>1</sup>, Фомин Дмитрий Сергеевич<sup>2</sup>**

*Студент, сотрудник*

*1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*2 - ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва, Россия  
E-mail: mkolonsky@yandex.ru, dsfomin92@gmail.com*

Одной из важных физических характеристик почвы является ее гранулометрический состав. Это относительное содержание элементарных почвенных частиц различных размеров [6]. Гранулометрический состав является основным структурными уровнем организации твердого вещества почвы [1]. Он отражает генезис почвообразующих пород и их трансформацию в процессе почвообразования [1]. Знание гранулометрического состава позволяет нам решить ряд теоретических (классификация почвы, определение генезиса и тд) и практических задач (строительство тех или иных сооружений) [1]. Классической классификацией российской школы почвоведов является классификация Качинского, где в основу положено соотношение физической глины (<10 мкм) и физического песка (>10 мкм) в зависимости от типа почвообразования (подзолистый, степной, солонцовый) [6]. Зарубежной базой классификации гранулометрического состава почв является трехкомпонентная классификация FAO, в которой текстурный класс определяется по содержанию ила (<2 мкм), пыли (2-50 мкм) и песка (50-2000 мкм). Существенным отличием между подзолистым и степным типами почвообразования является наличие влияния органического вещества почвы на механические свойства почвы.

Органическое вещество (ОВ) участвует в процессах агрегации твердой фазы почвы на всех структурных уровнях. ОВ выполняет связующую функцию в почве вместе с оксидами и гидроксидами железа, алюминия, марганца, аморфным кремнеземом, карбонатами, гипсом и легкорастворимыми солями [5]. Связующие агенты в процессе агрегации участвуют в образовании структурных элементов почв различного порядка из минеральных и элементарных почвенных частиц (ЭПЧ), такие как: микроагрегаты, мезоагрегаты и макроагрегаты [2].

Агрегаты можно охарактеризовать как совокупность элементарных почвенных частиц или микроагрегатов, связанных между собой прочнее, чем с соседними почвенными частицами [3]. Принято различать следующие типы механических элементов: минеральные, органические и органоминеральные [6].

ЭПЧ и микроагрегаты являются устойчивыми к внешним воздействиям частицами, которые обуславливают механическое поведение почвы [4]. Их устойчивость связана с органическим веществом почв, выступающим в роли клеящего агента. При этом взаимосвязь между содержанием органического вещества и процессами микроагрегации почв не всегда однозначна, так как только определенная форма органического вещества может быть ответственной за устойчивость [5].

Результаты данной работы помогут продвинуться в решении проблемы взаимосвязи органического вещества и гранулометрического состава с механическим поведением почвы, а также решить проблему интерпретации гранулометрического состава, измеренного методом лазерной дифракции, для задач классификации и определения генезиса почв, агрономических (нормы внесения

удобрений, нормы орошения) и геотехнических (проектирование сооружений) задач.

Взаимосвязь содержания органического вещества на механические свойства еще до конца не изучена. Оценка влияния содержания органического вещества почвы на физико-механические свойства почв будет реализована в рамках классического подхода разделения почв по типу почвообразования с использованием современного оборудования. Изучения широкого ряда объектов зональных почв позволит сделать глобальные выводы о влиянии органического вещества и гранулометрического состава на механические свойства почв.

В ходе работы были проделаны следующие анализы: измерения пределов пластичности и текучести по Аттербергу, измерено содержание органического углерода (SOC), измерение грансостава по USDA, измерение грансостава методом лазерной дифракции.

На основе первичных результатов можно судить, что увеличение содержания ила и содержания почвенного органического вещества приводят к увеличению значения влажности пределов текучести и пластичности. Наибольшей пластичностью и текучестью обладают почвы тяжелого гранулометрического состава с высоким содержанием органического углерода, в то время как песчаные почвы не характеризуются текучестью и пластичностью в принципе. Почвенное органическое вещество имеет весомый вклад в механические свойства почвы.

### **Литература**

1. *Березин П.Н.* 1983 Особенности распределения гранулометрических элементов почв и почвообразующих пород. "Почвоведение", N 2, с.64
2. *Воронин А.Д.* Структурно-функциональная гидрофизика почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984 204 с.
3. *Шейн Е.В.* Курс физики почв. М.: Изд-во Моск.ун-та, 2005 432 с.
4. *Edwards A.P. Bremner J.M.* Dispersion of soil particles by sonic vibration // J. Soil Sci. 1967 № 18 P. 47–63
5. *Tisdall J.M., Oades J.M.* Organic matter and waterstable aggregates in soils // J. Soil Sci. 1982 № 33 P. 141–163.
6. Гранулометрический состав // Информационная система Почвенно-географическая база данных России URL: <https://soil-db.ru> (дата обращения: 19.10.2022)

### **Наименьшая влагоемкость и некоторые аспекты механизма ее возникновения**

***Конкина Ульяна Алексеевна, Ушкова Д.А.***

*Студентки 3, 4 курсов*

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

*E-mail: [ulka.konkina@yandex.ru](mailto:ulka.konkina@yandex.ru)*

Наименьшая влагоемкость (НВ) – наибольшее количество влаги, которую почва способна удерживать капиллярными силами после свободного стекания гравитационной воды. Это очень важная характеристика, имеющая огромное

практическое значение: по ней производят полив растений, ориентируют нормы осушения.

При изучении НВ почвенных образцов – монолитов и насыпных образцов (нарушенных монолитов) естественной влажности были получены достаточно неожиданные результаты. Во всех случаях НВ насыпных образцов оказался заметно выше НВ монолитов. Это противоречило существующей физической модели НВ, которая состоит в удержании микро- и мезопорами в почвенных образцах остаточной воды. С точки зрения термодинамики данный подход был справедлив – при нарушении естественного строения почвенного образца количество микро- и мезопор уменьшается, но возрастает количество макропор, из которых при определении НВ влага должна вытекать. Однако полученные нами результаты свидетельствовали об обратном.

Целью работы являлась попытка усовершенствования существующих представлений о природе НВ для объяснения полученных результатов.

Так как полученные данные нельзя объяснить изменением соотношения размеров и количества капилляров в образцах монолитов и насыпных образцах почв, то следовало обратить внимание на возможные изменения свойств почвенного раствора и на объекты в почве, с которыми он контактирует.

В связи с тем, что почвенные частицы покрыты органоминеральными пленками-гелями, то почвенный раствор контактирует именно с ними. Причем, как отмечено рядом авторов, гуминовые вещества (ГВ) существуют в виде надмолекулярных образований – фрактальных кластеров из частиц-молекул ГВ размером 2-10 нм (Ф-кластеров). Эти надмолекулярные структуры, образованные частицами, обладающими мозаичной дифильной поверхностью, являются формой существования ГВ в почвах и представляют собой основу почвенных гелей.

По-видимому, нарушение почвенной структуры монолита при ее разрушении обуславливает переход части почвенных гелей в неравновесное состояние, и при взаимодействии с водой из них выделяются и переходят в контактирующую с почвой воду надмолекулярные образования. Они дестраивают почвенные гели, тем самым увеличивая толщину слоя гелей, покрывающие частицы в почвах, и уменьшая свободное пространство капилляров при определении НВ в насыпных образцах почв. В результате стекание гравитационной воды из насыпных образцов замедляется, и они начинают удерживать больше воды. Это объясняет полученные результаты по НВ монолитов и насыпных образцов почв.

В основе предложенного объяснения лежит переход выделяющихся надмолекулярных образований в активное состояние при нарушении почвенной структуры и образование из них гелей, желирующих почвенный раствор в капиллярах образца и замедляющих стекание из них воды.

Для проверки предположения об активации надмолекулярных структур почву естественной влажности (0,7 от НВ) пропустили через сита разного размера, разрушая агрегаты, которые не проходили через ячейки до тех пор, пока весь образец не будет просеян. Из полученных данных было видно, что увеличение количества активных Ф-кластеров в почвенном образце, полученное за счет

измельчения почвенных агрегатов, приводит к росту желирования воды в почвенных образцах и увеличивает их НВ.

### **Оптимальный метод определения физической спелости почвы**

***Котова Алиса Витальевна<sup>1</sup>, Сазонова П.М.<sup>1</sup>, Ломтатидзе В.И.<sup>1</sup>, Корочкина А.М.<sup>1</sup>, Морозова Е.Д.<sup>1</sup>, Гринь Е.А.Г.<sup>1</sup>, Фомин Д.С.<sup>2</sup>***

*Студенты; сотрудник, к.б.н.*

*1 - Московский государственный университет имени М.В.*

*Ломоносова, Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*2 - ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»*

*E-mail: miss.kotova2004@gmail.com, fomin\_ds@esoil.ru*

Сельское хозяйство связано с механическим воздействием на почву для обеспечения оптимальных условий для всех процессов, имеющих отношение к растениеводству. Такие процессы, как обработка почвы, посев, внесение удобрений или сбор урожая, являются высокомеханизированными и требуют деятельности сельскохозяйственной техники. Почва должна быть доступна для сельскохозяйственных операций, но бывают периоды, когда состояние почвы не подходит для обработки. Основное ограничение состояния почвы как с позиции мобильности тракторов, так с позиции риска уплотнения почвы и разрушения почвенной структуры связано с избыточным содержанием воды в почве [1]. Состояние почвы, показывающее готовность её к агротехнической обработке или к посеву сельскохозяйственных культур, называется физической спелость почвы [2]. Физическая спелость почвы достигается при оптимальном увлажнении, когда почва во время механической обработки распадается на агрономически ценные агрегаты размером от 1 до 10 мм. При более высокой влажности почва налипает на технологические орудия, при более низкой — разламывается на глыбы. При спелом состоянии почва лучше крошится, оказывает наименьшее сопротивление при обработке, а во вспаханной почве создаётся оптимальное соотношение между твёрдой частью, водой и воздухом.

В полевых условиях спелость почвы определяют с помощью метода визуальной оценки, когда степень крошения почвы оценивается на глаз. В лабораторных условиях спелость почвы определяют на основе механического поведения почвы или на основе гранулометрического состава с помощью педотрансферных функций [3]. Так как метод определения пределов Аттерберга достаточно трудоемкий и требует больших временных затрат, исследователям необходимо находить альтернативные методы оценки спелости почв, одним из таких является способ расчета с помощью педотрансферных функций, на основе которых можно получать большее количество результатов за меньшее время, исходя из данных, которые чаще всего известны для большинства почв.

В данной работе мы сравнили значения физической спелости почвы, рассчитанные с помощью педотрансферных функций на основе гранулометрического состава, который был измерен с помощью метода лазерной дифракции, с референсными значениями, полученными на основе пределов пластичности и текучести Аттерберга.

Цель работы – оценить ошибку определения физической спелости почвы различными методами и определить оптимальный способ определения физической спелости почвы.

Результаты работы помогут с большей точностью прогнозировать состояние почвы и в дальнейшем оптимизировать сельскохозяйственные процессы. Косвенные методы определения диапазона влажности физической спелости почвы значительно оптимизированы по времени, однако не дают достаточной точности определения. Мы видим перспективным развитие данных методов, которое возможно с учетом использования более широкого математического аппарата.

### Литература

1. Müller L. et al. Trafficability and workability of soils //Encyclopedia of agrophysics. Dordrecht: Springer. – 2011. – С. 912-24.
2. Большая советская энциклопедия. в 30-ти т. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1969 – 1986
3. Obour P. B. et al. Predicting soil workability and fragmentation in tillage: a review //Soil Use and Management. – 2017. – Т. 33. – №. 2. – С. 288-298.

### Изменение физических свойств кварцевого песка под влиянием синтетических гелевых структур

*Кривцова Виктория Николаевна*

*Аспирант*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: pochvasoil@gmail.com*

Гидрогели позволяют существенно повысить водоудерживающую способность и противозрозионную стойкость песчаных почв [5, 8, 10]. Свойство суперабсорбента, а также использование в качестве систем доставки агрохимикатов и средств защиты растений [9, 11], позволяет гидрогелям улучшать рост и развитие растений на лёгких почвах.

Синтетические гелевые структуры (СГС) представляют собой гидрогели с различными наполнителями, которые включают амфифильные твердофазные компоненты, микроэлементы и современные средства защиты растений. Такие структуры имеют более высокий эффект водопоглощения и агрегации для минеральных почв, а также сводят к минимуму риск вымывания агрохимикатов [6].

Объектами исследования выступили мономинеральный кварцевый песок и различные СГС торговой марки «Aquarastus» [1, 2] на основе сополимера акриламида и акрилатов в варианте без добавок и с добавками в виде торфа и фунгицида Квадрис, фильтроперлита и Азоксистробина. Гидрогели вносили в трёх разных концентрациях – 0,1, 0,2 и 0,3%.

В образцах песка и его композициях с гидрогелями определены: основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) методом равновесного центрифугирования [7] с последующей термодесорбцией влаги, коэффициент фильтрации колонным методом [7], удельная поверхность расчётным методом (по изотермам термодесорбции и наклону кривых ОГХ) [3, 4] и прочность агрегатов весовым методом.

Полученные гидрофизические характеристики показывают, что максимальная дозировка (0,3%) гидрогелей существенно повысила водоудерживающую способность кварцевого песка. В частности, полная влагоёмкость возросла в 1,9–

2,2 раза, составив для гидрогеля без наполнителей – 57,8%, с торфом и Квадрисом – 52,6%, с фильтроперлитом и Азоксистробином 51,6%.

Коэффициент фильтрации кварцевого песка под влиянием гидрогелей значительно снизился. Наиболее эффективным оказался гидрогель без наполнителей, максимальная доза которого снизила коэффициент фильтрации в 40 раз (0,31 м/сут), СГС с торфом и Квадрисом – в 33 раза (0,38 м/сут), с фильтроперлитом и Азоксистробином – в 13 раз (0,98 м/сут).

Удельная поверхность композиций песка с гелевыми структурами, внесёнными в максимальной концентрации, превысила контрольное значение в 3 раза и составила 9,4 м<sup>2</sup>/г при расчёте по наклону ОГХ и 10,8 м<sup>2</sup>/г при использовании изотерм термодесорбции.

Прочность агрегатов под влиянием гидрогелей изменилась неравномерно. Для определения были использованы агрегаты размером 3–5 мм, представляющие собой склеенные гидрогелем песчинки. Получено, что при минимальной дозе внесения лучший результат даёт СГС без наполнителей, при средней и высокой – гидрогель с добавлением торфа и Квадриса.

Таким образом, синтетические гелевые структуры положительно влияют на физические свойства кварцевого песка. Они повышают его влагоёмкость, удельную поверхность, прочность агрегатов, и многократно снижают коэффициент фильтрации. При этом наиболее эффективным является использование СГС, содержащих в своём составе торф.

#### Литература

1. Будников В.И., Смагин А.В. Полимерный композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения // Патент на изобретение RU № 2639789 от 22.12.2017
2. Будников В.И., Федченко В.Н., Дробинин Д.В., Кузьмицкий Г.Э., Синкин В.В., Локотков А.Н., Смагин А.В., Назаров В.Б. Композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения // Патент на изобретение RU № 2536509 от 27.12.2014.
3. Смагин А.В. Термогравиметрическая оценка удельной поверхности почвенных коллоидов // Коллоидный журнал. 2016, Т. 78, №. 3, С. 380–385.
4. Смагин А.В. К термодинамической теории водоудерживающей способности и дисперсности почв // Почвоведение. 2018, №. 7, С. 836–851.
5. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. М.: МАКС-Пресс. 2009, 208 с.
6. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Будников В.И. Синтетические гелевые структуры для устойчивого земледелия (на примере картофелеводства) // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. 2020, С. 14–20.
7. Теории и методы физики почв / Ред. Шейн Е.В., Карпачевский Л.О. М.: «Гриф и К.». 2007, 616 с.
8. Abdelhak M. Use of polymers and biopolymers for water retention and stabilization at Algerian arid and semi-arid soils / Doct. Thesis, Univ. of Mentouri Constantine, Rep of Algeria. 2009, 185 pp.
9. Campos E.V.R., de Oliveira J.L., Fraceto L.F., Singh B. Polysaccharides as safer release systems for agrochemicals. // Agron. Sustain. Dev. 2015, V. 35, P. 47–66.

10. *Narjary B., Aggarwal P., Kumar S., Meena M.D.* Significance of Hydrogel and its application in agriculture // *Indian Farming*. 2013, V. 62, №. 10, P. 15–17.
11. *Smagin A.V., Smagina M.V., Kolganihina G.B., Sadovnikova N.B., Gulbe A.Y., Bashina A.S.* Fungicidal and antibacterial activity of the hydrogel compositions with silver // *Int. J. Eng. Technol.* 2018, V. 7, №. 2.23, P. 14–20.

### **Моделирование изменения гранулометрического состава дерново-подзолистых окультуренных почв**

***Кульчев Андрей Юрьевич<sup>1,2</sup>, Боровая А.К.<sup>1,2</sup>***

*Младший научный сотрудник, инженер 1-ой категории*

*1 - ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»*

*2 - ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева»*

*E-mail: andreykulchev@rambler.ru*

Гранулометрический состав относится к числу фундаментальных свойств почвы и оказывает огромное воздействие на почвообразовательные процессы и сельскохозяйственное использование земель. Знание гранулометрического состава важно при определении агропроизводственной оценки почвы, способов ее обработки, норм внесения удобрений, возделывания сельскохозяйственных культур и сроков проведения полевых работ [1,2,3].

Почвенный покров опытного участка, расположенного на территории Тимирязевской академии, представлен дерново-подзолистым типом. Для определения агрофизических свойств почвы были отобраны и проанализированы 325 образцов. Результаты исследований гранулометрического состава по методу Н.А. Качинского показали, что в слое почвы 0-0,4 м большая доля 42% приходится на легкосуглинистый крупнопылевато-песчаный, 30% -к легкосуглинистые пылевато-песчаный, около 1% - супесчаный крупнопылевато-песчаный и 6,5% среднесуглинистый пылевато-песчаные.

Для визуализации каждой из фракций гранулометрического состава почвы были построены воксельные трехмерные объемные модели, позволяющие видеть пространственное распределение фракций.

Модель фракции крупного и среднего песка (1-0,25 мм) показывает, что максимальное количество частиц находится на верхнем уровне профиля (от 35% до 48%), в средней части от 13% до 34%, в нижнем профиле от 8% до 12%. Моделирование фракции мелкого песка (0,25-0,05 мм) демонстрирует расположение максимального количества частиц в нижней части профиля (от 59% до 65%), в средней - от 28% до 57%, и в верхней - от 11% до 27%. Для фракции крупной пыли (0,05-0,01 мм) моделирование показало, что максимум накопления частиц содержится в слое 0-0,2 м и значения варьируют от 29% до 22%, вниз по профилю происходит уменьшение показателей от 21% до 5% и далее до 0,7%. Воксельная трехмерная модель физической глины (<0,01 мм) показывает, что вниз по профилю

(0-1,0 м) происходит увеличение частиц от 18% до 49%. Ниже количество частиц значительно снижается и варьирует от 17% до 2,1%.

Полученные результаты исследований могут быть использованы для оценки, управления и прогнозирования мелиоративного состояния почв.

### Литература

1. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении. Избр. научн. тр. / К.К. Гедройц; под ред. А.А. Роде. – М.: Наука, 1975. 172 – 183 с
2. Березин, П.Н. Особенности распределения гранулометрических элементов почв и почвообразующих пород / Почвоведение. 1983. № 2. С. 64–73
3. Модели мелиоративного состояния агропочв по данным гранулометрии / В. Л. Татаринцев, Л. М. Татаринцев, М. Н. Кострицина, С. И. Ещенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7(153). – С. 72-77.

### Изучение неоднородностей почвенного покрова степи Восточно-Европейской равнины с помощью площадной магнитной восприимчивости

*Малышев Владислав Владимирович*

*Аспирант*

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г.*

*Пушино*

*E-mail: vladmalyscheff@yandex.ru*

С целью развития методов поверхностного зондирования почв выполнен сравнительный анализ площадных и профильных измерений магнитной восприимчивости на участках 100 м<sup>2</sup>. Проведено исследование 3 площадок с черноземами обыкновенными (Haplic Chernozems), черноземами южными (Haplic Chernozems) и светло-каштановыми почвами (Haplic Kastanozems (Endosalic, Cambic)). Дополнительно на территории Ергенинской возвышенности изучена катена, включающая элювиальную, трансэлювиальную и трансэлювиально-аккумулятивную позиции ландшафта. Результаты площадных измерений магнитной восприимчивости ( $\kappa_s$ ) с использованием прибора КТ-20 с датчиком 3F-32 (Terraplus) коррелируют ( $R^2 = 0.7$ ) с профильными измерениями в полевых и лабораторных условиях. Показано, что площадной тип съемки  $\kappa_s$  корректно фиксирует объемную магнитную восприимчивость до глубины 30 см. Вариация  $\kappa_s$  на площадках с различными типами почв в основном отражает почвенно-климатическую зональность и пространственную неоднородность, выраженную в различном гранулометрическом и минералогическом составе слоя 0–30 см на площади 10 × 10 м. Площадная магнитная восприимчивость почв может являться важным дополнительным показателем, способным отразить особенности почвообразующих и ландшафтно-геохимических процессов, происходящих в верхнем слое почвы [1,2]. Варьирование  $\kappa_s$  на площадках в различных позициях ландшафта происходит под влиянием плоскостного смыва и изменения направленности

процессов оксидогенеза железа в зависимости от положения почвенного профиля в рельефе. Комплекс измерений площадной и профильной магнитной восприимчивости может применяться для изучения возможных нарушений поверхностного слоя почв и мониторинговых задач.

*Автор выражает благодарность своего научному руководителю доктору биологических наук, члену-корреспонденту РАН Алексееву Андрею Олеговичу.*

### **Литература**

1. *Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Моргунов Е.Г., Самойлова Е.М.* Геохимические закономерности формирования состояния соединений железа в почвах сопряженных ландшафтов Центрального Предкавказья // Литология и полезные ископаемые. 1996. № 1. С. 12–22.
2. *Рысков Я.Г., Алексеева Т.В., Алексеев А.О., Ковалевская И.С., Олейник С.А., Моргунов Е.Г., Самойлова Е.М.* Геохимические обстановки в почвах сопряженных ландшафтов Центрального Предкавказья // Литология и полезные ископаемые. 1993. № 2. С. 55–65.

## **Особенности гранулометрического состава почв Среднего и Нижнего Поволжья**

*Решетникова Радислава Андреевна*

*Аспирант*

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия  
E-mail: rada3025@mail.ru*

Разновозрастные объекты исследования расположены в Среднем и Нижнем Поволжье (правобережье) – в Саратовской и Волгоградской областях. Они представляют собой почвы поселений с культурными слоями разных археологических эпох исторического времени, а также фоновые почвы. В Среднем Поволжье это каштановая почва из села Нижняя Банновка (разрез В1), солонец (В2) из с. Щербаковка, солонец (В4) и стратозем (В3) и з с. Галка, а Нижнем Поволжье – стратозем (В5) из с. Дубовка (Водянское городище), а также фоновые каштановые почвы (В2ф, В3ф, В5ф), агроземы (В1ф) и агросолонцы (В4ф).

В образцах почв был определен гранулометрический состав почв полевым методом и методом пипетки Качинского-Робинсона-Кехля (с обработкой почвенных образцов пирофосфатом натрия).

По результатам анализа гранулометрического состава самое высокое содержание ила наблюдается в солонцах (разрез В2, В4) и фоновом агросолонце (В4ф), особенно в горизонтах BSN (24% в разрезе В2, 59% в разрезе В4, 40% в разрезе В9), что связано с выносом и аккумуляцией тонких частиц в результате солонцового процесса, активно развивающегося в почвах с XVII-XVIII в. Также высокое содержание ила – 36% - отмечено в срединном горизонте фоновой каштановой почвы В2ф рядом с с. Щербаковка. Там же отмечается неожиданно высокое содержание песка в верхнем горизонте – 55%, что может быть обусловлено проявлением эоловых процессов и/или выносом илстых частиц в нижележащие горизонты. Помимо этого, наиболее высокое содержание песка наблюдается в почве Водянского

городища (стратозем В5) – до 52% и его фоновой каштановой почве (В5ф) – до 34%. Эти почвы имеют наиболее легкий состав из всех исследованных, что может быть связано не только с формированием на песчаных породах (песчаники, алевролиты [1]), но и с их наиболее южным географическим положением и усилением эоловых процессов. Высокое содержание песка также отмечается в горизонте R<sub>J2</sub> стратозема В3, песчаной прослойке в закопанном погребе времен немцев Поволжья, для которого характерна стратификация, связанная с антропогенной деятельностью.

Результаты анализа подтверждают наличие в почвах Среднего и Нижнего Поволжья процессов осолонцевания, выявленных по морфологическим свойствам почв, а также эоловых процессов, и иллюстрируют наследование механического состава почв от материнских пород региона.

Сравнение содержания физической глины [2] по результатам анализа гранулометрического состава методом Качинского и полевым методом показало, что последний значительно сужает диапазон и усредняет значения по сравнению с первым.

*Работа выполнена в рамках госзадания МГУ № 122011800459-3.*

### **Литература**

1. *Иванов А. В., Яшков И.А., Грачев В.А., Плева И.Р., Смуров А.В., Сочивко А.В., Снакин В.В.* Эволюционная урбанистика Поволжья и Прикаспия в музейном пространстве. Исследования сетей поселений в рамках проекта «Флотилия плавучих университетов». Путеводитель и каталог совместных экспозиций Музея естествознания Саратовского государственного технического университета имени Ю. А. Гагарина и Музея земледения Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова / Москва: Издательство Московского университета; МАКС Пресс, 2020. — 100 с.: илл.
2. *Розанов Б.Г.* Морфология почв. Учебник для высшей школы. — М.: Академический Проект, 2004. — 432 с.

## **Гидрофизические свойства агросерых лесных почв Кунгурской лесостепи**

***Сивкова Анна Валерьевна***

*Студент*

*Пермский государственный аграрно-технологический университет  
имени академика Д.Н. Прянишникова,  
факультет почвоведения, агрохимии, экологии и товароведения, Пермь, Россия  
E-mail: annsivkova184@gmail.com*

В условиях изменяющегося климата, чередования засух и избыточного переувлажнения увеличилось влияние на почвы водной эрозии, из-за чего над почвами лесостепи нависла угроза деградации. Регулирование водного режима и процессов влагопереноса в почвах может снизить риски появления подобных проблем. Для осуществления регулирования необходимы определенные величины влажности почвы, называемые почвенно-гидрологическими константами.

Исследования проводились на территории пахотных полей хозяйства «Овен» (Пермский край). Объектом исследования служат агросерые лесные почвы, их свойства изучены на примере 4 разрезов. Почвы имеют глинистый

гранулометрический состав, с содержанием физической глины 59 %. Содержание ила дифференцировано по профилю от 26 % в гор. PU до 48 % в гор. С. Плотность пахотных горизонтов составляет 0,82 г/см<sup>3</sup> и постепенно возрастает к материнской породе 1,32-1,41 г/см<sup>3</sup>. Содержание гумуса в пахотных горизонтах 4,88,6 %, уменьшается в подпахотных горизонтах до 5,6-1,3 %.

Наименьшая влагоёмкость (НВ), соответствующая содержанию пленочно-капиллярной формы воды в почве и характеризующая максимальное количество влаги доступное для растений, определяли термостатно-весовым методом [1,2]. В исследуемых почвах НВ составляет 24-35 %. Влажность завядания рассчитывали относительно максимальной гигроскопичности, ее значения варьируют в пределах 16-18 %. Таким образом, диапазон доступной влаги (ДДВ) в пахотном слое почв изменяется от 10 до 20 %. Значения ДДВ тесно связаны с содержанием гумуса, коэффициенты корреляции равны 0,77 и 0,88 для пахотных и подпахотных горизонтов соответственно. Следовательно, менее гумусированные агросерые почвы более подвержены иссушению.

Путем множественного регрессионного анализа были получены линейные уравнения для нахождения влажности завядания и наименьшей влагоёмкости.

$$НВ = 25,45 - 0,86 \times \text{Пыль} + 1,1 \times \text{ЕКО}$$

$$ВЗ = 53,11 + 1 \times \text{Ил} + 15,5 \times \text{dv} + 1,93 \times \Gamma$$

где:  $\Gamma$  - содержание гумуса, %; Пыль – содержание частиц размером 0,002-0,05 %; Ил – содержание частиц размером <0,002, %;  $Dv$  – плотность сложения, г/см<sup>3</sup>; ЕКО – ёмкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы.

Достоверная значимая связь установлена для наименьшей влагоёмкости, накопления содержания пыли и ёмкости катионного обмена. Множественный коэффициент детерминации ( $R^2$ ) 0,88.

Также достоверная значимая связь установлена для влажности завядания и накопления содержания ила, гумуса и плотностью. Множественный коэффициент детерминации ( $R^2$ ) 0,99.

## Литература

1. Романов Г.Г. Почвоведение с основами геологии: учебник для вузов / Г.Г. Романов, Е.Д. Лодыгин. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 268 с. ISBN 978-5-8114-5679-6. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/152609> (дата обращения: 11.04.2022)
2. Шейн Е.В. Курс физики почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.

## Температурный режим урбанозёма под разными мульчирующими субстратами в период установления устойчивого снежного покрова

**Силаев Макал Викторович, Ахметзянова Р.Р.**

*Студенты*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: masiisus@gmail.com*

Начиная с 1980-х годов мульчирующие субстраты активно используются в городской ландшафтной архитектуре. Это можно объяснить благотворным влиянием мульчи на почвенные свойства, в частности на водный и температурный

режим почвы [1]. Мульчирование урбанозёмов позволяет поддерживать оптимальный для роста и развития зеленых насаждений температурный режим, нарушенный антропогенным влиянием.

Целью настоящей работы является исследование влияния разных мульчирующих субстратов на температурный режим урбанозёма.

Объект исследования представлен урбанозёмом, расположенным на территории инструментальных площадок почвенного стационара МГУ. Было разбито 12 экспериментальных площадок, 11 из которых покрыты мульчирующими субстратами и 1 фоновая. Толщина мульчирующего слоя составляла на всех площадках 5 см. Площадки имеют размеры 1 метр в ширину и 3 метра в длину, на первом метре установлены температурные датчики и ведутся режимные влажности, плотности, некоторых химических и микробиологических параметров.

Для измерения температуры использовали датчики Elitech RC-4, установленные на глубинах 0, 5 и 10 см. Датчики были запрограммированы с периодом измерений 3 часа. Для оценки температурного режима использовались данные, полученные за период с 18:00 11 ноября 2021 года по 21:00 31 декабря 2021 года, что соответствует 402 измерениям. Полученные данные были обработаны с помощью программ Microsoft Excel и Goldensoftware Surfer 11.

Дополнительно для каждого субстрата были определены плотность упаковки, наименьшая влагоемкость и коэффициент фильтрации. По результатам наибольшими показателями наименьшей влагоемкости обладали органические образцы порядка 60%, а также пеностекло 42,27%, в то же время мрамор и вулканический туф обладали 1,11% 3,99%, соответственно.

5 см	мрамор	фон	кора сосны мелкая	кора сосны крупная	сосновая щепа	туф	пеностекло
максимум	3,4	3,8	3,5	3,7	3	3,5	3,3
минимум	0,6	-1	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5
медиана	1,3	0,6	1,9	1,6	1,5	1,3	1,7
среднее	1,37	0,65	1,89	1,62	1,45	1,35	1,69
разброс	2,8	4,8	2,9	3,3	2,7	3,1	2,8
кол-во измерений с от-риц. t°C	0	19	0	0	0	0	0

Таблица 1. Результаты математического анализа температурных данных по 7 площадкам

Для анализа были выбраны данные, полученные с 7 площадок, из которых 3 были покрыты органическими субстратами, 3 минеральными и 1 фоновая. В таблице представлены результаты, полученные с датчиков на глубине 5 см.

Анализ показал, что на участках, покрытых мульчей средние температурные показания были выше, чем на фоновой, а разброс, то есть амплитуда температур ниже. Также стоит отметить, что только на фоновом участке были зафиксированы отрицательные температуры.

### Литература

1. *Kader M. A., Senge M., Mojid M. A., Ito. K.* Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment // Soil Tillage Res. 155–166. 2017

### **Изменение удельного электрического сопротивления насыпных образцов почв при их медленном высушивании**

*Сухарев Алексей Игоревич, Ушкова Д.А*

*Студенты*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: suharevai@my.msu.ru*

При изучении изменения удельного электрического сопротивления насыпных почвенных образцов при их медленном высушивании были получены результаты, не предполагавшиеся ранее. Удельное электрическое сопротивление по достижении некоторой предельной влажности (индивидуальной для каждого типа почв) скачкообразно возрастало примерно на 2-3 порядка.

Предлагается два объяснения наблюдаемого эффекта, причём оба связаны с нарушением непрерывности жидкой фазы почвы. Во-первых, подобное изменение электрического сопротивления может означать, что в гелевой матрице почв происходит структурный переход. Контакты Ф-кластеров, состоящих из гуминовых веществ почв и являющихся основой почвенных гелей, осуществляется во влажной почве через гидрофобные участки. При высушивании они резко заменяются на гидрофильные участки. В результате существующий в почвенном образце непрерывный каркас жидкой фазы, пленки которой находятся на гидрофильных поверхностях почвенных частиц, исчезает, заменяясь на отдельные участки жидкой фазы, располагающиеся в гидрофобном геле. Таким образом, при структурном переходе происходит обращение фаз, подобное тому, которое наблюдается при обращении фаз эмульсий с соответствующим скачкообразным возрастанием электрического сопротивления.

Во-вторых, подобный эффект может возникать, если при высушивании в насыпном почвенном образце, состоящем из агрегатов и микроагрегатов разного размера, происходит изменение проводимости, связанное с увеличением числа не проводящих электрический ток агрегатов. Потеря влаги агрегатами может происходить неравномерно, и более влажные агрегаты имеют большую электрическую проводимость, чем менее влажные, на поверхности которых может оказываться слой сухой почвы. С уменьшением средней влажности образца число агрегатов, которые не проводят ток, должно расти. При достижении некоторого показателя влажности непрерывный последовательный капиллярный контакт между агрегатами прекращается, и в соответствии с теорией перколяции ожидается скачкообразное возрастание электрического сопротивления образца.

Целью работы было выяснение природы наблюдаемого эффекта.

Для реализации первого механизма влажность всех почвенных агрегатов должна меняться одинаковым образом (в противном случае структурный переход обнаружить не представляется возможным), а для реализации второго механизма высушивание агрегатов меньшего размера должно происходить быстрее. Поэтому для выбора механизма, ответственного за скачок удельного электрического сопротивления в образцах, достаточно выяснить, имеет ли место обмен влагой между агрегатами. Для этого по мере высушивания почвенного образца агрегаты рассеивали на мелкую и крупную фракции и проводили сравнение влажностей этих фракций.

Отметим, что, проведя медленное высушивание почвенных образцов с определением их влажности и влажностей размерных фракций, мы можем установить влажность почвенных образцов, при которой обмен влагой между агрегатами перестает происходить. Сравнение полученной величины общей влажности почвы с оценочно-расчетными значениями гидрологических констант, проведенное на основе определения наименьшей влагоемкости (НВ), покажет, к какой из них по величине близка получаемая таким образом влажность почвенного образца.

### **Некоторые детали механизма водоустойчивости**

*Ушкова Дарья Александровна*

*Студентка 4 курса*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: ushkova\_dasha@mail.ru*

Почвенная структура является одной из важнейших агрономических характеристик, придающих почве ряд ценных производственных свойств: рыхлость, облегчающую прорастание семян и развитие растений, благоприятный для растений водно-воздушный и тепловой режимы. Существует мнение, что основное влияние на водоустойчивость оказывает расклинивающее давление воды. В его основе лежит осмотическая составляющая, обусловленная перекрыванием диффузных частей двойных электрических слоев (ДЭС), существующих на границах жидкой прослойки и твердой фазы почвы.

Целью исследования являлась проверка значимости расклинивающего давления воды в реализации водоустойчивости.

В работе использовали образцы дерново-подзолистой, серой лесной почвы и чернозема.

В ходе исследования использовали метод «лезвий», основанный на рассечении близких к насыщению водой агрегатов лезвием и определении предельного напряжения их разрушения. Для проверки влияния расклинивающего давления воды на водоустойчивость оценили данный показатель на образцах, выдержанных в растворах солей различных концентраций. В растворах солей увеличивается ионная сила раствора, ДЭС сжимаются и их перекрывание между собой значительно уменьшается. При существовании значимого влияния расклинивающего давления водоустойчивость образцов при таком определении должна была заметно возрастать и превышать водоустойчивость, измеренную в воде. Однако различий мы не обнаружили.

Декстером было отмечено, что при контакте агрегатов с водой их водоустойчивость уменьшается. Для проверки этого предположения было определена зависимость водоустойчивости почвенной структуры от времени капиллярного контакта агрегатов с водой. Эксперименты показали экспоненциальное снижение водоустойчивости агрегатов разных типов почв.

Так как полученные результаты нельзя объяснить расклинивающим давлением воды, было выдвинуто предположение, что это может быть связано с выходом гуминовых веществ (ГВ) в раствор. Для подтверждения данной теории почвенные агрегаты привели в капиллярный контакт с водой, а затем воду, которая могла содержать ГВ, изучили при помощи растровой электронной микроскопии (РЭМ). Проведенное исследование не только показало выход лабильной части ГВ в раствор, но также подтвердило имеющиеся в литературе данные о надмолекулярной организации ГВ. Таким образом, водоустойчивость почвенных образцов при контакте с водой снижается за счет выхода ГВ и уменьшения количества внутриагрегатных связей.

Для уточнения представления о механизме водоустойчивости был проведен эксперимент по изучению влияния температуры на водоустойчивость почвенной структуры. Нагревая образцы исходной влажности (0.7 от наименьшей влагоемкости), отмечали увеличение водоустойчивости. Однако при остывании агрегатов их водоустойчивость снижалась до начальных значений. Эти результаты подтверждают предположение о том, что в основе механизма водоустойчивости лежат взаимодействия между гидрофобными участками амфифильных молекул ГВ с мозаичной поверхностью.

### **Сложение агросерой почвы: агрегаты, микроагрегаты, элементарные почвенные частицы**

*Хирк Анастасия Вячеславовна*

*Аспирант*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: nast0896@mail.ru*

Использование агросерых почв в сельскохозяйственном производстве в условиях изменяющегося климата приводит к изменению их структурного состояния. Оценка устойчивости структуры почв к механическим и водным воздействиям (является актуальной задачей агрофизики).

Методы: Анализ агрегатного состава проводился методом автоматического рассева на Anallysette 3 Spartan [1], анализ водопрочности проводился по методу Савинова, гранулометрический анализ: пипет-методом Качинского [2] и на лазерном дифрактометре [3].

Исследования проводились на поле ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», расположенном в нижней части склона водораздела к реке Каменка на разных элементах рельефа: в ложбине и ровной части склона. Были заложены три разреза, в которых отобраны образцы горизонтов P, BEL, BT.

Почвенный покров Владимирского Ополя имеет сложное комплексное строение, обусловленное особенностями его генезиса. На небольшом участке соседствуют почвы с различающимися по содержанию гумуса, кислотности,

грансоставу. Несмотря на долгую историю эксплуатации в агроландшафте сохранились признаки палеокриогенеза и микрорельефа. В этом исследовании рассмотрены различия в агрегатном и гранулометрическом составе агросерых почв с использованием новых подходов и оборудования.

Пахотный горизонт имеет среднесуглинистый крупнопылеватый состав. Содержание гумуса значительно различается от 2 до 3,5%. Структурное состояние по коэффициенту структурности отличное. Горизонт ВТ тяжелосуглинистый крупнопылеватый, содержит от 0,3 до 0,85% гумуса. Также хорошо оструктурен. При этом выявлены четкие особенности в структурном сложении горизонтов агросерой почвы в ложбине.

Использование оборудования для автоматического посева и лазерной дифрактометрии позволило уменьшить трудоёмкость определения агрегатного и гранулометрического состава и увеличить точность анализов.

### **Литература**

1. *Фомин Д.С., Валдес-Коровкин И.А., Голуб А.П., Юдина А.В.* /Оптимизация анализа агрегатного состава почв методом автоматического посева, 2019 г.
2. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Изд.2-е. Учебное пособие для студентов вузов. М., «Высшая школа», 1973. 399с.
3. *Юдина А. В., Фомин Д. С., Котельникова А. Д., Милановский Е. Ю.* /От понятия элементарной почвенной частицы к гранулометрическому и микроагрегатному анализам (обзор) // Почвоведение, 2018, № 11, с. 340–1362

### **Агрофизические свойства конструкторземов «зеленой кровли»**

***Чуфаровская Ольга Игоревна***

*Студентка 4 курса*

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

Современные технологии озеленения кровли зданий, создание так называемой «зеленой кровли», требуют создания оптимальных по агрофизическим свойствам питательных субстратов для растений. Прежде всего, это влагоемкость и водоудерживающая способность, обеспечивающие водное питание растений, плотность, оптимальная для развития их корневой системы, но при этом максимально низкая, для снижения давления на опоры здания, а также теплофизические свойства, препятствующие сильному промерзанию субстрата зимой и иссушению в летний период.

Помимо экосистемных и экологических функций, таких как образование новых зеленых пространств, снижения дождевых стоков, уменьшения эффекта теплового острова города, посадки на кровлях служат защитой кровельного покрытия от вредного воздействия солнца, в том числе ультрафиолетовых лучей, температурных колебаний, позволяют сократить расходы на кондиционирование летом, и отопление зимой.

В качестве субстратов используют смеси различного состава, в данном исследовании использовались смеси содержащие минеральные (пеностекло, керамзит и агроперлит) и органические (органоминеральная композиция ЭПА на

основе осадков сточных вод (ОМК ЭПА), компост и кокосовое волокно) компоненты.

Выявление оптимальных по составу и учитывающих потребности растений и климатические особенности региона субстратов и стало целью наших исследований. В качестве объектов были взяты субстратные смеси с разным содержанием органического компонента: с ОМК ЭПА и с компостом для сравнения влияния данных компонентов на свойства субстратов, а также варианты смесей с разными минеральными компонентами: пеностекло, керамзит и агроперлит.

Были исследованы их водоудерживающая способность (ОГХ методом центрифугирования), гидродинамической дисперсии и эффекта сорбции (метод выходных кривых) и удельная поверхность (по Кутилеку).

Для исследованных субстратов характерны невысокие значения общей плотности – 0,81-0,94 г/см<sup>3</sup>. Основная гидрофизическая характеристика субстратов показала, что в области низких значений рF, в состоянии, близком к насыщению, влагоудержание возрастает с увеличением органического компонента (для ОМК ЭПА), да компоста такой зависимости не наблюдается, при этом в целом водоудерживающая способность субстратов на основе ОМК ЭПА выше, чем у субстратов на основе компоста.

Также для субстратов на основе ОМК ЭПА наблюдается снижение сорбционной способности субстрата с увеличением данного компонента, для компоста также наблюдается подобная зависимость, но менее выражено. Выходные кривые CI- субстратов на основе ОМК ЭПА более крутые, что свидетельствует, о более простом строении порового пространства и меньшем значении дисперсии.

При сравнении влияния минеральных компонентов на движение влаги в субстрате и водоудерживающую способность было обнаружено, что значение дисперсии было наименьшим в субстратах с добавлением агроперлита, вероятно это связано с очень низкой плотностью данного компонента, из-за чего он полноценно не участвовал в движении воды, а сам всплывал в потоках воды на поверхность. По визуальной оценке, сорбционный эффект в субстратах с добавлением керамзита выше, чем в субстратах на основе пеностекла и агроперлита.

Проведенные исследования показали, что исследованные компоненты субстратов, применяемых для кровельного озеленения, обеспечивают хорошие агрофизические свойства: хорошее влияние на водоудерживающую способность показала ОМК ЭПА как органический компонент, а также велико влияние кокосового волокна (добавлен в субстраты всех типов), пеностекло позволяет добиться высокой сорбционной способности, что позволит питательным элементом дольше находится в доступности растений. Данные компоненты позволяют получить субстрат с наилучшими агрофизическими свойствами, но необходимы дальнейшие исследования для поиска наилучших соотношений данных компонентов внутри субстратной смеси.

## Подсекция «Химия и минералогия почв»

### Об установлении особенностей миграции элементов семейства железа в лизиметрических водах в условиях насыпных почвенных лизиметров почвенного стационара факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Борисова С.А.**

*Студент, 1 курс магистратуры*

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

*E-mail: [filosofia2001@mail.ru](mailto:filosofia2001@mail.ru)*

Исследование лизиметрических вод в условиях насыпных почвенных лизиметров показало, что концентрация водорастворимых форм элементов семейства железа в среднем не превышает содержания, приводимого для природных вод. Суждение о миграции железа [1] было установлено на основе изменения его валового содержания в профиле почв исследуемых лизиметров. В 2022 году при анализе мигрирующих вод в лизиметрах, имитирующих сверхглубокий плантаж по Бушинскому, установлено образование гелей железа, осаждающихся в лизиметрических водах. Близкий процесс описывается для естественных условий, а само образование выпавших в ручьях гелей железа обозначается термином «ржавец». Отделение из лизиметрических вод и последующий анализ высушенных гелей на основе метода РФА показал, что содержание в них элементов семейства железа, за исключением железа, несколько превышает концентрации однотипичных элементов в гелях, осажденных из вод, выклинивающихся в пределах родника террасы реки Клязьмы. Установлены довольно высокие кларки концентрации, рассчитанные для таких элементов как мышьяк, цинк, хром и свинец. Для макроэлементов, включая кальций, калий, за исключением железа, с кларком концентрации 1,6, обнаруживается рассеивание.

Таблица 1. Валовое содержание элементов (мг/кг) в гелях железа, осажденных в лизиметрических водах из лизиметров с конструкцией, имитирующей сверхглубокий плантаж по Бушинскому (N=3)

Элементы	Время отбора гелей							
	апрель - август 2022				сентябрь - ноябрь 2022			
	M±tm	S	V (%)	КК	M±tm	S	V (%)	КК
Fe	73581 ± 16601	668 3	9	1,6	58189 ± 8002	322 1	6	1, 3
V	146 ± 85	34	23	1,6	111 ± 22	9	8	1, 2
Cr	177 ± 61	24	14	2,1	138 ± 33	13	10	1, 7
Mn	352 ± 127	51	15	0,4	260 ± 28	11	4	0, 3

Ni	66 ± 19	8	12	1,1	43 ± 8	3	7	0,8
Cu	60 ± 9	4	6	1,3	47 ± 2	1	1	1,0
Zn	341 ± 69	28	8	4,1	257 ± 41	16	6	3,1
As	18 ± 9	4	20	10,8	11 ± 5	2	18	6,4
Sr	67 ± 15	6	9	0,2	54 ± 5	2	3	0,2
Pb	33 ± 21	8	26	2,1	32 ± 13	5	17	2,0

Примечания: М - среднее арифметическое; ± tm - доверительный интервал среднего для  
ур-ня знач-ти 0,05; S - стандартное отклонение; V(%) - коэффициент вариации; КК - кларк  
концентрации элемента относительно его кларка в земной коре (по А. П. Виноградову)

*Выражаю благодарность Аймалетдинову Р.А. за помощь в определении элементов методом РФА.*

### Литература

1. Шейн Е. В., Початкова Т. Н., Умарова А. Б. Почвенно-экологические исследования на станции изолированных лизиметров Московского университета //Почвоведение. 1994, №. 11, с. 112-117.

### Состав и содержание алифатических углеводов в профилях почв под зарастающими угодьями в зоне южной тайги

*Гарезина Анастасия Алексеевна*

*Студент, 1 курс магистратуры*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Факультет Почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: [ovt.mail@yandex.ru](mailto:ovt.mail@yandex.ru)*

Линейные алифатические углеводороды (*n*-алканы) входят в состав фракции почвенных липидов, которая отличается от остальных компонентов органического вещества почв гидрофобными свойствами и ограниченными возможностями для водной миграции вследствие образования прочных комплексов с твердой фазой [2]. Несмотря на то, что *n*-алканы составляют незначительную часть почвенного органического вещества, они являются удобными соединениями-маркерами при изучении различных по устойчивости пулов углерода, так как являются результатом биогенного синтеза и не образуются в почвенных условиях в ходе трансформации органических соединений [2].

Состав *n*-алканов в горизонтах почвенного профиля формируется как результат развития фитоценоза и определяется совместным вкладом наземных и

подземных источников липидов, а также способностью гидрофобных соединений сорбироваться на минеральных и органо-минеральных почвенных частицах [1].

В составе линейных алканов из биомассы подстилки, корней и грибного мицелия, служащих источниками липидов в исследованных почвах, абсолютно доминируют (>90%) гомологи с длиной цепи 23-33 углеродных атома. При этом три вида биомассы достоверно различались по соотношению четных и нечетных *n*-алканов: преобладание нечетных хорошо выражено в подстилках (ОЕР 6-18), незначительно в корнях (ОЕР 1,4-1,9) и отсутствует в мицелии микромицетов (ОЕР 1).

Различные штаммы грибов и корни из почв под разными фитоценозами имели сходное гомологическое распределение *n*-алканов. Состав *n*-алканов подстилок менялся в зависимости от типа фитоценоза: для луговых фитоценозов наиболее высоким было содержание алканов C<sub>31</sub> и C<sub>33</sub>, для лиственных лесов – C<sub>27</sub> и C<sub>29</sub>, для хвойных парцелл – C<sub>25</sub> и C<sub>27</sub>.

Для пахотных горизонтов по сравнению с вышележащими в составе *n*-алканов выше доля четных и среднецепочечных. В органическом веществе старопашотных горизонтов на всех стадиях сукцессии сохраняется сходный гомологический профиль линейных углеводов. Изменения в составе алканов старопашотного горизонта фиксируются на стадии смешанного леса в результате накопления здесь липидов из надземной биомассы. В глубоких негумусовых горизонтах изученных почв в состав *n*-алканов основной вклад вносят липиды микробной (грибной и бактериальной) биомассы. Незначительное накопление растительных липидов связано с поступлением в эти горизонты корневого опада.

### Литература

1. *Eglinton G. and Logan G. A. Molecular preservation.// Phil. Trans. Roy. Soc. London, No333, P.315–328; 1991*
2. *Zech M.; Rass S.; Buggle B.; Loscher M.; Zoller L. Reconsruction of the Late Quaternary paleoenviroments of Nussloch loess paleosol sequence, Germany, using n-alkane biomarkers// Quat. Res. 2012, No78, P.226–235.*

### Оценка влияния полиэлектролитных комплексов на основе гуминовых веществ на подвижность Cd и Pb в модельном эксперименте с искусственными почвами

*Грузденко Дмитрий Андреевич*

*Аспирант первого года обучения*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: dmitryigruzdenko99@gmail.com*

Для стабилизации структуры почвы были предложены интер-полиэлектролитные комплексы (ИПЭК), продукты взаимодействия двух противоположно заряженных полиэлектролитов (ПЭ) [1-5]. Способность ИПЕК улучшать гидрофизические свойства почвы, предотвращать эрозию почвы и действовать в качестве кондиционеров почвы была изучена в наших предыдущих работах [6]. Эффективность ИПЕК зависела как от химического состава ИПЕК, так и от свойств почвы. Использование гуминовых веществ в качестве полианионной части ИПЭК

является перспективным подходом к разработке экологически чистых и эффективных рецептур [1,5,6].

В этом исследовании мы использовали два ИПЭК: положительно и отрицательно заряженный. Оба были получены из коммерческих полимеров с избытком либо поликатиона, либо полианиона: катионного поли (диаллилдиметиламмонийхлорида) (ПДАДМАХ) и анионного лигногумата биополимера (ЛГ), стимулятора роста растений на основе гуминовых веществ. Целью исследования была оценка влияния трех ПЭ (ЛГ, ИПЭК+ и ИПЭК-) на мобилизацию/иммобилизацию Cd и Pb в почве, обогащенной этими металлами, а также на агрегатный состав почвы и рост растений в модельном эксперименте.

Эксперименты проводились на небольшом участке с использованием искусственной почвы, состоящей из песка (48%), глины (48%) и торфа (4%). Почвы сначала обрабатывали 2% растворами ПЭ (1,5 л на делянку), а затем вносили  $CdCl_2$  и  $Pb(CH_3COO)_2$  в дозах, равных 3 допустимым концентрациям, и высевали *Festuca pratensis*. Через 2 месяца определяли биомассу растений, агрегатный состав почвы и содержание подвижных форм Cd и Pb.

Как ИПЭК, так и ЛГ снижали содержание подвижных форм кадмия и свинца в почве по сравнению с контролем с добавлением шипов. Наибольший детоксицирующий эффект наблюдался у отрицательно заряженного ИПЭК с уменьшением содержания подвижных форм Cd и Pb на 34-35%. Положительно заряженные ИПЭК и ЛГ также продемонстрировали способность к детоксикации: содержание кадмия и свинца снизилось на 21% и 24-25% соответственно.

В фитотестах все полимеры не оказали существенного влияния на параметры роста растений.

На состав структурных агрегатов почвы все ПЭ существенно не влияли, а доля агрономически ценных агрегатов (0,25-5 мм) варьировалась в пределах 84-89%.

Результаты работы показывают, что отрицательно заряженные ИПЭК и ЛГ обладают потенциалом для снижения содержания подвижных видов тяжелых металлов и, таким образом, для смягчения их токсичности для растений, но не оказали существенного влияния на структуру почвы для Исследуемых почв. Положительно заряженный ИПЭК разрушает крупные почвенные агрегаты и может улучшить структуру почвы в случае комковатых почв. В целом, ИПЭК на основе гуминовых кислот можно рассматривать как инструмент для создания продуктивных искусственных почв.

## Литература

1. *Панова И.Г., Ильясов Л.О., Ярославов А.А.* Поликомплексные рецептуры для защиты почв от деградации // Высокомолекулярные соединения. 2021. Т. 63. № 2. Сер. С. С. 232-244.
2. *11. Панова И.Г., Хайдапова Д.Д., Ильясов Л.О., Киушов И.И., Умарова А.Б., Сыбачин А.В., Ярославов А.А.* Полиэлектrolитные комплексы гуматов калия и поли (диаллилдиметиламмоний хлорида) для закрепления песчаного грунта // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2019. – Т. 61. – №. 6. – С. 411-416.
3. *Panova I., Drobnyazko A., Spiridonov V., Sybachin A., Kydralievа K., Jorobekova S., Yaroslavov A.* Humics-based interpolyelectrolyte complexes for antierosion

- protection of soil: Model investigation //Land Degradation & Development. – 2019. – Т. 30. – №. 3. – С. 337-347.
4. *Panova I.G., Demidov V.V., Shulga P.S., Ilyasov L.O., Butilkina M.A., Yaroslavov A.A.* Interpolyelectrolyte complexes as effective structure-forming agents for Chernozem soil // Land Degradation & Development. 2021. V. 32. P. 1022-1033.
  5. *Panova I.G., Khaydapova D.D., Ilyasov L.O., Umarova A.B., Yaroslavov A.A.* Polyelectrolyte complexes based on natural macromolecules for chemical sand/soil stabilization // Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects. 2020. 590
  6. *Yakimenko O. S. et al.* Polyelectrolytes for the construction of artificial soils // Polymer Science, Series C. – 2021. – Т. 63. – №. 2. – С. 249-255.
  - 7.

#### **Влияние условий щелочной экстракции на свойства гуминовых кислот компоста**

*Давыдова И.Ю.*

*Студентка 4 курса*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail: [irinadavydova2000@mail.ru](mailto:irinadavydova2000@mail.ru)*

Гуминовые кислоты (ГК) являются характерными, специфическими и наиболее реакционноспособными компонентами гумуса, во многом обуславливающими его биосферные функции. Щелочная экстракция как общепринятый метод извлечения ГК подвергается критике из-за возможности модификации нативных веществ и получения артефактов. Рекомендовано выделять ГК в атмосфере азота ([www.humic-substances.org](http://www.humic-substances.org)). Однако, влияние условий щелочной экстракции на свойства ГК из разных источников остается малоизученным. Целью данной работы было сравнить физико-химические и функциональные свойства ГК компоста, выделенных в атмосфере азота и без него.

Объектом исследования служил дачный компост (листьевая земля), полученный из листового опада и травы со сроком гумификации около 10 лет. Использовали фракцию < 2 мм. Компост характеризуется нейтральной реакцией среды (рН 6,8), средней степенью гумификации, гуматным типом гумуса. Для извлечения ГК проводили трехкратную экстракцию 0.1 М NaOH (1 час каждая) в атмосфере N<sub>2</sub> или без него. Экстракт подкисляли до рН 7,0, очищали от минеральных примесей мембранной фильтрацией (0,22 мкм), ГК осаждали HCl конц, и высушивали на воздухе. Определяли элементный состав ГК, молекулярно-массовые распределения (гель-фильтрация на Сефадексе G-75), оптические свойства в видимой, УФ и ИК областях, содержание структурных фрагментов (13С-ЯМР), функциональных групп (потенциметрическое титрование), свободных радикалов (ЭПР). Изучена общая антиоксидантная активность (с фосфомолибденовым реагентом) и хелатирующая способность (с феррозином). В фитотесте изучен праймирующий эффект на прорастание семян редиса.

Установлено, что условия экстракции не влияли на ИК-спектры и молекулярно-массовые распределения ГК. Однако, ГК-О<sub>2</sub> характеризовались более высокими соотношениями О:С и С:N, более высокой оптической плотностью и соотношением E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> (5,5 против 4,7 в ГК-N<sub>2</sub>), меньшим вкладом фрагментов СН<sub>n</sub> и более высоким вкладом фрагментов СН<sub>n</sub>-О (17,3 и 21,2% против 22,9% и 16,7% в

ГК-N<sub>2</sub>). Содержание функциональных групп в ГК-O<sub>2</sub>, титруемых в диапазоне pH 5-8 и 8-10, было в 4 и 2 раза выше в ГК-O<sub>2</sub>, что предполагает более высокое содержание COOH- и OH-групп в этом препарате. В ГК-O<sub>2</sub> установлено в 1,3 раза большее содержание свободных радикалов (данные ЭПР). Общая антиоксидантная активность (с фосфомолибденовым реагентом) и хелатирующая способность (с феррозином при pH 6.0) у двух ГК не отличались. В фитотесте с редисом установлено увеличение индекса жизнеспособности семян редиса при праймировании препаратом ГК-O<sub>2</sub> во всем диапазоне использованных концентраций (0,25, 0,5, 1 мг/мл) по сравнению с ГК-N<sub>2</sub>.

Таким образом, щелочная экстракция без азота приводит к окислительной модификации компонентов ГК компоста, меняя их оптические свойства и содержание свободных радикалов, но оказывая положительный эффект на физиологическую активность.

### **Фракционирование гуминовой кислоты по термоустойчивости при сорбции на глинистых минералах**

*Данилин И.В.*

*Аспирант*

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

*E-mail: danilin.i@mail.ru*

Изучение закономерностей сорбции почвенного органического вещества (ПОВ) в почве необходимо для лучшего понимания процессов почвообразования, роли почвы в глобальном цикле углерода и секвестрации углерода почвами. На настоящий момент сорбция на тонкодисперсных минералах является общепризнанным механизмом увеличения устойчивости ПОВ, в т.ч. гуминовых веществ (ГВ), к биодegradации. Однако, известные закономерности сорбции ГВ на разных характерных для почв глинистых минералах противоречивы, а термические свойства сорбированных ГВ остаются малоизученными, с чем и связана актуальность данного исследования.

Цель данного исследования заключается в изучении термических характеристик гуминовой кислоты (ГК), сорбированной на бентоните, каолините и мусковите, и их связи с устойчивостью гуминовой кислоты к биологической деструкции.

Эффективность сорбции ГК уменьшается в ряду бентонит – каолинит – мусковит. Методами оптической и растровой электронной микроскопии показано, что ГК неоднородно распределяется по поверхности каолинита и мусковита, в то время как бентонит сорбирует ГК на всей поверхности минеральных частиц. В результате сорбции гуминовой кислоты на минералах произошло её фракционирование по амфифильности: преимущественно сорбировались гидрофобные компоненты, причем их доля от общего количества сорбированной ГК была наибольшей в случае мусковита, наименьшей – в случае каолинита. Также в результате сорбции изменилась величина отношения C/N гуминовой кислоты: во всех случаях она уменьшилась, в наибольшей степени после взаимодействия с мусковитом, в наименьшей – с каолинитом. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) показал появление двух экзотермических пиков в области 300–500 °C после взаимодействия минералов с раствором ГК. Эти эффекты

значительно смещены в высокотемпературную область относительно исходного экзотермического эффекта гуминовой кислоты при 290 °С, но при этом интенсивный асимметричный пик исходной ГК при 750 °С на кривых ДСК минералов отсутствует. Из полученных результатов следует, что на всех минералах сорбировалась только относительно термолabileльная фракция, термическая устойчивость которой увеличилась по сравнению с термолabileльной фракцией исходной ГК и уменьшается в ряду бентонит – каолинит – мусковит. Устойчивость сорбированной ГК к микробиологической деструкции также уменьшается в ряду бентонит – каолинит – мусковит. С увеличением числа циклов сорбции термическая устойчивость ГК увеличивается на всех представленных в исследовании минералах.

### **Полициклические ароматические углеводороды в почвах прибрежных ландшафтов Нижнего Дона и Таганрогского залива**

*Т.С. Дудникова, А.И. Барбашев, Г.М. Бакоева, Е.Г. Шуваев, А.В. Иванцов*

*Аспирант 1-го года*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,*

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

*E-mail: [tyto98@yandex.ru](mailto:tyto98@yandex.ru)*

Интенсивное вовлечения почв под различные нужды современности, а также неэффективное административное планирование территорий зачастую приводит к недооценке последствий влияния населенных пунктов, объектов промышленности и транспортной системы на сельскохозяйственные, рекреационные, природные и природоохранные зоны. В таких условиях для оценки и прогнозирования экологического состояния почв требуются понимание общих закономерностей распределения поллютантов в почвах территорий с различным хозяйственным использованием относительно фона. Одними из наиболее опасных химических загрязнителей являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – высокомолекулярные органические соединения, проявляющие канцерогенную активность. Тем не менее их содержание в почвах прибрежных ландшафтов изучено недостаточно, что в последствие осложняет процесс оценки их опасности. Целью работы являлось изучить содержание ПАУ в почвах прибрежных ландшафтов на примере территорий Нижнего Дона и Таганрогского залива.

В целях исследования заложено более 100 площадок мониторинга протяженностью от Цимлянского водохранилища до Таганрогского залива. Участки мониторинга преимущественно охватывают природные и импактные зоны крупных промышленных предприятий Ростовской области, ряд крупных населенных пунктов: Таганрог, Азов, Новочеркасск. Территория исследования характеризуется разнородностью почвенного покрова с преобладанием почв гидроморфного ряда, сильно различающихся по гранулометрическому составу.

Исследования проводили на отобранном поверхностном горизонте почвы 0-20 см. Извлечение ПАУ их образцов почвы осуществляли гексаном с предварительным кипячением 1 гр. образца в 2-% спиртовом растворе КОН. Количеством определяли ПАУ в экстракте методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим и ультрафиолетовым детектированием

на хроматографе Agilent 1260. Аналитические опыты выполнены в трехкратной повторности. В работе определено содержание 16 полиаренов, входящих в список приоритетных поллютантов агентства по охране окружающей среды США. Результаты содержания индивидуальных соединений ПАУ суммировались.

Показано, что суммарное содержание ПАУ в почвах прибрежных ландшафтов Нижнего Дона и Таганрогского залива варьирует в широких пределах от 76 нг/г до 16017 нг/г. Медианное значение концентрации поллютантов находится на уровне 406 нг/г, среднее – 1040 нг/г с коэффициентом вариации 24%. В целом наибольшим содержанием ПАУ характеризуются почвы площадок мониторинга, расположенных вблизи или на территории городов с развитой промышленностью: Таганрог (до 4310 нг/г), Новочеркасск (до 4016 нг/г), а также Азов (до 9376 нг/г), расположенный на побережье судоходного канала р Дон. В почвах природных зон прибрежных территорий суммарная концентрация полиаренов не зачастую не превышает 400 нг/г. Наименьшие значения приходится на район Цимлянского водохранилища – до 150 нг/г и южного побережья Таганрогского залива – до 500 нг/г.

Таким образом, содержание ПАУ в почвах прибрежных ландшафтов Нижнего Дона и Таганрогского залива зависит от близости расположения до промышленных объектов и городов, а также судоходной нагрузки на территорию.

Исследования выполнены при поддержке гранта "Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030")".

#### **Надмолекулярная организация гумусовых веществ почв в виде фрактальных кластеров**

*Потапов Д.И.*

*Аспирант*

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

*E-mail: [zmiyovka1995@mail.ru](mailto:zmiyovka1995@mail.ru)*

В начале 90-х годов при изучении растворов гуминовых кислот (ГК) Остерберг показал, что в растворах ГК существуют в виде первичных частиц размером 2-10 нм, которые образуют надмолекулярные образования, представляющие собой фрактальные кластеры (Ф-кластеры) размером 100-200 нм. Учитывая, что в почвах частицы покрыты и связаны между собой пленками органоминеральных гелей, основой которых является органическое вещество почв, следовало, что Ф-кластеры входят в состав пленок-гелей и, следовательно, почвы. Федотовым при помощи туннельной микроскопии установлено, что в почвах, как и в растворах ГК гумусовые вещества (ГВ) почв также существуют в виде первичных частиц, образующих Ф-кластеры, которые имеют сопоставимые размеры, и в свою очередь вместе с минеральными частицами образуют почвенные гели (рис.1).

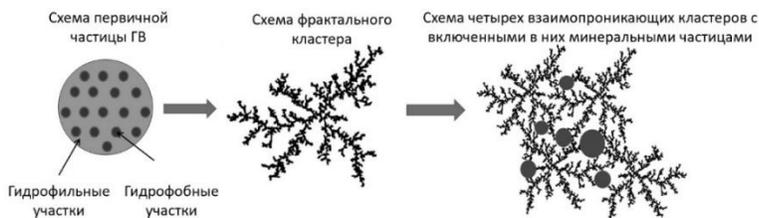


Рисунок 1. Схема наноструктурной организации почв

В ряде работ было показано, что отдельные первичные частицы ГК существуют в растворе только при концентрациях ниже 1 мг/л. При больших концентрациях они объединяются с образованием Ф-кластеров, поэтому ГВ в почвах должны существовать в почвах именно в виде надмолекулярных образований (Ф-кластеры).

Цель работы: проверка предположения о существовании гумусовых веществ почв именно в виде надмолекулярных образований (Ф-кластеров), а не отдельных частиц гумусовых веществ.

Проведенные эксперименты показывают, что Ф-кластеры обнаруживаются во всех исследуемых образцах почв, гуматов, фульво- и гумусовых кислот, имеют характерные размеры и форму (рис.2). Таким образом, именно они являются формой существования ГВ в почвах и основой пленок-гелей, покрывающих и связывающих почвенные частицы между собой, превращающих грунт в почву.

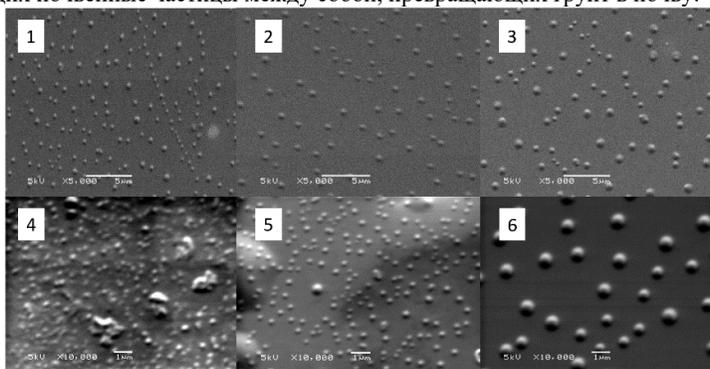


Рисунок 2. Ф-кластеры, выделенные из почв: 1-дерново-подзолистая, 2-серая лесная, 3-чернозем, 4-краснозем, 5-бурозем, 6-горно-луговая

### Характеристика органического вещества почв залива Благополучия архипелага Новая Земля

*Пушкарева Екатерина Михайловна*

*Факультет почвоведения МГУ им.М.В.Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: [kate-mp@mail.ru](mailto:kate-mp@mail.ru)*

Высокоширотные почвы полярных пустынь являются наименее исследованными среди почв РФ, в связи с их труднодоступностью, удаленностью и неблагоприятными природно-климатическими условиями. Впервые в почвах северо-восточного побережья архипелага Новая Земля была выполнена комплексная

характеристика их органического вещества. В отобранных пробах было определено общее содержание углерода, соотношение гуминовых и фульвокислот (Сгк:Сфк), содержание фенолов лигнина, гранулометрический состав.

Образцы почв были отобраны из слабозривитых горизонтов 4 почвенных разрезов (карбопетроземи) в ходе 81 рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в заливе Благополучия северо-восточного побережья архипелага Новая Земля. Почвенно-растительный покров в районе исследования представлен фрагментарно. Его площадь занимает не более 5% свободной ото льда территории суши. Преобладающей растительностью в редких зонах формирования почвенного покрова являются мхи и лишайники. Слаборазвитый почвенный комплекс изучаемого района расположен в транзитной зоне поступления вещества из ледового массива ледника Налли в бассейны осадконакопления Карского моря. Мы предполагаем, что исследование органического вещества почв, помимо оценки их гумусного состояния и вклада лигниновых структур в гумуообразование, позволит выявить роль новообразованного терригенного органического вещества в формировании донных осадков заливов архипелага Новая Земля и Новоземельского жлоба.

Во всех отобранных образцах почв зафиксировано резкое преобладание песчано-гравийной фракции (>70%) над алевро-пелитовой. Для всех исследованных проб почв характерна щелочная реакция среды и высокие значения рН, которые обусловлены присутствием значительного количества карбонатов ( $S_{\text{карб.}} \sim 3\%$  масс.). При этом в донных осадках залива Благополучия содержание карбонатов существенно ниже, что говорит о преобладании альтернативных источников поставки терригенного материала.

Содержание органического углерода ( $S_{\text{орг.}}$ ) в исследуемых почвах крайне мало, в среднем 0,75% масс. В ранее исследованных образцах почв заливов Абрисимова и Степового содержание  $S_{\text{орг.}}$  было на порядок больше. Варьирование содержания органического углерода достаточно велико: минимальное содержание  $S_{\text{орг.}}$  (0,44% масс.) было определено в нижней точке катены, максимальное (1,2% масс.) – в верхней.

В результате исследования состава гумусовых веществ почв с помощью водных, щелочных, кислотных и пирофосфатных вытяжек, по соотношению Сгк:Сфк установлено, что гумус почв характеризуется фульватным и гуматно-фульватным типом, что говорит о преобладании подвижных кислоторастворимых органических веществ. Низкое содержание фенолов лигнина в почвах и преобладание в них пара-оксисбензойных структур свидетельствует о низком вкладе сосудистых растений в почвообразование.

На основании данного комплексного исследования показано, что природно-климатические условия залива Благополучия препятствуют аккумуляции органического вещества в почвах. Новосинтезированное органическое вещество наземной растительности или подвергается деструкции, или переносится в следующее аккумуляционное депо – глубоководную котловину залива Благополучия.

## Лабильное органическое вещество почв севера Красноярского края

Семина Ольга Юрьевна

Студент

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

sem\_olga02@mail.ru

В 2020 г в районе г.Норильска произошел разлив дизельного топлива (ДТ), создавший угрозу экосистемам Крайнего Севера. ДТ, попадающее на поверхность почвы, приводит к изменению всех свойств почв, прежде всего снижая биологическую активность, на которую косвенно влияет количество лабильного органического вещества (ЛОВ), присутствующего в почве. Цель исследования - оценка содержания и состава ЛОВ некоторых почв района г. Норильска, содержащих разное количество НП.

Были исследованы почвы: криозем грубогумусовый глееватый, подбур тундровый, тундровая глеевая, отобранные в окрестностях г. Норильска.

Распределение НП по профилю почвы показывает накопление их в средней части за счет перемещения вниз по профилю. Следует отметить низкое содержание углерода водорастворимых соединений (Свов), его доля в составе ОВ не превышает 1% (таблице 1), в составе лабильных гумусовых веществ, определенных методом Дьяконовой и Булеевой (0,1 н вытяжка пирофосфатом натрия с pH=7,0), преобладают фульвокислоты, с глубиной увеличивается доля лабильных гуминовых кислот (ЛГК), что связано с их подвижностью и возможностью перемещения вниз по профилю.

Таблица 1. Содержание НП и ЛОВ в органическом веществе исследованных почв

Почва, место отбора	Горизонт	НП, мг/кг	Сорг, %	Доля от Сорг, %			Слгк/Слгв, %
				Св ов	Слгк	Слгв	
Криозем; координаты 69,35012 88,29332	О	687	8,16	0,56	2,91	56,14	5,19
	АО	826	2,17	0,49	21,47	60,87	35,26
	CR	922	1,17	1,56	45,30	82,05	55,21
	BC	450	0,68	1,06	следы	27,90	не опр.
Подбур тундровый; координаты 69,38084 88,01472	О	1564	33,64*	0,18	3,45	23,66	14,68
	АО	1843	36,23*	0,44	17,05	28,20	60,47
	BHF1	618	2,35	0,72	39,26	20,96	53,26
	BHF2	664	1,51	0,56	57,13	14,68	25,58

	BC	1566	1,93	0,5 7	63,6 7	60, 10	94,31
Тундрово-глее- вая; координаты 69,37926 88,02163	O	608	45,28 *	0,0 8	сле ды	15, 37	не опр.
	AO	1170	10,1	0,4 6	9,78	10, 50	92,5
	Bg	734	1,24	2,1 2	51,1	78, 35	64,95
	G	1509	2,03	0,4 9	21,9	52, 37	42,45
	CG	548	2,08	1,3 7	26,6	46, 01	57,29

\* - ОВ, определено как потеря при прокаливании при температуре 525°C

Для всех исследованных почв характерна низкая ферментативная активность по каталазе, которая колеблется от 1 до 3 см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup>, снижаясь в горизонтах с более высоким содержанием НП.

### Трансформация полициклических ароматических углеводородов в почве ходе модельного эксперимента

*Фортова София Максимовна*

*Студент*

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

*E-mail: [fortovas21@gmail.com](mailto:fortovas21@gmail.com)*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) — углеводороды с конденсированными ароматическими кольцами, например, нафталин и пирен. К этому классу относится также бенз(а)пирен, высокотоксичное и канцерогенное соединение. ПАУ образуются в процессе сгорания топлива, основной источник в городах — транспорт. Из-за плотности дорожной сети загрязнение носит общегородской характер. Происходит накопление аэральных выпадений на листовых пластинах и последующее поступление в почву с опадом.

С целью исследовать процесс трансформации и миграции ПАУ, поступающих в почву с аэральными выпадениями, был проведён модельный эксперимент с участием червей *Dendrobaena veneta*. Моделировался верхний слой почвы в колонках высотой 250 мм и внутренним диаметром 105 мм. Колонки заполнялись высушенной на воздухе и пропущенной через сито диаметром 1 мм почвой (пахотный горизонт агродерново-подзолистой почвы), в колонки поселяли по 20 особей *Dendrobaena veneta*, на поверхность вносили по 10 г высушенного листового опада; параллельно был заложен опыт без участия червей. Колонки инкубировались в течении двух месяцев, после чего почва анализировалась послойно. За время эксперимента не наблюдалось гибели и потери веса червей.

Полученные результаты свидетельствуют об активной микробной деградации ПАУ в незаселённой червями контрольной колонке. Особенно интенсивно деградация протекает в верхних слоях почвы, обогащенных органическим

веществом листового опада. Произошли изменения в составе ПАУ: в 10-15 раз снижается содержание флуорантена и пирена, происходит относительное накопление более устойчивых к биодegradации высокомолекулярных углеводов. Бенз(а)пирен также активно подвергается микробной деструкции.

Деятельность червей привела к перемещению ПАУ в почве на глубину активного слоя. При этом практически полное отсутствие изменений в содержании и составе ПАУ по сравнению с исходной почвой указывает на переведение этих загрязняющих веществ в биологически недоступное состояние.

Мы предположили, что равномерное распределение ПАУ в почве на глубину активного перемещения червей снижает негативный экологический эффект от присутствия в почвенной среде этих поллютантов. Окисление ПАУ, напротив, приводит к появлению их более подвижных и токсичных метаболитов.

### **Изучение адсорбционной способности тяжелых металлов на углеродистом сорбенте для целей восстановления загрязненных почв**

*Хронюк Олег Евгеньевич, Бауэр Татьяна Владимировна*

*студент, старший научный сотрудник*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail: [hronyuk@sfedu.ru](mailto:hronyuk@sfedu.ru), [bauertatvana@mail.ru](mailto:bauertatvana@mail.ru)*

Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) на сегодняшний день является одной из самых трудноразрешимых глобальных экологических проблем, представляющих серьезную угрозу для здоровья человека и безопасного производства продуктов питания. Для обеспечения контроля качества почв необходимо постоянное совершенствование технологий их ремедиации. Для этих целей в последнее время предлагается использование различных углеродистых сорбентов – так называемых биочаров или биоуглей, полученных методом пиролиза из растительного сырья. При этом условия проведения пиролиза оказывают существенное влияние на свойства образуемого продукта. Цель работы состояла в разработке технологии получения биочара из отходов переработки рисового зерна (шелухи) с перспективой применения для восстановления загрязненных почв.

Для получения углеродистых сорбентов и формирования требуемых параметров их пористости выполнена серия экспериментов с отработкой температурных режимов пиролиза (300, 500, 700, 900°C) и времени выдержки исходной биомассы при конечной температуре пиролиза от 10 до 75 мин. Для этого шелуху риса предварительно промывали водой и сушили при температуре 105°C в течение 3-х часов. Исходное сырье загружали в пиролизную установку и нагревали со скоростью подъема температуры 15 °C/мин до установленных значений температуры и выдерживали в течение 10-75 мин. После завершения процесса пиролиза реторту охлаждали до комнатной температуры, извлекали, взвешивали полученные образцы и определяли их основные параметры.

Повышение температуры и времени пиролиза снизило выход биоуглей с 49.4% до 24.9%. Значения pH полученных биоуглей увеличились с 7.1 до 11.2. Показатели структурных характеристик также возросли, достигнув максимума при температуре 700 °C и 75 мин выдержки (S<sub>в</sub>вет составила 196.8 м<sup>2</sup>/г; V<sub>общ</sub> пор – 0.23 см<sup>3</sup>/г). Дальнейшее повышение температуры пиролиза (900 °C) и времени выдержки привело к снижению площади удельной поверхности и общего объема пор и увеличению почти в 2 раза среднего размера пор по сравнению с

температурой пиролиза 700 °С. С повышением температуры и времени пиролиза отмечается тенденция последовательного увеличения содержания С при одновременном уменьшении содержания N, H и O. Это приводит к снижению показателей Н/С и O/С (максимально до 0.10 и 0.02, соответственно).

Исходя из данных анализа структурной характеристики и элементного состава полученных биоуглей установлено, что наилучшими свойствами обладает биоچار, изготовленный при температуре 700 °С и времени выдержки 75 мин.

Для данного биоугля проведены дополнительные лабораторные эксперименты по изучению поглотительной способности сорбента по отношению к ионам  $Zn^{2+}$ .

Полученная изотерма адсорбции описывается с достаточно высокой достоверностью уравнением Ленгмюра ( $R^2= 0.967$ ). Величина максимальной адсорбции ( $C_{\infty}$ ) Zn составляет 6672  $мМ \cdot кг^{-1}$ . Параметр  $K_L$ , характеризующий прочность связи металла с сорбентом, равен 76.57  $л \cdot М^{-1}$ .

Таким образом, разработана сорбционная технология получения высокопористых биоуглей из шелухи риса с перспективой применения для ремедиации почв, загрязненных ТМ.

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

**Lomonosov-2023:** The XXX International student, postgraduate and young scientist conference: Section «Soil Science»; April 11<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> 2023, 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, 2023. – 180 p.

ISBN 978-5-317-06986-5

<https://doi.org/10.29003/m3439.978-5-317-06986-5>

The volume contains abstracts received from students, postgraduates and young scientists, who study of work in more than 25 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*

XXX Международная научная конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

ЛОМОНОСОВ-2023

Секция «Почвоведение»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва,  
МГУ имени М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения,

*11–13 апреля 2023 г.*

Материалы сборника доступны на интернет-ресурсах:

*<http://soil.msu.ru>*

*<http://www.pochva.com>*

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 17.05.2023 г.

Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 11,25.

Тираж 100 (1-4) экз. Заказ 070.

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](mailto:lomonosov.soil@mail.ru)