

Содержание

Подсекция «Биология почв».....	10
Разнообразие микроскопических грибов в ризосфере картофеля при бессменном возделывании.....	10
Поиск штаммов-деструкторов пестицидов.....	11
Психротолерантные прокариоты арктических грунтов и их биоремедиационный потенциал.....	12
Микробная индикация состояния почв участка территории лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе.....	13
Влияние высушивания и солевого стресса на метанотрофные сообщества дерново-подзолистой постагрогенной почвы.....	14
Прокариотные сообщества в городских почвах и твёрдых атмосферных выпадениях города Москва.....	15
Ферментативная активность сапропелей озер Сибири.....	16
Характеристика изменений микробной численности и активности в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-й Хутор после модельного эксперимента.....	18
Оценка влияния температуры на микробиом нефтезагрязненных почв европейской части России и антарктических грунтов.....	19
Физиологическая характеристика культивируемых бактерий дерново-подзолистой почвы центральной России.....	20
Филогенетическое разнообразие прокариотного сообщества почвоподобных тел пещер Вьетнама.....	21
Изменение эколого-трофической структуры грибного сообщества в зависимости от дозы органического удобрения, вносимого под капусту.....	22
Состав микробного сообщества почв Мурманской области, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами, в зависимости от степени загрязнения.....	23
Влияние загрязнения почв сульфатом цинка на содержание малонового диальдегида и активность супероксиддисмутазы в яровом ячмене (<i>Hordeum sativum distichum</i>).....	24
Гидротермические условия и микроартроподы верхнего слоя почв больших лизиметров и газона Ботанического сада МГУ.....	26
Влияние высоты и экспозиции склона на физико-химические и биологические свойства органо-аккумулятивных почв.....	27
Эффект воздействия гидроуглей на активность дегидрогеназ чернозема обыкновенного.....	29
Связь структуры сообщества микроартропод с микробиологической активностью и свойствами почв различных природных зон.....	30
Антагонистическая активность эндофитных дрожжей против фитопатогенных грибов.....	31

Угледородоокисляющие бактерии из нефтесорбированной почвы и нефтешлама Ромашкинского нефтяного месторождения и их способность к образованию биоПАВ	32
Эндобитные дрожжи в плодах <i>Malus domestica</i> , отобранных в ряде районов Москвы и Московской области	34
Таксономическое разнообразие прокариотных сообществ грунтов полуострова Брокнес в Антарктиде.....	34
Биодиагностика экотоксичности серебра по биологическим показателям состояния чернозема обыкновенного	35
Функциональные показатели микробных сообществ как характеристика агроистощения чернозёма выщелоченного	37

Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»..... 39

Зооиндикация состояния почв участка территории лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе	39
Запасы почвенного углерода в приморских ландшафтах Карельского берега Белого моря	40
Влияние пожара на свойства почв юга России в модельном эксперименте	41
Влияние покрытия из древесной щепы на почвы тропиной сети парковой территории: оценка по результатам фитотестирования	42
Взаимодействие почвенных микроорганизмов с органическими веществами ...	43
Почвы вдоль экологической тропы «К вершине Северного Басега»	44
Эколого-геохимическая характеристика почвенного покрова Байкальского региона	46
Эколого-геохимические особенности почв и ледниковых отложений высокогорных экосистем Цейского и Сказского ущелий, Центральный Кавказ	47
Разнообразие почвенного покрова Центральной Камчатской депрессии.....	48
Групповой состав фосфора в почвах и культурных слоях геологических памятников Тамбовщины.....	49
Влияние дыма от термической деструкции полистирола на почву.....	51
Сравнение методов определения содержания почвенного органического углерода в городских почвах Ростова-на-Дону	52
Влияние экологических условий на разнообразие вулканических почв островов Курильской гряды (на примере островов Уруп и Симушир)	53
Магнитная восприимчивость в почвах естественных ландшафтов Турано-Уюкской котловины	54
Генезис и экология почв Западного Саяна	55
Морфо-генетическая характеристика криотурбированных подзолов севера Западной Сибири	56

Круглый стол «Карбоновые полигоны предпосылки, цели, первые результаты» 59

Карбоновый полигон МГУ: точка роста для устойчивого развития Московского региона <i>Бобрик Анна Александровна Доцент Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия E-mail: ann-bobrik@yandex.ru.....</i>	59
---	----

Оценка содержания металлов в почве сухостепной зоны	60
ОЦЕНКА СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ.....	61
Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель»	63
Ведущая роль современного землеустройства в сохранении целесообразного природопользования в ближнем Подмоскowie	63
Нормирование содержания нефтепродуктов в почвах каштанового ряда и оценка эффективности ремедиантов для снижения их токсичности	64
Почвенно-экологические исследования на карбоновых полигонах РФ.....	66
Запасы гумуса в аквапочвах бухты Киевка Японского моря	66
Возможности управления потоками парниковых газов из почв Московского региона: модельный эксперимент	67
Апробация методики ФАО для создания карты содержания углерода в пахотных почвах Рогнединского района Брянской области	69
Использование иерархического дисперсионного анализа для оценки влияния пространственного варьирования на плотность почв УОПЭЦ «Чашниково»	70
Антропогенные факторы дыхания пахотных почв Длительного полевого опыта МСХА им. Тимирязева	71
Секвестрация углерода в почвах карбоновой фермы МГУ «Чашниково»	72
Интенсивность биологической деструкции органических соединений в почвах природных и антропогенно измененных ландшафтов опытных площадок Карбонового полигона МГУ «Чашниково».....	73
Минерализационный потенциал органического вещества почв лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ	74
Подсекция «Почвы урбанизированных и техногенных ландшафтов. Проблемы загрязнения и ремедиации почв».....	77
Влияние мелиорантов на химические свойства почв окрестностей металлургического комбината.....	77
Эколого-геохимический анализ состояния почвенного покрова урбанизированной территории (на примере г.Дербент).....	78
Содержание бенз(а)пирена в почве и растениях техногенно загрязненной территории	79
Действие фильтратов антибиотика ципрофлоксацина в песке и почве на микроводоросли.....	80
Оценка эффективности полимерных ремедиантов загрязненных почв по реакции бактериальных биосенсоров	81
Оценка воздействия деятельности аэропорта г. Уфа на почвенный покров	82
Формы нахождения радия-226 в дерново-подзолисто-глеевой почве и конкрециях ее элювиального горизонта.....	84
Анализ специфики корневого поглощения цезия-137 кукурузой в течение вегетационного сезона на основе метода главных компонент	85
Почвенный покров – как индикатор экологического состояния городских территорий	86

Миграция цезия-137 в системе «агрочернозём-картофель» и влияние кулинарной обработки на содержание радионуклида в пищевых продуктах, изготовленных из картофеля	87
Проблема загрязнения почв отходами медеплавильных комбинатов	88
Влияние породных отвалов на накопление тяжелых металлов в почвах террикоников Ростовской области	90
Накопление и распределение тяжелых металлов в растениях тростника южного (<i>Phragmites australis</i>) в районах углеотвалов города Шахты	91
Перенос растворимых и нерастворимых загрязняющих веществ на примере антибиотика ципрофлоксацина и микропластика в почвах	92
Активность искусственного радионуклида ^{137}Cs в почвах Ростовской области	93
Динамика свойств подстилок листовых насаждений ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова в течение вегетационного периода	94
Влияние полигона твердых коммунальных отходов на активность дегидрогеназ в черноземе обыкновенном	96
Генотоксические эффекты в клетках корневой меристемы <i>Allium</i> сера при тестировании нефтезагрязненных почв острова Сахалин	97
Эколого-геохимическая оценка техногенно-трансформированных почв территории углеотвала Ростовской области	98
Анализ уровня загрязнения донных отложений полициклическими ароматическими углеводородами	99
Содержание азота и фосфора в листьях злаков и двудольных трав при зарастании техногенного субстрата (на примере начальных этапов зарастания золоотвала Верхнетагильской ГРЭС)	101
Медведева Ирина Евгеньевна	102
Оценка ферментативной активности почв Европейской части России при загрязнении свинцом	103
Биоремедиация нефтезагрязненных почв бывших промышленных территорий для задач ландшафтного дизайна и экологического просвещения на примере "ЗИЛ-ЮГ"	105
Генотоксичность почв парков г. Шахты	106
Содержание тяжёлых металлов в почвах Астраханской области	107
Угнетение травянистых растений на зафосфаченных почвах Москвы	109
Транслокация тяжелых металлов в системе почва-растение в парково-рекреационной зоне г. Ростов-на-Дону	110
Изменение некоторых химических свойств подзолов криолитозоны под воздействием антропогенной нагрузки	111
Микробиологическая активность почвы при полиметаллическом загрязнении до и после обработки полимерными препаратами	113
Использование ферментативной активности для оценки экологического состояния нефтезагрязненной почвы	114
Валовое содержание цинка в агрегатных фракциях черноземов под древесными фитоценозами и реплантоземов Ростовской агломерации	115
Устойчивость древесных насаждений и изменение почвенных конструкций на территории почвенного стационара МГУ с течением времени	116
Динамика эмиссии CO ₂ в искусственных почвенных конструкциях в условиях г. Ростов-на-Дону	117

Влияние биочара на загрязненную дизельным топливом почву в микромоделном эксперименте.....	118
Оценка антиоксидантного статуса растений в условиях токсического действия тяжелых металлов	119
Оценка изменения ионного состава болотных вод на верховом болоте (Сургутская низина)	121
Изменение интенсивности выделения углекислого газа почвы на разном удалении от хвостохранилища Урупского горно-обогатительного комбината	122
Определение фаз-носителей тяжелых металлов в почвах района техногенных аномалий крупного медеплавильного комбината	123
Аккумуляция и распределение тяжелых металлов в лекарственных растениях в условиях аэротехногенного загрязнения	124
Радионуклидный состав почв Алексеево-Лозовского сельского поселения Ростовской области	126
Оценка интенсивности пылегрязеобразования в городской среде в разных климатических зонах России	127
Содержание полициклических ароматических углеводородов в техногенно нарушенных почвах вблизи терриконов Ростовской области	128
Накопление комплексных соединений тяжелых металлов в почвах дельты реки Дон	130
Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв»	132
Влияние агропрепарата на основе <i>Chlorella sorokiniana</i> на скорость эмиссии диоксида углерода из агротемно-серых почв.....	132
Структура водных растворов гуматов и их свойства	133
Влияние минеральных удобрений на содержание нитратного азота в почве при выращивании нута.....	134
Моделирование динамики углерода в пахотных почвах Нечернозёмной зоны	135
Содержание нитратного азота в почве при внесении минеральных удобрений в посевах гороха.....	137
Повышение эффективности выщелачивания солей из почв сложного генезиса, при улучшении их физико-химических свойств	138
Изменение численности бактерий в горно-луговой черноземовидной почве при воздействии разными дозами цинка	141
Технология утилизации жидких стоков животноводческих комплексов и повышения плодородия почв.....	142
Оценка влияния биопрепаратов на скорость разложения органической фракции навоза КРС.....	143
Содержание и распределение железа в черноземе южном плодового агроценоза	144
Физиологическая основа предпосевной обработки семян амаранта <i>Amaranthus sp.</i>	146
Влияние загрязнения чернозёма обыкновенного оксидом меди на физиологию – биохимические показатели пшеницы мягкой	147
Влияние гуминовых препаратов из вермикомпоста на физиологические параметры проростков ячменя	149

Физико-химические свойства почв засушливого региона	150
Влияние минеральных удобрений на интенсивность высвобождения фосфатов в агрочерноземе Красноярской лесостепи	151
Устойчивость культурных растений к загрязнению почвы Си.....	152
ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	153
Изменение ферментативной активности чернозёма при переходе на технологию прямого посева	154
Влияние покровных культур на ферментативную активность чернозема в условиях применения нулевой технологии обработки почв.....	156

Подсекция «Физика почв. Эрозия почв. Информационные технологии в почвоведении» **159**

Дигрессия как фактор падения плодородия почв (на примере Астраханской области)	159
Восстановление некоторых физических свойств высушенных почвенных образцов до состояния исходных почв	160
Перемещение фосфора и углерода на склоне в агрегатах разной размерности в дерново-подзолистой почве	161
Физические свойства опустыненных почв аридных зон	162
Гранулометрический состав почв: современные инструментальные методы определения, расчетов и интерпретации	163
Влияние механической активации на свойства почв и развитие растений	164
Исследование влияния деградации земель на производство продукции растениеводства на примере Белгородской области	165
Закономерности изменения плотности подзолистых почв в результате разного числа проездов колесной лесозаготовительной техники (средняя тайга, Республика Коми).....	166
Агрегатный состав чернозема типичного мощного разного землепользования	168
Влияние городской пыли на влажность устойчивого завядания растений для различных почвенных субстратов.....	169
Изменения порового пространства зональных почв в наномасштабе под влиянием сельскохозяйственной нагрузки методом FIB-SEM.....	170
Некоторые почвенные свойства с позиций гелевой модели почв	171
Эрозионная стойкость и водостойчивость почв.....	172
Гранулометрический состав и агрохимические свойства почвенного покрова Астраханской области.....	173

Подсекция «Химия и минералогия почв»..... **175**

Сравнение эффективности очистки воды бассейнов от металлов органическими и неорганическими сорбентами.....	175
Растворение биотита под действием биотических и абиотических факторов в условиях модельного эксперимента.....	176
Содержание органического углерода в поверхностных горизонтах прибрежных почв Камчатского края	177

Металл-органические каркасные полимеры для ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.....	178
Влияние бинарных полиэлектролитных составов на подвижность тяжелых металлов в модельном эксперименте.....	180
Механизм сорбции бенз(а)пирена почвой прибрежных территорий Таганрогского залива	181
Оценка физико-химических характеристик грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива на примере экосистемы Невской губы.....	182
Химические свойства гуминового биостимулятора «Лигногумат» на разных стадиях его синтеза.....	184
Экстракция лабильных форм углерода и азота в водной и солевой вытяжках .	185
Кислотно-основная буферность чернозема южного разного гранулометрического состава при загрязнении кадмием, свинцом и мышьяком.....	188
Особенности развития ячменя ярового в условиях загрязнения почв сухостепной зоны бенз(а)пиреном	189
Оценка содержания нитратного азота в почвах Ботанического сада Оренбургского Государственного Университета	190
Лабильное органическое вещество и биологическая активность буроземов Приморского края.....	192
Механизм адсорбции тяжелых металлов черноземом обыкновенным в присутствии биочара	193
Подсекция «Цифровые технологии в почвоведении и экологии».....	195
Использование LSTM модели с целью предсказания состояния агроэкосистем	195
Создание ЦМР дна и берегов водохранилищ энергетического назначения	196

Подсекция «Биология почв»

Разнообразие микроскопических грибов в ризосфере картофеля при бессменном возделывании

Андреевская В.М.1,2, Лисовой А.М.2,3, Бондарева Е.В.1,2, Калашиников А.Д.2

nikaandreevskai@yandex.ru

¹*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, г. Москва, Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ВНИИФ), Одинцовский район, Московская область, Россия*

³*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, институт Агробиотехнологии, г. Москва, Россия*
nikaandreevskai@yandex.ru

Картофель активно возделываемая культура в РФ, при бессменном выращивании в почве накапливаются разные виды фитотоксичных грибов[2], из-за чего впоследствии увеличивается вероятность заражения фитопатогенами.

Целью исследования было изучение состава почвенной микобиоты при бессменном возделывании картофеля в Орловской области, Колпнянском районе, Карловском сельском поселении на черноземе обыкновенном. Отбор почвы проводился в первую декаду августа в 2023 из ризосферы растений, после чего образцы исследовались с помощью метода почвенных комочков с дальнейшей идентификацией[1]. Лабораторные опыты проводились на базе ФГБНУ ВНИИФ.

По результатам исследования из смешанного образца почвы было выделено 174 колоний микромицетов, относящихся к 17 морфотипам. Среди них идентифицированы представители следующих родов *Cladosporium*, *Clonostachys*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Talaromyces* и *Trichoderma*. С наибольшей частотой и обилием выделяли виды *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. и *Clonostachys rosea* (Preuss) Mussat. Распределение эколого-трофических групп в сообществе было следующим: целлюлозолитики – 35%, фитопатогены – 32%, почвенные сапротрофы – 24%, сахаролитики – 3%, и 7% – стерильные изоляты.

При оценке сложности сообщества проводили анализ альфа-разнообразия[3]. Индекс Шеннона для смешанного образца почвы составил 2,3, что говорит о среднем разнообразии и выравненности грибного сообщества. Индекс доминирования Симпсона равен 0,14.

Нами установлено, что в исследованных образцах наблюдается среднее разнообразие грибного почвенного сообщества с большим содержанием фитопатогенов. Это накопление инфекции в почве связано с бессменным возделыванием картофеля и может впоследствии влиять на зараженность фитопатогенами культурного растения.

Литература

1. *Звягинцев Д.Г.* Биология почв : учебник / Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М.. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. — 445 с.

2. Мантрова, М.В Микобиота ризосферы овощных и цветочно-декоративных культур в условиях г. Сургута / М.В Мантрова // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 76-81
3. Структурный анализ экологических систем. Количественные методы экологии и гидробиологии (Сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). Отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – С. 91-129

Поиск штаммов-деструкторов пестицидов
Астайкина А.А.1, Стрелецкий Р.А.1, Белов А.А.1

Научный сотрудник, к.б.н.

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

E-mail: astaikina-anzhel@mail.ru

По данным мониторинга, проведенного в ЕС в 2015 году, более 80% сельскохозяйственных земель содержат остаточные количества пестицидов и продуктов их распада [1]. Пестициды, попадая в объекты окружающей среды, оказывают воздействие не только на представителей целевых групп организмов, но и на биоценоз в целом. В результате сокращается видовое разнообразие и нарушаются экологические функции биосистем. Целью данного исследования была оценка потенциала почвенного прокариотного сообщества к разложению разных групп пестицидов при их совместном применении. В лабораторном эксперименте использовали образцы поверхностного горизонта агродерново-подзолистой почвы, препаративные формы пестицидов: гербицид (700 г/кг метрибузина), инсектицид (200 г/л имидаклоприда), фунгицид (500 г/кг беномила). Посевы выполнялись на двух средах: на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде для культивирования широкого спектра аэробных гетеротрофных бактерий и на минеральной среде Эванса с добавлением пестицида в качестве единственного источника углерода. Эксперимент проводили в трехкратной повторности при постоянной температуре. Для обнаружения потенциальных гидролитиков исследуемых препаратов Лазурит, СП, Танрек, ВРК и Бенорад, СП использовали технику накопительных культур [2]. Чистые культуры исследовали на способность к росту на средах, содержащих смесь пестицидов в 100-кратной норме применения, и содержащих смесь пестицидов в 100-кратной норме применения и глюкозу в концентрации 10 мг/л.

Среди культивируемых прокариотных сообществ, выделенных практически из всех исследуемых образцов, представители родов *Paenarthrobacter* sp., *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp. и видов *Microbacterium maritypicum*, *Bacillus acidicer*, *Streptomyces pratensis*, *Arthrobacter agilis*, *Streptomyces violaceolatus*, *Streptomyces violaceoruber*, *Bacillus pseudomycooides*, *Leucobacter komagatae* были доминантными. Из образцов с добавлением гербицида Лазурита, СП (700 г/кг метрибузина) в рекомендованной норме применения выделены в чистую культуру бактерии родов *Stenotrophomonas* sp., *Serratia* sp. и *Yersinia* sp. При этом представители рода *Stenotrophomonas* sp. активно развивались в присутствии как фунгицида Бенорад, СП (500 г/кг беномила) в рекомендованной норме применения, так и в 10-кратной норме применения смеси из трех пестицидов. Штаммы бактерий, проявившие способность развиваться *in vitro* в присутствии пестицида

в качестве единственного источника углерода, также принадлежали к родам *Stenotrophomonas* sp., *Yersinia* sp., *Serratia* sp. При этом представители рода *Stenotrophomonas* sp. способны к росту на среде с фунгицидом Бенорад, СП (500 г/кг беномила), с инсектицидом Танрек, ВРК (200 г/л имидаклоприда) и с тремя пестицидами одновременно в качестве единственного источника углерода. Бактерии родов *Yersinia* sp. и *Serratia* sp. росли только на среде со смесью из трех пестицидов. Таким образом выделенные штаммы бактерий *Stenotrophomonas* sp., *Yersinia* sp., *Serratia* sp. обладают уникальной способностью к разложению неоникотиноидов (имидаклоприд), бензимидазолов (беномил) и триазинонов (метрибузин).

Литература

1. Silva V. et al. Pesticide residues in European agricultural soils—A hidden reality unfolded // *Science of the Total Environment*. – 2019. – Т. 653. – С. 1532-1545.
2. Белов А. А., Чепцов В. С., Лысак Л. В. Методы идентификации почвенных микроорганизмов. М.: МАКС-Пресс. 2020.

Психротолерантные прокариоты арктических грунтов и их биоремедиационный потенциал

Бабенко Анна Дмитриевна

Студент магистр 1 курс

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, Москва, Россия
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/М1 отобрана за пределами зоны распространения загрязнения, с поверхности береговых отложений временного водотока. Отмечу, 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, Метод гибридизация клеток *in situ* (FISH))

Численность аэробных органотрофных, в том числе углеводородокисляющих 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.

В образцах исследуемых грунтов детектированы функциональные гены *alkB*, *хуIЕ*, кодирующие синтез ферментов алканмонооксигеназы и катехолдиоксигеназы соответственно.

Составлена коллекция аэробных органотрофных микроорганизмов из 16 штаммов чистых культур идентифицированных до вида принадлежащих родам: *Janthinobacterium*, *Peribacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodanobacter*, *Rhodococcus*, *Roseomonas*, *Microbotryum*.

Выделены психротолерантные бактериальные штаммы (*Rhodococcus cerastii* (Ar-71), *Janthinobacterium tructae* (Ar-26), *Pseudomonas frederiksbergensis* (Ar-27) и дрожжей *Microbotryum stellariae* (Ar-72), приспособленные к росту в физико-химических условиях арктических широт и обладающие высокой углеводородокисляющей активностью, что указывает на высокий биотехнологическом потенциале исследуемых реликтовых местообитаний, штамм *Rhodococcus cerastii* (Ar-71) также может быть использован в биотехнологических целях как компонент биопрепаратов для очистки водных и почвенных экосистем в холодных климатических условиях.

Микробная индикация состояния почв участка территории лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе

Бутыльская С. А., Дронек Д. И.

абитуриент

ГБОУ «Школа №1467», 119634, г. Москва, ул. Шолохова, д. 9

E-mail: rudilenka@mail.ru

Почва является необходимым компонентом поддержания нормального функционирования наземных экосистем. При оценке антропогенного воздействия на почву необходимо оценить состояния почвенной биоты, ответственной за восстановление деградированных в ходе деятельности человека экосистем. Для микроорганизмов не разработаны общепринятые методы экомониторинга почв. Актуальна проблема совершенствования методов экологического мониторинга почвенного микробного сообщества. Цель работы - провести альгоиндикацию и микоиндикацию степени загрязнения почв лесопарка «Рассказовка». Гипотеза: негативное воздействие крупной автодороги приведёт к цианофитизации альгокомплекса почв – преобладания немногих видов цианобактерий в альгогруппировке и к упрощению микокомплекса почв – преобладанию немногих видов грибов. Задачи: 1. Отобрать образцы генетического горизонта почвы (подстилка) в трех участках, расположенных на разном удалении от Боровского шоссе; 2. Провести микробиологическое исследование водорослей и почвенных грибов модернизированным методом стекол обрастания; 3. Оценить последствия негативного воздействия со стороны Боровского шоссе на почву лесопарка. Под-

стилки отбирались в октябре 2023 года, высушивали до воздушно-сухого состояния. Подстилку помещали по 3 г. в чашки Петри на поверхность почвы помещали по 5 покровных стекол 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 на рассеянном дневном свете на подоконнике северной экспозиции. Стёкла изымали из почвы и микроскопировали на микроскопе «Биомед-6 ЛЮМ» (40x объектив) с фотофиксацией микробного обрастания на цифровую камеру DCM-510; морфометрический анализ микробных обрастаний проводили в программе ScorePhoto. Биомасса рассчитывается по объёму клеток из расчёта плотности микробной биомассы – 1,1 г/см³. Наблюдается цианобактериализация почвенной подстилки на участке, вплотную прилегающему к Боровскому шоссе, в отличие от опушки леса и в глубине лесопарка. Цианобактерии обнаружены только у дороги как признак химического загрязнения территории. Наибольшая концентрация водорослей - у дороги, меньше водорослей на опушке леса, минимум в самом затенённом участке в глубине леса. Преобладает гиалиновый мицелий в подстилке, плотную прилегающему к шоссе. В этой точке отсутствует пражковый мицелий (базидиомицеты в состоянии дикариона), который отличается более медленным ростом и пропадает при сильном загрязнении территории. Следует рекомендовать установить защитные экраны вдоль Боровского шоссе на протяжении всего участка дороги, прилегающего к лесопарку, чтобы снизить поступление токсичной пыли. Нужно провести специальные водоотводящие каналы, чтобы снизить поступление загрязнённого вод с дороги на территорию лесопарка. Предлагаем раз в несколько лет менять верхний слой почвы на территории, прилегающей вплотную к дороге. Рекомендуем проводить мониторинговые мероприятия по выявлению фитопатогенных и условно-патогенных для человека грибов на территории лесопарка.

Влияние высушивания и солевого стресса на метанотрофные сообщества дерново-подзолистой постагрогенной почвы

Гогмачадзе Лиана Гуладиевна

Студент, 4 курс бакалавриата

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: lya.gogmachadze@yandex.ru

Постоянно возрастающая антропогенная нагрузка на окружающую среду вызывает увеличение выбросов парниковых газов в атмосферу. Так, в почвах сельскохозяйственного назначения зачастую баланс смещается в сторону выделения метана. Внесение минеральных удобрений в почвы агроэкосистем может приводить к снижению активности процессов окисления метана из-за повышения содержания в почве солей аммония [1]. Несмотря на большое количество публикаций, посвященных потреблению метана атмосферы аэробными почвами, малоизученными остаются вопросы, связанные с механизмами регуляции этого процесса. Особый интерес представляет изучение процессов регуляции потоков метана в почвах агроэкосистем, где интенсивность процессов может осуществляться за счет применения современных систем организации сельского хозяйства.

Целью исследования является изучение влияния высушивания и внесения солей аммония на активность и таксономический состав метанотрофов дерново-

подзолистой почвы в лабораторных экспериментах, моделирующих стрессовые воздействия. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: оценка потенциальной активности метаноокисления почвенными микроорганизмами дерново-подзолистой почвы при внесении солей аммония и лантана (Ярославской обл.). Оценка потенциальной активности метаноокисления почвенными микроорганизмами дерново-подзолистой почвы при внесении солей аммония, циклов высушивания-увлажнения и мультистрессовых воздействий (Московской обл.). Подготовка образцов почвенной ДНК для проведения высокопроизводительного анализа рибосомальных генов на платформе Illumina. Выделение стабильных метанооксиляющих культур из образцов почв инкубационных экспериментов и оценка их состава на основе анализа ключевых генов метанотрофии и высокопроизводительного секвенирования рибосомальных генов.

В качестве объектов исследования выбраны две дерново-подзолистые почвы, типичные для зоны смешанных лесов Европейской части России. Объекты находятся в Ярославской обл. (Пошехонская птицефабрика) и Московской области (Петелинская птицефабрика) и в течение длительного времени были использованы в сельскохозяйственной практике.

В результате проведенного исследования было установлено, что внесение лантана не оказало существенного влияния на активность метаноокисления исследуемой почвы; Стрессовые эффекты высушивания и внесения солей азота, а также их совместного действия, приводят к снижению метанооксиляющей активности почв, которое сохраняется в течение двух недель; Из образцов почв инкубационных экспериментов выделены четыре стабильные накопительные метанооксиляющие культуры; С помощью ПЦР-детекции ключевого гена метанотрофии установлено, что в состав культур ИК-1, ИК-4 входят метанотрофы р. *Methylobacter*, а ИК-2- *Methylocystis*; Методом высокопродуктивного секвенирования гена 16S рРНК дана оценка состава метанотрофных компонентов и сопутствующих организмов метанооксиляющей культуры NL-V. Установлено, что 73% составляет метанотроф *Methylocystis* а также бактерии-спутники pp. *Cupriavidus*, *Ensifer* и *Terrabacter*.

Литература

1. Кравченко И.К., Сизов Л.Р., Лысак Л.В., Лабораторное исследование солей аммония и лантана на окисление метана и состав микробных сообществ в дерново-подзолистой почве // Почвоведение. 2023. № 5. С. 1-12.

Прокариотные сообщества в городских почвах и твёрдых атмосферных выпадениях города Москва

Гришкова Диана Сергеевна

Студентка, 2 года обучения магистратуры

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

E-mail: dianagrishkovets@gmail.com

На территориях вблизи дорог и автотрасс уровень запыленности воздуха и загрязнение почвы антропогенным материалом постоянно возрастают [2]. Это ведет к изменениям всех свойств почвы, включая химические, физические, биохимические и микробиологические показатели. Почвенное бактериальное сообщество, вероятно, оказывает существенное влияние на состав пылеаэрозоля [2]

и может приводить к увеличению видового разнообразия микробных сообществ за счет создания новых почвенных ниш [3].

В соответствии с этим, целью данного исследования было оценить численность и характеристику прокариотной составляющей городских почв и ТАВ в Москве с учетом различной антропогенной нагрузки на выбранных участках, таких как ТТК, Хамовники, ИМГРЭ и ИПЭЭ.

Используя методы люминесцентной микроскопии и посева, было изучено количество прокариот в ТАВ и урбаноземах, а также состав культивируемых сапротрофных бактерий [1]. В ТАВ число сапротрофных бактерий колебалось от 0,95 до $2,38 \times 10^7$ КОЕ/г почвы, с максимальным значением в пылеаэрозоле Хамовников. В урбаноземах число бактерий варьировало от 0,76 до $1,76 \times 10^7$ КОЕ/г почвы, с максимальным значением в урбаноземе Хамовников. Эти значения сопоставимы с данными о верхнем горизонте почв в умеренном поясе России.

В сапротрофных бактериальных комплексах твердых атмосферных выпадений преобладали представители филума Proteobacteria, а также некоторые коринеподобные бактерии рода *Micrococcus* и *Rhodococcus*. В образцах ТАВ в небольших количествах были обнаружены бактерии рода *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Bacillus* и *Muxococcus*. В урбаноземах и реплантоземах преобладали представители филума Proteobacteria (роды: *Cytophaga*, *Pseudomonas*, *Xantomonas*, *Erwinia*), среднее обилие имели бактерии рода *Streptomyces*, *Bacillus* и *Muxococcus*.

Значения индекса Шеннона варьировались от 2.07 до 2.33 в ТАВ и от 1.15 до 2.55 в почвах, указывая на значительное таксономическое разнообразие. Большие значения индекса выравненности Пиелу в ТАВ могут быть связаны с активным поступлением микроорганизмов из воздуха.

Результаты исследования свидетельствуют о значительном разнообразии сапротрофных бактерий в ТАВ и урбаноземах, а также о важной роли атмосферного поступления микроорганизмов в формировании их состава. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований для полного понимания влияния атмосферных факторов на микробное сообщество в городских экосистемах.

Литература

1. Белов А.А., Чепцов В.С., Лысак Л.В. Методы идентификации почвенных микроорганизмов. Москва:МАКС Пресс, 2020. 196 с
2. Прокофьева Т. В., Шоба С. А., Лысак Л. В., Иванова А. Е., Глушакова А. М., Шишков В. А., Лапыгина Е. В., Шилайка П. Д., Глебова А. А. Органические компоненты и биота в составе городского атмосферного пылеаэрозоля: потенциальное влияние на городские почвы // Почвоведение. 2021
3. Després V.R., Huffman J.A., Burrows S.M., Hoose C., Safatov A.S., Buryak G., Fröhlich-Nowoisky J., Elbert W., Andreae M.O., Pöschl U., Jaenicke R. Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review // Tell. B: Chem. Phys. Meteorology. 2012. V. 64. No 1. P. 1-53.

Ферментативная активность сапропелей озер Сибири
Ефимова С.А.

*Студент, 5 курс бакалавриата
Томский государственный педагогический университет,
Биолого-химический факультет, Томск, Россия
E-mail: sefimova5433@gmail.com*

По данным ряда исследователей, на территории России запасы сапропелевых отложений по учтенным месторождениям составляют около 37.3 млрд. м³, в том числе 1.18 млрд. м³ – погребенные сапропелевые месторождения. Основные месторождения сапропелей сосредоточены именно в сибирском регионе [1, 2]. Сапропели содержат большое количество различных биологически активных веществ, имеют сложный химический состав, обладают высокой биологической активностью. Это позволяет широко использовать их в народном хозяйстве в качестве удобрений, мелиорантов, кормовых добавок, лечебных грязей и т.д. В настоящее время сапропели в Сибири изучены еще недостаточно и используются они в ограниченных количествах. Данные по ферментативной активности сапропелей немногочисленны, что подчеркивает актуальность исследований.

Цель работы – изучение активности ферментов в сапропелях озер Сибири. Для исследований были использованы карбонатные сапропели озер Кирекского (Томская область) и Плахино (Красноярский край), предоставленные сотрудниками Томского НИИ курортологии и физиотерапии. Из показателей ферментативной активности в сапропелях определяли активность каталазы газометрическим методом, полифенолоксидазы и пероксидазы по методу Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловской [3].

Результаты исследований показывают, что более активно процессы, осуществляемые под действием некоторых ферментов из класса оксидоредуктаз, протекают в сапропеле озера Плахино. Так, в сапропеле озера Плахино активность каталазы составляет 4.21 мл О₂/г·2 мин, активность полифенолоксидазы – 1.64 мг 1,4-бензохинона/г·30-мин, а активность пероксидазы – 7.90 мг 1,4-бензохинона/г·30 мин, что, соответственно, в 2.2, 2.5 и 3.6 раз выше, по сравнению с сапропелем озера Кирекского. Это можно объяснить разным химическим составом изучаемых сапропелей, который в свою очередь обусловлен особенностями формирования донных отложений. Полученные результаты по ферментативной активности могут быть использованы в дальнейшем в качестве критерия для оперативной оценки биологического состояния сапропелей с целью расширения сферы применения сапропелей и препаратов на их основе в различных областях сельского хозяйства, медицины и т.д.

Литература

1. Кудашев И.Г. Сапропели Томской области: геология, генезис, ресурсы и перспективы их использования. Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Томск, 2004.
2. Бернатонис П.В., Копылова Ю.Г., Бернатонис В.К., Рябчикова Э.Д., Архипов В.С. Органические вещества сапропелевых озер Томской области // Вестник ТГУ. 2011. № 348. С.161-164.
3. Инишева Л.И., Ивлева С.Н., Щербачева Т.А. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов. Томск, 2003.

Характеристика изменений микробной численности и активности в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-й Хутор после модельного эксперимента

Закусина Анастасия Вячеславовна

Студент

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

E-mail: a.zakusina@gmail.com

На основании Федерального закона "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 11.07.2011 N 190-ФЗ все радиоактивные отходы, находящиеся на территории Российской Федерации, должны быть окончательно захоронены. Захоронение отходов первого и второго класса требуется проводить в пунктах глубинного захоронения (ПГЗРО). Одним из таких пунктов станет ПГЗРО в Красноярском крае на участке «Енисейский». Для обеспечения безопасности при захоронении в качестве изоляционного материала планируется использовать кольца и pellets из уплотненных бентонитовых глин. По истечении времени материалы могут претерпевать изменения в структуре и составе, что может отразиться на изоляционных свойствах. Влияние на поровое пространство и химический состав глин может оказать активность микроорганизмов. Именно поэтому крайне важно исследовать изменение микробной активности, а также состава бентонитов при модельных условиях захоронения.

Цель данного исследования: характеристика изменения микробных сообществ в бентонитах месторождений Таганское, Зырянское и 10-ый Хутор после модельного эксперимента. Эксперимент заключался в инкубации образцов бентонитовых глин месторождений Таганское, Зырянское и 10-й Хутор с раствором, моделирующий воду в месте захоронения (НКМ-7), при плотности бентонитов 1,2, 1,45 и 1,7 г/см³ и при температуре 60 °С. Микробная активность оценивалась ежемесячно в течение 3-х месяцев с помощью газовой хроматографии, а динамика численности – методом посева на плотную питательную среду (LB). Анализ химического и минералогического состава бентонитов до и после модельного эксперимента проводился методом рентгеноструктурного анализа, микростроение и поровое пространство изучались с помощью компьютерной томографии и электронной микроскопии. Для определения разнообразия прокариот и структуры микробных сообществ бентонитов было проведено высокопроизводительное секвенирование V3-V4 области гена 16S рПНК на платформе Illumina MiSeq.

В ходе эксперимента были получены данные, свидетельствующие о том, что при увеличении плотности образцов и при увеличении времени инкубации происходило уменьшение микробной активности. Численность микроорганизмов снижалась во всех образцах после эксперимента. При инкубации выявлено увеличение порового пространства в уплотненных образцах. Таким образом, увеличение плотности и времени инкубации при 60 °С негативно влияли на численность и активность микроорганизмов в бентонитах. Основными филумами в образцах по результатам высокопроизводительного секвенирования являлись: Actinobacteriota, Bacillota и Proteobacteriota, основной род: Pseudomonas. Также для образцов, уплотненных до плотности 1.2 г/см³, преобладающим родом является неидентифицированный род семейства Thermoactinomycetaceae.

Оценка влияния температуры на микробиом нефтезагрязненных почв европейской части России и антарктических грунтов

Коваленко Мария Анатольевна

Студент 2 курса магистратуры

Факультет почвоведения, Московский государственный университет имени М.В.

Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: masya.kma@mail.ru

В связи с быстро меняющимися технологиями добычи всё больше территорий подвергаются загрязнению углеводородами. Восстановление загрязненных нефтью экосистем является актуальной задачей на сегодняшний день. Одним из наиболее оптимальных методов рекультивации после такого рода загрязнений являются методы, использующие способность бактерий разлагать углеводороды.

Целью работы являлась оценка способности прокариотического комплекса различных почв к разложению углеводородов и метаболической активности при различных температурах в ходе инициированной нефтью сукцессии.

В качестве объектов использовались микрокосмы антарктических грунтов и верхних гумусовых горизонтов типичного чернозема, луговых солодей и каштановых почв, загрязненных нефтью Байтуганского месторождения в количестве 10% от массы почвы, которые инкубировались при постоянной влажности и температурах 4°C, 28°C и 46°C.

Для оценки метаболической активности и состава сообщества использовались молекулярно-биологические методы (RealTime-PCR, секвенирование и метагеномный анализ) и определение индивидуальных углеводородов. Параметры измерялись на 1, 15, 30 и 180 день эксперимента.

По результатам определения индивидуальных углеводородов в нефтезагрязненных образцах при 28°C уже к 15 суткам эксперимента наблюдается снижение количества н-алканов и увеличение количества изо-алканов, что свидетельствует о процессе деградации прямоцепочечных углеводородов, а к 270 суткам произошло практически полное разрушение н-алканов. Данные метагеномного анализа образцов на 30-е сутки эксперимента для чернозема, солоди и каштановой почвы, загрязненных нефтью, выявили значительное увеличение доли представителей филума Actinomycetota. В течение всего эксперимента количество экспрессируемых копий гена алкан-монооксигеназы AlkV на порядок превышало количество метаболически активных клеток. Более интенсивная экспрессия гена наблюдалась в загрязненных нефтью образцах при 28°C по сравнению с контрольными вариантами. Наибольшее количество копий AlkV при 4°C было обнаружено в образце антарктической почвы, загрязненной нефтью.

Внесение нефти приводит к изменению структуры сообщества загрязненной почвы с тенденцией к увеличению количества представителей бактерий-деструкторов нефти. Деградация прямоцепочечных углеводородов начинается на первых сроках сукцессии и к 9-му месяцу происходит практически полное их разложение. Данные, полученные в процессе исследования, позволяют оценить влияние температурного фактора на микробные сообщества различных почв и грунтов и выделить наиболее ярких представителей углеводородокисляющих микроорганизмов, что может быть использовано при разработке биопрепаратов для ремедиации почв.

Физиологическая характеристика культивируемых бактерий дерново-подзолистой почвы центральной России

Козлов И.А.¹

Студент, 3 курс бакалавриата

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: dfyz357@gmail.com

В современном мире показатели почвенного микробиома стали важным инструментом для оценки состояния окружающей среды. Они используются в качестве биоиндикаторов, отражающих качество и эффективность выполнения почвой своих экологических функций, включая биоресурсную, углерод-трансформирующую и фитосанитарную. Однако трансформация условий окружающей среды в ходе естественного и антропогенного влияния могут приводить к нарушениям в цепочке физиологических процессов, от которых зависит качество почвенного покрова. В свою очередь, изучение физиологических свойств почвенных бактерий позволит прогнозировать ответную реакцию микроорганизмов на изменяющиеся факторы среды, оценить их вклад в протекание почвенных процессов, что может разрешить проблему нерационального использования удобрений, а также найти новые способы переработки труднорастворимых органических соединений.

Целью работы являлось изучение физиологических свойств культивируемых бактериальных сообществ дерново-подзолистой почвы.

Образцы почв были отобраны во время проведения учебной зональной практики в 2023 году. Выделение бактерий проводили методом прямого посева почвенных суспензий на плотные питательные среды. Выделение культивируемых бактерий проводили с использованием питательной среды R2A при температурах 10 и 25 °С, для выделения психротолерантных и мезофильных бактерий соответственно. Фенотипически уникальные колонии, выделенные при посеве, были выделены в чистую культуру и для них была проведена оценка диапазонов температур, рН среды и концентраций хлорида натрия, пригодных для роста *in vitro*.

Максимальные значения численности культивируемых бактерий были обнаружены в образцах подстилок (О) и варьируют в диапазоне 10^6 – 10^7 КОЕ/г. Статистически достоверные различия численности культивируемых бактерий при температурах культивирования 10 и 25 °С отсутствуют. Мультисубстратное тестирование микробных сообществ исследованных почв выявляет наиболее активное потребление субстратов при температуре 25 °С, что указывает на преимущественную активность мезофильного сегмента сообщества в исследованных почвах. Отметим, что была выявлена связь между температурами выделения бактерий из почвенных образцов и диапазонами температур, при которых они развиваются в лабораторных условиях. Это подтверждает присутствие как мезофильных, так и психротолерантных сегментов микробных сообществ в почвах, прослеживаемых вплоть до подповерхностных горизонтов (ЕВ 48 см) дерново-подзолистой почвы.

Филогенетическое разнообразие прокариотного сообщества почвоподобных тел пещер Вьетнама

Косенко Н.Р.

Студент

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

E-mail: nrkosenko@gmail.com

Микроорганизмы обнаруживаются повсеместно, в том числе и в почвоподобных телах (ППТ) пещер. Лимитирующие факторы условий среды в пещерах – ограниченность поступления органических веществ, воды, солнечного света и воздушных потоков – накладывают ограничения на формирование таксономического разнообразия прокариотного сообщества по сравнению с почвами.

Целью нашей работы было изучение филогенетическое разнообразие прокариотного сообщества почвоподобных тел пещер Вьетнама.

В ходе работы изучено разнообразие прокариотного сообщества почвоподобных тел (пещеры Тханьван, Лумкум и Пигми) с помощью секвенирования генов гипервариабельных регионов 16S рРНК. Образцы ППТ были отобраны летом 2022 года на территории Природного заповедника Батдайшон и Охраняемого леса Тэйзынг.

Всего в изученных образцах было обнаружено 26 филумов бактерий. Преимущественно (содержание выше 10%) обнаруживались филумы Actinomycetota, Pseudomonadota и Chloroflexota, менее многочисленны были филумы Bacillota, Acidobacteriota, Nitrospirota, Muxococcota, Bacteroidota, Gemmatimonadota (содержание от 1 до 10%). Минорные компоненты были представлены филумами Cyanobacteriota, Verrucomicrobiota, Bdellovibrionota, Planctomycetota, Elusimicrobiota, Armatimonadota, Chlamydiota, Fibrobacterota, Desulfobacteriota и филумы-кандидаты Methyloirabilota, Tectoeotomicrobia, Latescibacteriota, Patescibacteria, Dependitiae, GAL15, Dadaibacteriota (содержание <1%).

Среди 26 обнаруженных филумов бактерий для трех пещер 16 являлись общими – Actinomycetota, Pseudomonadota, Chloroflexota, Bacillota, Acidobacteriota, Nitrospirota, Muxococcota, Bacteroidota, Gemmatimonadota, Verrucomicrobiota, Cyanobacteriota, Planctomycetota, Desulfobacteriota и филумы-кандидаты Methyloirabilota, Tectoeotomicrobia и Latescibacteriota.

Во всех пещерах доминирующими филумами являлись Actinomycetota и Pseudomonadota, а в пещере Тханьван также филум Chloroflexota. При этом актиномицеты преобладали в пещере Пигми – 63,18 %, а в пещерах Лумкум и Тханьван их численность соответственно меньше – 56,04 % и 32,37 %. Pseudomonadota больше обнаружены в пещере Лумкум (27,43 %) и меньше в пещерах Тханьван (18,90 %) и Пигми (13,05%). Филум Chloroflexota наиболее представлен в пещере Тханьван (14,20%) и менее в пещерах Лумкум и Пигми – 4,51% и 4,37% соответственно.

Во всех исследованных образцах были обнаружены представители 2 филумов Archaea. Филум Thermoproteota наиболее распространен в пещере Тханьван (0,77%) и наименее – в пещере Лумкум (0,13%); Thermoplasmotota наиболее представлен в пещере Пигми (0,44%), а наименее – в пещере Тханьван (0,04%).

По литературным данным, в близлежащих почвах и сопряженных субстратах (опад и "подвешенная почва") было зафиксировано более высокое филогенетическое разнообразие прокариот (36 филумов), доминантными из которых были Actinomyces, Pseudomonadota, Acidobacteriota.

Полученные результаты свидетельствуют о более низком филогенетическом разнообразии прокариот в исследованных образцах почвоподобных тел пещер. Сходство доминантных филумов с почвами сопряженными субстратами свидетельствует в пользу попадания прокариот в пещеры из почв с воздушными и водными потоками.

Изменение эколого-трофической структуры грибного сообщества в зависимости от дозы органического удобрения, вносимого под капусту

Лисовой А.М.^{2,3}, Андреевская В.М.^{1,2}, Бондарева Е.В.^{1,2}, Калашиников А.Д.²

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, г. Москва, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ВНИИФ), Одинцовский район, Московская область, Россия

³Российский государственный аграрный университет МСХА им. К. А. Тимирязева, институт Агробиотехнологии, г. Москва, Россия
lesh.lisovoi@yandex.ru

Капуста — это востребованная культура в РФ, которая хорошо реагирует на внесение органического удобрения. Так же при его внесении в почву происходит активное стимулирование почвенной микробиоты [2]. Цель исследования: изучение структуры сообщества почвенных грибов при внесении органического удобрения на дерново-подзолистой почве в Московской области. Весной 2022г. были внесены органические удобрения, действие и последствие которых изучали в посадках капусты белокочанной гибрида «Женева F1» в 2022 – 2023 гг. Схема внесения удобрений: «А» - 0 т/га контроль, «В» - 30 т/га, «С» - 50 т/га, «D» - 60 т/га, «Е» - 70 т/га. Отбор почвы проводили осенью 2022 и 2023гг. методом конверта, образцы исследовали методом почвенных комочков с дальнейшей идентификацией [1]. Лабораторные и полевые опыты проводились на базе ФГБНУ ВНИИФ.

На контрольном участке в первый год исследования (осень 2022) доминировали грибы целлюлозолитики рода *Clonostachys* и *Trichoderma*, а также почвенные сапрофиты из рода *Talaromyces*. На участках «В» и «С» по сравнению с «А» выделили группу сахаролитиков, растущим благодаря легкодоступным веществам из удобрений, а группа фитопатогенов отсутствует. На участке «D» почти равное значение имеют группы целлюлозолитических и фитопатогенных микромицетов – 45% и 35%, оставшийся процент занимают грибы рода *Scedosporium* и *Myceliasterilia*. На опытном участке «Е» 70% грибного сообщества представлены целлюлозолитиками, 20% и 10% фитопатогенами рода *Fusarium* и *Myceliasterilia*. При исследовании проб, отобранных осенью 2023 г., наибольшее разнообразие эколого-трофической структуры было отмечено на опытном участке «В» за счет выделения энтомопатогенных грибов рода *Lecanicillium*. В 2023 году мы отметили увеличение доли фитопатогенов на каждой площадке – для участка «А», «В» и «С» на 30%, для участка «D» на 23% и «Е» на 40%. Это связано

с накоплением патогенов капусты. Однако создание благоприятных условий для формирования разнообразного сообщества привело к тому, что доля развития патогенов на участках «В» и «С» была минимальной из всех вариантов опыта.

При внесении органических удобрений происходит увеличение разнообразия эколого-трофических групп грибов по сравнению с контролем. Мы характеризуем это как положительные изменения, так как разные источники полезных веществ расширяют сеть питания сообщества и делают его устойчивее. Антагонистами фитопатогенам в почве в первый год выступают грибы целлюлозолитики, а на второй год целлюлозолитики и почвенные сапротрофы, способные вести более олиготрофный образ жизни.

Литература

1. Звягинцев Д.Г. Биология почв: учебник / Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. — Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. — 445 с.

2. Ли Синьюй, Банецкая Е.В., Цзян Юй, Ми Ган, ВэйЖань Влияние длительного применения различных удобрений на популяции микроорганизмов и ферментативную активность почвы // Агронаука. — 203. — № 1. — с. 134-141.

Состав микробного сообщества почв Мурманской области, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами, 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

Интенсивное освоение Арктического региона, добыча полезных ископаемых и развитие туризма показали уязвимость природных экосистем перед антропогенной нагрузкой [1]. В настоящее время особую опасность для Арктики представляет хроническое загрязнение углеводородами нефти и тяжелыми металлами. Возможен ли при этом и насколько эффективен процесс самоочищения арктических почв – практически неизвестно. Одним из методов ликвидации загрязнений региона является биоремедиация с использованием микроорганизмов-нефтедеструкторов, выделенных из Арктических местообитаний и приспособленных к их условиям. Поэтому исследование состава арктических микробных сообществ и поиск углеводородокисляющих бактерий является актуальной задачей для выбора стратегии биоремедиации [2].

Целью работы было определение состава микробного сообщества почв Мурманской области, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами, и анализ его изменений в зависимости от степени загрязнения.

Отбор проб проводили на юго-восточном склоне горы Каскама, в Мурманской области, где ранее располагалась воинская часть (69.27833°с.ш., 29.48166°в.д.). Изучаемый участок более 20 лет загрязнен нефтепродуктами и металлическим ломом. Смешанные пробы почв отбирали с глубины 0–20 см на расстоянии 10 м друг от друга, на 4 площадках, от центра загрязнения к периферии так, что площадки №1 и 2 находились в зоне загрязнения, а №4 – на визуально чистом участке.

Анализ V3-V4 региона генов 16S рПНК показал, что в микробном сообществе доминируют бактерии филума Pseudomonadota (60,45%), Actinobacteriota (7,97%), Firmicutes (6,46%), Bacteroidota (7,04%). Среди Pseudomonadota преобладали бактерии класса Gammaproteobacteria (38,99%), включая семейства *Pseudomonadaceae*, *Pseudoalteromonadaceae*, *Saccharospirillaceae*, и класса Alphaproteobacteria (20,87%). Среди представителей этих классов встречаются активные нефтедеструкторы.

Численность культивируемых аэробных органотрофных (АОБ), олиготрофных (ОЛ), углеводородоокисляющих (УОБ) и железоокисляющих (ФО) микроорганизмов и анаэробных железоредуцирующих бактерий и бактерий с броодильным типом метаболизма определяли методом предельных разведений при значениях pH 5 и 7 и температуре 15°C. Численность АОБ и УОБ составляла 10^5 - 10^6 кл/г почвы и $\geq 10^5$ кл/г и практически не различалась для всех 4 участков. Численность ФО была выше в пробах с наибольшим загрязнением и составляла до 10^3 кл/г почвы.

Были выделены и идентифицированы 16 штаммов АОБ родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Cytobacillus* и *Paenibacillus*. Большинство штаммов росли в интервале температур 5 – 30°C и содержании NaCl в среде 0–8%. Ряд штаммов бактерий рода *Pseudomonas* были способны окислять железо. Штаммы *Pseudomonas hamedanensis* M18H и *Pseudomonas yamanorum* M22H росли на нефти, используя коротко- и среднепечечные *n*-алканы.

Таким образом, исследуемые микробные сообщества адаптированы к хроническим загрязнениям нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Выделенные бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Cytobacillus* и *Paenibacillus* были приспособлены к условиям обитания. Среди культивируемых бактерий доминировали бактерии рода *Pseudomonas*, способные расти на нефти, а также окислять Fe(II).

Работа была выполнена при поддержке Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Литература

1. Bashkin, V.N.; Galiulin, R.V. Innovative geocological risk assessment in technogenesis for green economy progress. In: First international thematic monograph green economy in the era of fourth industrial revolution 2021. doi: 10.18485/green_economy_4ir.2021.ch2.
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 сульфатом цинка на содержание малонового диальдегида и активность супероксиддисмутазы в яровом ячмене (*Hordeum sativum distichum*)

Лысенко Д.С., Литвинова А.В., Крепакова М.Р., Мелкумян А.Л., Лацынник Е.С.

Студентка

ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: lysenkodiana76@gmail.com

Общим следствием токсичности ТМ является чрезмерное образование активных форм кислорода (АФК). АФК в итоге вызывают окислительный стресс, который может привести к гибели клеток [1]. Накопление малонового диальдегида (МДА) во время стресса является индикатором окислительного повреждения клеточной мембраны и подавления роста. Растительные клетки выработали несколько механизмов антиоксидантной защиты. Ключевым из них является активация антиоксидантных ферментов [2]. В связи с этим целью исследования является изучение содержания МДА и активности супероксиддисмутазы (СОД) в ячмене двурядном (*H. sativum distichum*) в условиях загрязнения почв сульфатом цинка.

В качестве тест-культуры в модельном опыте был выбран ячмень двурядный (*H. sativum distichum*), в качестве субстрата использовали верхний (0-20 см) слой чернозема обыкновенного карбонатного, отобранного на территории ООПТ «Персиановская заповедная степь». В почву вносили сульфат цинка в количестве 440 мг/кг, 660 мг/кг, 880 мг/кг. Содержание МДА оценивали по степени накопления продукта его реакции с тиобарбитуровой кислотой. Активность СОД по ингибировать процесс восстановления нитротетразолия синего при аутоокислении адреналина в щелочной среде.

Наибольшее повышение концентрации МДА по сравнению с контролем наблюдается при внесении в почву $ZnSO_4$ 880 мг/кг, в 2,3 раза (рис. 1). В варианте с загрязнением $ZnSO_4$ 660 мг/кг и $ZnSO_4$ 440 мг/кг превысило контрольные значения в 1,8 раз и 1,1 раз соответственно.

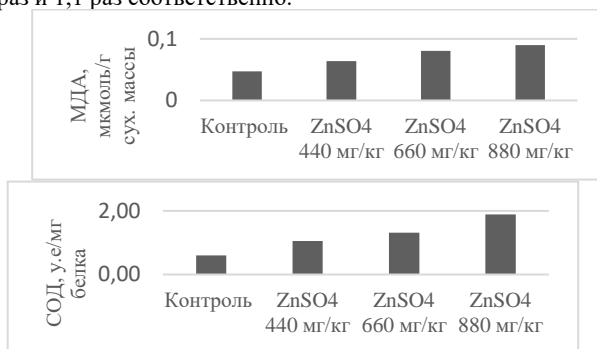


Рисунок 1 – Изменение содержания МДА и активности СОД *H. sativum distichum* при внесении в почву различных концентраций $ZnSO_4$

Наибольшее рост активности СОД по сравнению с контролем наблюдался при внесении в почву $ZnSO_4$ 880 мг/кг в 3,1 раз (рис. 1). В варианте с загрязнением $ZnSO_4$ 660 мг/кг и $ZnSO_4$ 440 мг/кг превысило контрольные значения в 2,2 и 1,7 раз соответственно.

Накопление АФК ведет к развитию в *H. Sativum distichum* окислительного стресса, проявляющегося в повышении содержания МДА. Высокая устойчивость *H. Sativum distichum* к $ZnSO_4$ связана с активацией антиоксидантных ферментов, проявляющихся в дозозависимом повышении активности СОД с увеличением концентрации цинка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной

деятельности (FENW-2023-0008) и Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030")

Литература

1. Afshana, Dar M. A., Reshi Z. A. Induced genotoxicity and oxidative stress in plants: An overview //Induced Genotoxicity and Oxidative Stress in Plants. – 2021. – P. 1-27.
2. Xie X., He Z., Chen N., Tang Z., Wang Q., Cai Y. The roles of environmental factors in regulation of oxidative stress in plant //BioMed research international. – 2019. – P. 2019.

Гидротермические условия и микроартроподы верхнего слоя почв больших лизиметров и газона Ботанического сада МГУ

Мельцаева А.М.¹

Студент, 2 курс магистратуры

*¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Факультет почвоведения, Москва, Россия*

E-mail: meltsaeva_am@rambler.ru

Важность изучения микроартропод определяется их функциональным влиянием на почвенные характеристики, включающим измельчение и распределение опада по почвенному профилю, перемешивание органического и минерального материала и изменение гранулометрического состава, стимуляцию роста корней и увеличение глубины аэробных процессов, ускорение микробных сукцессий, участие в выполнении связующей функции в круговороте веществ и потоках энергии [1]. Очевидным является и обратное: гидротермический режим, физико-химические свойства почвы, состав и структура растительного покрова и микробного населения определяют численность и состав зообиоты. Так, для микроартропод важнейшими параметрами являются гидротермические условия, пористость почвы и содержание в ней органического вещества.

Экспериментальные исследования свойств и режимов почв, численности и состава микроартропод проводились на почвах больших лизиметров, рассматриваемых как изолированная экосистема и как модель городских или рекреативных почв, и почвах газона Ботанического сада. Распределение экстрагированных методом электорной выгонки микроартропод по таксономическим группам показало, что во всех почвах сформировался комплекс, близкий к естественным. Были обнаружены наиболее распространённые представители микроартропод: коллемболы, (преимущественно Poduromorpha и Entomobryomorpha), клещи (преимущественно Oribatida), многоножки (как хищные Chilopoda, так и детритофаги Symphyla, Diplopoda), личинки насекомых (Diptera, Coleoptera, Homoptera, Thysanoptera). Количество микроартропод в почвах лизиметров значительно превышает их количество, зафиксированное в 1981 году, и приближается к количествам микроартропод в лесных биотопах [2]. Изменилось также соотношение клещей и коллембол. Хотя таксономический состав сообщества на разных объектах близок, в лизиметре с более высоким уровнем влажности и температуры почвы и меньшей амплитудой колебаний температуры, зафиксированы более высокие количественные показатели сообщества – в совокупности и по группам.

Исследование позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на перемещение почвы для создания почвенного покрова (сад) и изолированной почвенной

конструкции (лизиметры), длительное функционирование искусственных почв ведет к формированию комплекса микроартропод, близкого к естественному.

Литература

1. Стриганова Б.Р. Структура и функции сообществ почвообитающих животных // Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука. 2003

2. Бызова Ю.Б., Уваров А.В., Лобутев А.П. Почвенные беспозвоночные лизиметров с различным растительным покровом// Экология микроартропод лесных почв. М.: Наука, 1988

Влияние высоты и экспозиции склона на физико-химические и биологические свойства органо-аккумулятивных почв

Петросян А.А.

Аспирант 4 курса

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Россия

E-mail: Alisa_mayakovskaya@bk.ru

Были изучены органо-аккумулятивные почвы горной зоны Центрального Кавказа, в мировой классификационной системе WRB Umbrisols, в Ставропольском крае, Карачаево-Черкесской и Кабардино-Балкарской Республике. Почвенные разрезы были заложены на склонах северной и южной экспозиции на высотах 1960, 2600 и 2900 м. Почвы не различались по литологическим и геоморфологическим условиям. Образцы отобраны через каждые 10 см. Были использованы стандартные методики исследования физико-химических свойств почв [1,4]. В почвенных образцах определено содержание углерода микробной биомассы тремя различными методами, а именно, 1) методом определения концентрации двухцепочечной ДНК в почве, с использованием коммерческого набора FastDNA Spin Kit for soil (MP Biomedicals), с последующим окрашиванием флуорогенным красителем Quantifluor (С-ДНК), количество флуоресценции которого пропорционально количеству ДНК в образце; 2) методом оценки содержания фосфолипидов (С-ФЛ) в почве[2]; 3) методом субстрат-индуцированного дыхания (С-СИД)[3]. Кроме того, определена ферментативная активность почв: активность кислой фосфатазы и β -глюкозидазы с помощью микропланшетного метода с использованием флуорогенно меченных субстратов на основе 4-метилумбеллиферола и процедуры гетеромолекулярного обмена, а также уреазная активность с помощью индофенольного метода [5,6].

При сравнении трех методов изучения микробной биомассы метод С-ДНК давал заниженные значения в верхних горизонтах, в связи с ослаблением взаимосвязи между концентрацией дцДНК и микробного углерода в почвах, богатых органическим веществом. Метод С-СИД, несмотря на схожие значения с С-ФЛ, давал заниженные значения в нижних горизонтах. Следовательно, метод С-ФЛ является наиболее оптимальный для горных почв, богатых органическим веществом.

При проведении статистического анализа был использован метод главных компонент (рис.1). Фактор 1 связан с глубиной и объясняет 54.6 %

общей дисперсии. Биологические и химические показатели уменьшаются вниз по профилю, гранулометрический состав утяжеляется. Фактор 2 связан с экспозицией склона и высотой, объясняет 17.0 % общей дисперсии. Южные склоны сильно расчленены, в то время как склоны северной экспозиции на высотах 2600–2900 м были схожими. Почвы склона южной экспозиции показали смещение pH в более нейтральную сторону с высотой и увеличение содержания нитратного азота. С увеличением высоты уменьшается содержание илистой фракции и отношение C:N, что говорит об уменьшении доступности органического вещества для микроорганизмов с высотой.

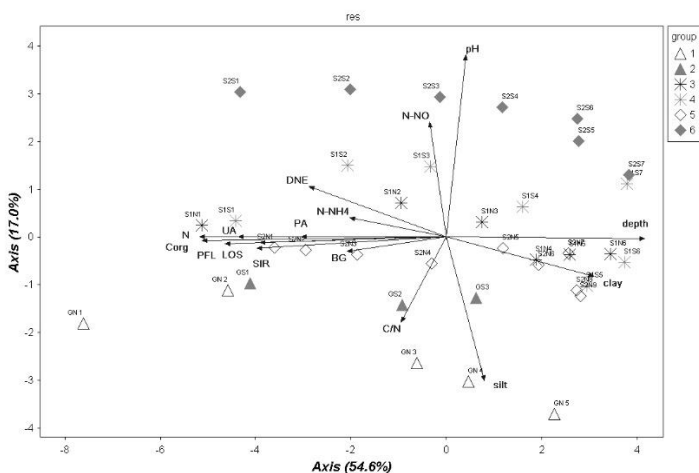


Рисунок 1. Статистический анализ физико-химических и биологических свойств органо-аккумулятивных почв. Условные обозначения: 1 – склон северной экспозиции на высоте 1960 м; 2 – склон южной экспозиции на высоте 1960 м; 3 – склон северной экспозиции на высоте 2600 м; 4 – склон южной экспозиции на высоте 2600 м; 5 – склон северной экспозиции на высоте 2900 м; 6 – склон южной экспозиции на высоте 2900 м.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 22-68-00010

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд. МГУ, 1970. 490 с.

Т22омутова Т.Э., Демкин В.А. Оценка биомассы микробных сообществ почв сухих степей по содержанию в них фосфолипидов // Почвоведение. 2011. № 6. С. 748–754.

3. *Anderson J.P.E., Domsch K.H.* Physiological method for quantitative measurement of microbial biomass in soils // *Soil Biology and Biochemistry*. 1978. V. 10. P. 215–221. [https:// doi.org/10.1016/0038-0717\(78\)90099-8](https://doi.org/10.1016/0038-0717(78)90099-8).

4. *Hood-Nowothy R., Hincó-Najera Umana N., Inselbacher E., Oswald-Lachouani Wolfgang Wanek P.* Alternative methods for measuring inorganic, organic, and total dissolved nitrogen in soil // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2010. V. 74. P. 1018–1027.

5. *Kandeler E., Gerber H.* Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium // *Biology and fertility of Soils*, 1988. V.6, P. 68-72.

6. *Fornasier F., Margon A.*, Bovine serum albumin and Triton X-100 greatly increase phosphomonoesterases and arylsulphatase extraction yield from soil // *Soil Biology & Biochemistry*, 2007. V. 39. P. 2682-2684.

Эффект воздействия гидроуглей на активность дегидрогеназ чернозема обыкновенного

Привизенцева Д.А.

Студент, 1 курс магистратуры

Южный федеральный университет,

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

E-mail: dashaprivi@gmail.com

В настоящее время назревает острая проблема деградации почв, отведенных под сельскохозяйственные нужды, в связи с чем появляется угроза снижения плодородия и продуктивности почв. Решением данной проблемы может служить почвенная добавка (гидроуголь), полученная путем переработки сырья в процессе гидротермальной карбонизации. Данный процесс осуществляется при относительно низких температурах (180–260 °С) и высоком давлении (2–6 МПа). Известно, что добавление гидроугля в почву приводит к увеличению микробной активности за счет внесения с ним питательных веществ. Однако данных по влиянию гидроуглей на биологическую активность почв до сих пор недостаточно.

Целью данной работы являлась оценка влияния двух видов гидроуглей на ферментативную активность чернозема обыкновенного Ботанического сада Южного федерального университета. Щепя яблоневого дерева для гидротермальной карбонизации была приобретена на коммерческой основе и не требовала дополнительной обработки. Температура гидротермальной карбонизации для двух видов гидроугля составляла 180±10 °С (НВ₁₈₀) и 250±10 °С (НВ₂₅₀). В обоих случаях время выдержки составляло 1 час.

В 6 контейнеров объемом 1000 см³ помещали 500 граммов почвы. В пять из них вносили соответственно НВ₁₈₀ в дозах 0,5, 1 и 5 % (по массе) и НВ₂₅₀ в дозах 0,5 и 1 % (по массе) и тщательно перемешивали. В качестве контроля выступала почва без добавки гидроугля. Каждая обработка почвы проводилась в трехкратной повторности. Контейнер накрывали крышкой с шестью перфорациями для обеспечения газообмена. Инкубацию осуществляли в комнатных условиях (20–25°С) в течение 7 суток. Влажность регулировали весовым методом. Определение ферментативной активности осуществляли с помощью стандартных методик [1].

Биологическая активность оценивалась на примере дегидрогеназ, как информативного показателя микробиологической активности почв. Максимальная активность дегидрогеназ отмечалась в контроле. В вариантах с гидроуглем отмечали подавление биологической активности на 54–27 %. Активность дегидрогеназ выше при обработке НW₂₅₀ вне зависимости от дозы. Минимальная ферментативная активность отмечается при обработке НW₁₈₀ в дозе 0.5 %. Другие исследователи отмечали неоднозначный эффект гидроугля на биологическую активность. В исследовании [3] ученые отмечают, что фермент или его субстрат может адсорбироваться на поверхности гидроуглерода. После связывания фермента происходит его денатурация, вследствие чего происходит снижение активности внеклеточных энзимов. Другие исследователи отмечают стимулирование ферментативной активности почвы после ее обработки гидроуглем [2].

Литература

1. 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.
2. Tarf O. J., Akça M.O., Donar Y.O., Bilge S., Turgay O. C., Snağ A. The short-term effects of pyro-and hydrochars derived from different organic wastes on some soil properties // *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022. Vol. 12. P. 129–139.
3. Swaine M., Obrike R., Clark J.M., Shaw L.J. Biochar alteration of the sorption of substrates and products in soil enzyme assays // *Applied and Environmental Soil Science*. 2013.

Связь структуры сообщества микроартропод с микробиологической активностью и свойствами почв различных природных зон ***Рубец Мария Константиновна¹, Тхакахова Азида Климентовна², Семенов Михаил Вячеславович², Леонов Владислав Дмитриевич³***

Студент; к.с.-х.н.; к.б.н; к.б.н

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет почвоведения,

2 - ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Лаборатория почвенного углерода и микробной экологии

3 - Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова, Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии

E-mail: sibery.litile@yandex.ru, v.d.leonov@gmail.com

Микроартроподы — многочисленная и разнообразная в видовом отношении группа почвенных животных. Из литературы известно много примеров, свидетельствующих о их значимости в функционировании почвенного яруса экосистем. Поскольку значительная доля микроартропод является сапрофитами [1], они вовлечены в многоступенчатые процессы трансформации вещества и энергии в почвах, в силу чего, отводимая им роль не может быть рассмотрена в отрыве микробного сообщества почв. Различные показатели микробиологического статуса почв могут помочь лучше понять и объяснить таксономический состав и численность микроартропод в почвах.

В данной работе мы оценили связь функционирования микробиома почв с численностью основных групп микроартропод на широтной трансекте (Московская область, Воронежская область, Республика Дагестан). В подстилочных и гумусовых горизонтах почв трёх исследованных биотопов были установлены основные индексы функционирования микробиологического сообщества: базальное дыхание почвенных микроорганизмов, углерод микробной биомассы, эффективность потребления углерода. Наряду с этим определены зольность подстилочного материала, содержание азота и углерода, и оценено фракционирование стабильных изотопов углерода и азота в почвах. С помощью многомерного шкалирования и применения множественной регрессии к численности основных групп микроартропод и почвенным свойствам была установлена связь численности Collembola с углеродом микробной биомассы, а также величиной базального дыхания в почвах. Численности орибатид и встреченных в пробах представителей макрофауны также имели позитивную корреляцию с углеродом микробной биомассы и базальным дыханием. Максимального уровня данные показатели, как и численность Oribatida и макрофауны, достигали в Московской области. Численность Mesostigmata имеет позитивную корреляцию с количеством азота в почвах. Эти показатели достигают максимумов на территории Республики Дагестан.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, № 22-74-00101 “Роль факторов среды в формировании сообществ почвенных орибатид (Acari: Oribatida) Европы”, <https://rscf.ru/project/22-74-00101/>

Литература

1. Potapov A. M. et al. Feeding habits and multifunctional classification of soil-associated consumers from protists to vertebrates //Biological Reviews. – 2022. – Т. 97. – №. 3. – С. 1057-1117.

Антагонистическая активность эндофитных дрожжей против фитопатогенных грибов

Савченко В.Е.

Студент, 2 курс магистратуры

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: vesavchenko21@gmail.com

В сельском хозяйстве достаточно остро стоит проблема борьбы с фитопатогенными грибами, вызывающей повреждения листьев, плодов и корнеплодов, что нередко приводит к гибели урожая [1]. Среди микроорганизмов, потенциально проявляющих антагонистическую активность против фитопатогенов, дрожжи являются наиболее безопасными ввиду их естественного сосуществования с растениями, а также неспособности к синтезу токсичных вторичных метаболитов [2].

При этом дрожжи сочетают в себе довольно сильную антифунгальную активность с широким спектром биотехнологически ценных свойств [3]. Практическое применение дрожжей в качестве агентов биологического контроля зависит от силы их антагонистической активности, а также спектра микроорганизмов, против которых их можно будет использовать [2].

В качестве объектов исследования были использованы 103 штамма эндофитных дрожжей, относящихся к 17 видам, а также 16 штаммов фитопатогенных грибов из родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* и *Ustilago*, относящихся к 8 широко распространенным видам.

Совместное культивирование методом посева «культура против культуры» осуществлялось на средах: сусло агар (МА), картофельно-декстрозный агар (PDA), глюкозо-пептонный агар (GPA).

Из исследованных дрожжей-эндофитов примерно 20% штаммов из отделов *Ascomycota* и *Basidiomycota* проявляют антагонистическую активность при совместном культивировании. *Aureobasidium pullulans*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Rhodotorula babjevae*, *Yarrowia deformans*, *Yarrowia lipolytica* проявили наибольшую антагонистическую активность против исследованных фитопатогенов. Штаммы дрожжей, выделенные из российской и импортной сельскохозяйственной продукции, дают схожие результаты по проявлению антагонизма. В коллекции дрожжей-эндофитов были обнаружены антагонисты практически ко всем исследованным фитопатогенам, однако, полученные нами результаты демонстрируют сильное проявление штаммовых свойств фитопатогенов в виде разной устойчивости при действии одних и тех же культур дрожжей. Наиболее перспективными для дальнейшего исследования являются штаммы *Aureobasidium pullulans* YE-0242, YE-0256 и YE-0260.

Литература

1. Кулаковская Е. В. Целлобиозолипиды: структура, распространение, фунгицидная активность. – М.: «Научный мир», 2015. – 114 с.
2. Sipiczki M., Selim S. A. Antagonistic yeasts from a salt-lake region in Egypt: identification of a taxonomically distinct group of phylloplane strains related to *Sporisorium* // Antonie van Leeuwenhoek. – 2019. – V. 112. – № 4. – P. 523-541.
3. Freimoser F. M., Rueda-Mejia M. P., Tilocca B., Migheli Q. Biocontrol yeasts: mechanisms and applications //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2019. – V. 35. – № 10. – P. 1-19.

Угледородокисляющие бактерии из нефтезагрязненной почвы и нефтешлама Ромашкинского нефтяного месторождения и их способность к образованию биоПАВ

Самигуллина С.Р.

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
E-mail; samigullinasalimar@gmail.com

Разработка Ромашкинского месторождения ведется с середины XX века. За это время накопились большие объемы нефтешламов, которые нуждаются в утилизации. Разливы нефти при авариях в ходе добычи нефти вызывают локальные загрязнения почвы нефтепродуктами, которые также нуждаются в очистке. Биоремедиация загрязненных нефтью почв и водосемов с использованием нефтеокисляющих микроорганизмов широко используется во всем мире. Поиск бактерий, эффективно деградирующих разные компоненты нефти и нефтешламов, представляется актуальной задачей. Нефтеокисляющие бактерии могут быть использованы также для нагнетания в нефтяные пласты с целью увеличения нефтеизвлечения.

Целью работы являлось выделение аэробных углеводородокисляющих бактерий (УОБ) из нефтезагрязненной почвы, нефтешлама и пластовой воды Ромашкинского нефтяного месторождения и анализ их способности к образованию биоПАВ.

Объекты исследования расположены на территории Сармановской площади Ромашкинского нефтяного месторождения (Татарстан). В июне 2023 года был произведен отбор проб нефтезагрязненной почвы в зоне добывающей скважины 10171, нефтешлама из шламохранилища Е5 и две пробы воды (из нагнетательной скважины 5314 и из призабойной зоны нагнетательной скважины 5204). В соответствии с принятой классификацией почв РФ 2004 года, отобранная почва относится к серым типичным почвам, по классификации IUSS Working group WRB, 2015 – к Chernic Phaeozems.

В ходе работы были использованы микробиологические, аналитические, молекулярно-биологические и биоинформатические **методы исследования**.

Численность аэробных органотрофных бактерий варьировала от десятков клеток в 1 мл пластовой воды до 10^{10} кл/г в пробе нефтезагрязненной почвы. Молекулярно-биологическим методом анализа V3-V4 региона гена 16S рРНК в составе сообществ выявлены бактерии филумов *Pseudomonadota*, *Actinobacteriota*, *Bacteroidota*, *Verucomicrobiota* и другие. На селективных питательных средах с нефтью были выделены 12 чистых культур УОБ, из которых для дальнейшего изучения были отобраны 8 штаммов, принадлежащих к родам *Alkalihalobacillus*, *Halomonas*, *Microbacterium*, *Peribacillus*, *Planococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus* и *Stutzerimonas*. Все исследуемые штаммы относились к мезофильным галотолерантным бактериям, имели температурный оптимум роста в интервале 15–30°C, интервал концентраций NaCl для роста в среде составлял от 0 до 160 г/л. Штаммы, снижающие поверхностное натяжение до 45 мН/м, считаются перспективными продуцентами ПАВ. Определены реологические характеристики культуральных жидкостей штаммов *Rhodococcus erythropolis* TG82, *Planococcus citreus* TG72 и *Alkalihalobacillus clausii* TG76, выращенных на нефти. Показано, что штаммы продуцировали биоПАВ, снижающие поверхностное натяжение среды на границе с воздухом с 60 мН/м до 25,0–35,3 мН/м. Штаммы могут быть использованы для биоремедиации местообитаний, загрязненных нефтью, и нагнетания в нефтяные пласты для увеличения нефтеизвлечения.

Исследования были выполнены при поддержке гранта РНФ № 21-64-00019.

**Эндوفитные дрожжи в плодах *Malus domestica*, отобранных в ряде районов
Москвы и Московской области**

**Скорбенко Владислав Олегович, Соколов Сергей Васильевич,
Кирюхина Мария Андреевна**

Студенты

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева,

Институт зоотехнии и биологии, Москва, Россия

E-mail: trogloditov@gmail.com

Яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh), традиция выращивания которой человеком восходит к античным временам, относится в настоящее время к наиболее распространённым и самым экономически значимым плодовым культурам, причём в бореальном климате на текстурно-дифференцированных почвах таёжной и широколиственной зон яблоня бесспорно доминирует среди плодовых растений. Как показали прежние исследования, дрожжи в природе помимо почвенной среды тяготеют к запасующим тканям растений, богатым легкодоступными сахарами, в частности к сочным плодам, а в плодах яблони домашней и сходных с ними яблоках родов *Malus*, *Pyrus*, *Sorbus* etc часто обнаруживают дрожжевые организмы, некоторые из которых могут иметь промышленную значимость или выступать в роли иммунопротекторов. Цель работы – исследование видового состава и свойств штаммов дрожжей, обитающих в плодах яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.).

Для эксперимента было выбрано шесть площадок отбора – две в Москве и четыре в Московской области – так чтобы в совокупности они образовывали полосу, протяжённую с северо-запада на юго-восток области. Площадками в Москве выступили территория РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и музей-заповедник «Коломенское», площадками в Московской области выступили город Клин, город Климовск Подольского района, село Талалихино Чеховского района, село Верховлянь Ступинского района. Были отобраны и описаны яблоки сортов Анис, Антоновка, Богатырь, Штрифель, Юбилейное и иные. На чашка с плотными средами (среда Чапека, пептонно-дрожжевой агар) по принятой технологии были получены 7 штаммов дрожжей, в дальнейшем описанные и сохранённые в рабочую коллекцию

В ходе работ были описаны роды эндوفитных базидиомицетовых и аскомицетовых дрожжей, встречающихся в плодах яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.) в Москве и Московской области, и установлены различия яблонь по перечню и отношению родов дрожжей в различных яблоках, отобранных на одних и тех же площадках, и между площадками отбора.

Авторы благодарят за помощь в постановке опыта асс. преп. Г.В. Уварова.

**Таксономическое разнообразие прокариотных сообществ грунтов
полуострова Брокнесс в Антарктиде.**

Филатов Иван Дмитриевич

Студент 3 курса бакалавриата

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

ivan_filatov21@mail.ru

Уникальный состав прокариотного комплекса островов Антарктиды является значимым объектом исследования. Экстремальные условия окружающей среды способствуют созданию особых экосистем, при этом разные участки Антарктиды представляют собой обособленные геосистемы с разным составом микроорганизмов. Изучение микробных сообществ, адаптированных к неблагоприятным условиям обитания, даёт возможность оценить уровень таксономического разнообразия и его изменчивости в экосистемах, а также исследовать ранее не культивируемые и мало изученные таксоны.

Целью работы являлась оценка таксономического разнообразия и численности прокариот в грунтах Антарктиды полуострова Брокнесс.

Для анализа были выбраны образцы мёрзлых грунтов из долины Рейд-Скандретт на полуострове Брокнесс материка Антарктиды, отобранных в феврале-марте 2022 года. Выбранная для изучения катена располагается между озёрами «Рейд» и «Скандретт», рядом с австралийской полярной станцией «Lawbase».

В ходе работ использовались молекулярно-биологические методы (RT-PCR, секвенирование, метагеномный анализ).

Образец, расположенный в нижней точке катены содержит больше всего представителей филума *Pseudomonadota* (47,8%), в котором доминирует класс *Gammaproteobacteria*. По мере продвижения вверх по катене число бактерий данного класса уменьшается (32,51%) с увеличением доли *Alphaproteobacteria*, а на самой верхней точке этого участка с превышением в 10 м, их число уменьшается до 23,85%, с равной и небольшой (около 5%) долей *Alpha*, *Beta* и *Gammaproteobacteria*. При этом наблюдается обратная корреляция численности филумов *Verrucomicrobiota* (с 3,5% до 11), *Bacteroidota* (с 12 до 16%), *Planctomycetota* (с 7 до 16,4 %), *Acidobacteriota* (с 1 до 4%) и некультивируемых форм *Saccharibacteria_TM7* (с 3 до 5%) и *Oligoflexia* филума *Bacteroidota* (с 2 до 6%). Только в последнем образце были обнаружены представители филума *Cyanobacteriota* (1,5 %).

Эти данные свидетельствуют о повышении биологического разнообразия прокариотической компоненты при продвижении снизу вверх по катене. Также, оценка α -разнообразия при помощи индекса Шеннона, возрастающего вверх по катене с 5,19 до 5,89, показывает заметное увеличение разнообразия экосистемы с высотой. Изменение микроклимата, включающее увеличение влажности и снижение температуры, приводит к доминированию *Pseudomonadota* в нижней точке, и конкретно, бактерий рода *Arenimonas*, в то время как на повышении наблюдается высокое разнообразие олиготрофных микроорганизмов, таких как *Spartobacteria* и *Saccharimonas_c*. Обнаружение представителей филума *Cyanobacteriota*, достаточно распространённых в полярных регионах, только в образце высшей точки катены, может быть связано с высоким значением УФ излучения в районах склоновых понижений. В результате исследований выявлена корреляция изменений разнообразия бактериологического сообщества в грунтах катены на разных таксономических уровнях.

**Биодиагностика экотоксичности серебра по биологическим показателям
состояния чернозема обыкновенного**
Цепина Наталья Игоревна

Старший 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

Широкое применение наночастиц серебра (AgNPs) в различных отраслях промышленности, несомненно, приводит к увеличению производства AgNPs и, как следствие, увеличению рисков загрязнения окружающей среды и почвенных экосистем.

Цель работы — провести биодиагностику экотоксичности серебра по биологическим показателям состояния чернозема обыкновенного.

В качестве объекта исследования выбран чернозем обыкновенный. Чернозем обладает высоким уровнем плодородия, благодаря чему широко используется в сельском хозяйстве. В лабораторных условиях было смоделировано загрязнение чернозема обыкновенного AgNPs размером 10 нм в концентрациях 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50 и 100 мг/кг. В настоящем исследовании были использованы методы биодиагностики для оценки экотоксического влияния AgNPs на почвенную биоту (активность каталазы, дегидрогеназ, инвертазы, фосфатазы, уреазы, общая численность бактерий, обилие бактерий рода *Azotobacter*, всхожесть и длина корневой редиса) на 30 сутки экспозиции. На основе исследованных биологических показателей рассчитывали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы. В настоящем исследовании проводили ранжирование по чувствительности и информативности к AgNPs всех биологических показателей. Чувствительность определяли по тому, как происходит снижение показателей в почве с AgNPs относительно незагрязненной. Информативность оценивали по тесноте корреляции (r) между показателем и концентрацией серебра в почве. Степень снижения ИПБС отражает нарушение разных групп экосистемных функций почвы. Концентрация AgNPs, вызывающая нарушение целостных функций, отвечающих за плодородие почв, может считаться критическим значением содержания AgNPs в данной почве, превышение которого недопустимо.

Для проверки полученных данных на достоверность был проведен дисперсионный анализ с последующим определением наименьшей существенной разности (НСР).

Установлено, что чем больше было внесено в почву AgNPs, тем сильнее был экотоксический эффект на биоту. Диапазон выявленных коэффициентов корреляции между биологическим показателем и содержанием AgNPs в черноземе обыкновенном находится в пределах от (-0,67) до (-1,00). Обилие бактерий рода *Azotobacter* обладает наибольшим коэффициентом корреляции, а общая численность бактерий наименьшим. В то же время, показатель общей численности бактерий является наиболее чувствительным к загрязнению почв AgNPs из всех исследованных. Установлено критическое значение содержания AgNPs в черноземе обыкновенном, которое составляет 0,4 мг/кг серебра в почве. Данное критическое значение AgNPs рекомендуется для использования при нормировании почв, загрязненных AgNPs.

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

Функциональные показатели микробных сообществ как характеристика агроистощения чернозёма выщелоченного

Чекин М.Р.

Соискатель

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: mrchekin@soil.msu.ru

В результате сельскохозяйственной деятельности происходит изменение физических, химических, а также биологических свойств почвы. Состояние микробного сообщества является важным показателем качества почвы и может влиять на химические свойства почвы, такие как содержание органического вещества и общего азота.

Целью исследования являлось выявление наиболее чувствительных микробиологических показателей, которые характеризуют степень агроистощения чернозема выщелоченного. Были проанализированы образцы пахотного горизонта (0-20 см) чернозема выщелоченного, в количестве 25 штук, отобранные в агрохозяйствах Кузнецкого района Пензенской области. Определялись следующие микробиологические показатели: базальное дыхание почвы, интенсивность актуальной и потенциальной денитрификации, скорость потенциальной азотфиксации и эмиссии метана, биомасса микроорганизмов по субстрат-индуцированному дыханию, метаболический коэффициент (qCO_2), общая численность прокариот и численность метаболически активных бактерий и архей. Микробиологические процессы определяли в трехкратной повторности, численность микроорганизмов – в двукратной. Для статистической обработки использовали метод дискриминантного анализа с помощью программного обеспечения Stat Soft Statistica 10.

В более ранней работе [1] данные образцы были проанализированы на содержание гумуса, обменного калия, подвижного фосфора и кислотности почвы, рассчитаны степени деградации. Результаты дискриминантного анализа показали, что по микробиологическим показателям происходит разделение образцов почв в соответствие со степенью деградации. Базальное дыхание, метаболический коэффициент и потенциальная денитрификация были признаны не значимыми для диагностики степени деградации. Для того, чтобы найти показатели, более удобные для практического применения, а также имеющие биологический смысл, были найдены дискриминантные функции. Выявлено два биологических фактора, которые коррелируют со степенью деградации по показателям агроистощения. Первый фактор позволяет выявить три диапазона степеней деградации Второй фактор позволяет дополнительно разделить степень деградации от минимальной к средней и высокой. Первым фактором оказалась удельная азотфиксация, вторым – активная микробная биомасса. Выявлено, что с увеличением степени деградации почв удельная азотфиксационная активность уменьшается, а изменения активной биомассы имеют волнообразный характер, что может служить индикатором качественного изменения микробной системы, что в конечном счете указывает на увеличение степени деградации.

Литература

1. Макаров О.А., Марахова Н.А., Красильникова В.С., Крючков Н.Р., Чекин М.Р., Абдулханова Д. Р. Опыт оценки ущерба от деградации почв и земель муниципальных образований Российской Федерации // Земледелие, 2022, № 4. – С. 3-7.

Подсекция «Генезис, эволюция и экология почв»

Зооиндикация состояния почв участка территории лесопарка «Рассказовка» прилегающего к Боровскому шоссе

Томенюк Д.А., Астафьева А.Р.

Абитуриент

ГБОУ «Школа №1467», 119634, г. Москва, ул. Шолохова, д. 9

E-mail: tomendariaa@gmail.com

Почвенная подстилка – это особый органогенный поверхностный горизонт почвы, состоящий из измельченного и затронутого разложением мертвого органического вещества - опада растений. Изучалась травяная и листовая почвенная подстилка, так как она является основным местообитанием животных в почвах [1]. Выбор подстилки как объекта исследования обусловлен ещё и тем, что основные химические загрязнители, проникая в почву, в первую очередь контактируют с её верхним горизонтом - подстилкой. Гипотеза: негативное воздействие крупной автодороги приведёт к уменьшению обилия беспозвоночных животных-представителей размерной группы нанофауны. Задачи: 1. Отобрать образцы генетического горизонта почвы О (подстилка); 2. Провести исследование обилия почвенной нанофауны модернизированным методом стекол обрастания; 3. Оценить последствия негативного воздействия со стороны Боровского шоссе на почву лесопарка. Зоологическое изучение было направлено на исследование почвенных беспозвоночных животных из размерной группы нанофауны (нематоды, коловратки, тихоходки, голые и раковинные амёбы) как вездесущие компоненты зоокомплекса почв, по которым можно провести зооиндикацию. Подстилки отбирались в октябре 2023 года, высушивались до воздушно-сухого состояния. Подстилку помещали по 3 г. в чашки Петри, а на поверхность почвы помещали по 5 покровных стекол 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 на рассеянном дневном свете на подоконнике северной экспозиции. Стёкла изымали из почвы и микроскопировали на микроскопе «Биомед-6 ЛЮМ» (10x объектив) с фотофиксацией животных на цифровую камеру DCM-510; морфометрический анализ микробных образцов проводили в программе ScorePhoto. Обилие нематод снижено в подстилке на территории, вплотную прилегающей к Боровскому шоссе, что может свидетельствовать о сильном загрязнении этой территории. Обилие бделлоидных коловраток везде одинаковое. Более малочисленные представители почвенной нанофауны - одногнадные коловратки и тихоходки не были нами зарегистрированы на стеклах обрастания. Доля живых раковинных амёб снижена в подстилке на территории, вплотную прилегающей к Боровскому шоссе, что может свидетельствовать о сильном загрязнении этой территории. Обилие живых раковинных амёб везде одинаковое. Обилие голых амёб меньше на стекле обрастания в придорожной почве. Следует рекомендовать установить защитные экраны вдоль Боровского шоссе на протяжении всего участка дороги, прилегающего к лесопарку, чтобы снизить поступление токсичной пыли. Нужно провести специальные водоотводящие каналы, чтобы снизить поступление загрязнённых вод с дороги на территорию лесопарка. Предлагаем раз в несколько лет менять

верхний слой почвы на территории, прилегающей вплотную к дороге. Рекомендую проводить мониторинговые мероприятия по выявлению фитопатогенных нематод в почве для оценки состояния территории лесопарка. Для оценки состояния территории лесопарка рекомендуем провести более углубленный ризоподный анализ с определением по панцирям диагностических видов раковинных амёб, характерных для загрязненных почв.

Литература

1. Бабьева И.П., Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М. Биология почв. Издательство Московского университета. М. 2005. 445 с.

Запасы почвенного углерода в приморских ландшафтах Карельского берега Белого моря

Багдасаров Илья Егорович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: ilva5283@yandex.ru

В контексте глобального изменения климата, все больше внимания уделяется изучению природных пулов углерода. Вклад береговых ландшафтов в глобальный углеродный цикл и то, сколько углерода депонируется в береговой зоне морей - это вопрос, который начали изучать сравнительно недавно. Однако приморские экосистемы уже признаны огромным пулом углерода, выявлены значительные запасы углерода в почвах береговой зоны и доказана существенная роль берегов в смягчении эффекта глобального потепления [1]. Тем не менее механизмы накопления углерода на берегах, а также акторы, влияющие на этот процесс, все еще недостаточно изучены.

В рамках текущего исследования была поставлена цель изучить запасы почвенного углерода в почвах маршевых экосистем Карельского берега Белого моря в окрестностях Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова (66°33'17'' N, 33°06'01'' E). На маршах принято выделять три уровня: нижний, средний и верхний. Маршевые луга нижнего уровня ежедневно затапливаются в прилив, на них обитают факультативные галофитные виды. Средний уровень маршей заливаётся только во время сизигийных приливов и покрыт сомкнутой галофитной растительностью. На верхнем же уровне маршей произрастают сообщества видов, устойчивых к слабому засолению грунтов, морская вода достигает этого уровня во время нагонов и штормов. На каждом из контрольных участков была заложена трансекта, которая делилась на три части - на три маршевых уровня. На каждом из таких уровней было заложено по разрезу мощностью 50 см. Отбор почвенных проб производился каждые 10 см в одной повторности при использовании почвенного кольца. В отобранных образцах определялось содержание органического углерода методом сухого сжигания, а также плотность почвы. Запасы углерода определялись расчетным способом.

В результате установлено, что наибольшие запасы почвенного углерода во всех случаях приурочены к верхнему уровню маршей. Это объясняется тем, что

на данном уровне условия среды наиболее благоприятны для произрастания растительности, что позволяет развиваться сомкнутому растительному покрову. Данное обстоятельство способствует накоплению больших запасов углерода. «Мористые» же участки ежедневно находятся под слоем соленой воды, из-за чего растения испытывают солевой стресс и не набирают существенной биомассы, в результате запасы углерода в почвах таких участков крайне бедны.

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

Литература

1. Duarte C. M. et al. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation // Nature climate change. 2013, Vol. 3., №. 11. p. 961-968.

Влияние пожара на свойства почв юга России в модельном эксперименте

Вилкова В.В.

Студент

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии
им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: lera.vilkova.00@mail.ru*

Леса являются самым большим стоком углерода среди экосистем суши. При этом ежегодно увеличивающаяся частота лесных пожаров приводит к тому, что леса становятся в большей степени источником углерода, а не его поглотителем [4]. Почва, как один из компонентов экосистемы, также испытывает на себе всестороннее влияние пирогенного фактора. Изменение биологических свойств почв после пожаров снижает их способность полноценно выполнять экологические функции, нарушая при этом биохимические циклы круговорота веществ. Ранее отмечено снижение ферментативной активности почв после пожаров разной интенсивности [1, 2, 5].

Целью настоящей работы является изучение влияния пирогенного воздействия на биологические свойства трех типов почв юга России в модельном эксперименте в полевых условиях. Объектами исследования являются почвы: чернозем, коричневая, бурозем. Для определения биологической активности постпирогенных почв по общепринятым в биологии и почвоведении методам [3] была исследована ферментативная активность (каталаза, уреазы, инвертазы, дегидрогеназы).

Модельные опыты имеют целый ряд преимуществ [3]. Модельные эксперименты проведены в трех разных экосистемах (мезофитные леса на территории Республики Адыгея, ксерофитные леса на территории Краснодарского края, залежь и сосновый лес на территории Ростовской области) на трех типах почв: бурозем кислый, коричневая почва, чернозем обыкновенный. Пирогенное воздействие имитировали при помощи пламени горелки, время воздействия составило 5 минут. Активность ферментов из класса оксидаз (каталаза, дегидрогеназы) для бурозема и коричневой почвы снижена в среднем на 24%. Оксидазы чернозема более устойчивы к воздействию пирогенного фактора. Активность гидролаз (инвертазы, уреазы) снижена для всех исследуемых почв в среднем на 34% по сравнению с контрольными значениями.

Таким образом, установлен ряд устойчивости биологических свойств почв юга России на пирогенное воздействие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (№ FENW-2023-0008).

Литература

1. Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Привизенцева Д.А., Нижельский М.С., Колесников С.И. Изменение активности ферментов постпирогенных почв заповедника «Утриш» (Россия) на ранних стадиях сукцессии // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2023. – Т. 8(3). – С. 10–23.
2. Вилкова В.В., Нижельский М.С., Казеев К.Ш. Оценка влияния факторов пирогенного воздействия на биологические свойства почв: Монография – Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет, 2023. – 152 с.
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.
4. Ponomarev E.I., Zabrodin A.N., Shvetsov E.G., Ponomareva T.V. Wildfire Intensity and Fire Emissions in Siberia // Fire. – 2023. – Vol. 6. – №7. – P. 246.
5. Vilkova V.V., Kazeev K.S., Shkhatpatsev A.K. et al. Reaction of the Enzymatic Activity of Soils of Xerophytic Forests on the Black Sea Coast in the Caucasus to the Pyrogenic Impact // Arid Ecosystems. – 2022. – Vol. 12. – P. 93–98.

Влияние покрытия из древесной щепы на почвы тропинойной сети парковой территории: оценка по результатам фитотестирования

Горохов К.А., Славиогло В.Д.

Студенты, 4 курса бакалавриата

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия.

E-mail: gorki0211@gmail.com

Идёт рост посетителей городских парков, лесов и скверов, который ведёт к увеличению антропогенной нагрузки. Люди вытаптывают и протаптывают новые тропы, дорожки. Главный Ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) столкнулся не только с этой проблемой, но и с накоплением древесного материала в ходе расчисток территории. В рамках Лесного кодекса [1] ГБС РАН накапливает большие объёмы древесины из-за запретов на вывоз и продажу данного материала. Единственный способ уменьшить занятые площади, является созданием щепы. Поэтому рациональным природопользованием можно считать использование данного материала в том числе и в подсыпке на тропинойную сеть.

Цель работы - определить пригодность древесной щепы как покрытия для пешеходных дорог на территории объекта зеленой инфраструктуры города.

Исследования проводились в «Заповедной дубравы» и близлежащих территорий ГБС РАН. В рамках исследований было определено 3 пробных площадки

на реальной дорожно-тропиночной сети, также были заложены 4 опытные площадки, где смоделировано воздействие щепы при рекреационной нагрузке и без нее. На тропе со многолетней щепой (ТСЩ) была заложена трансекта (Центр, 80 см, 2 м). Образцы верхних гумусовых горизонтов исследовались аппликатным методом биотестирования на семенах овса посевного (*Avena sativa L.*) и горчицы белой (*Sinapis alba L.*) [2]. В ходе проведения опыта показано, что по центру трансекты ТСЩ идёт угнетение вегетативных частей растений овса: длина корня (К) составила 27 мм, ростков (Р) 20 мм по центру; 41 мм для (К) и (Р) на удалении 80 см; 57 мм (К) и 52 мм (Р) на удаление 2 м, при фоновых значениях для овса 39 мм (К) и 43 мм (Р). Эти показатели соответствуют данным фитозффекта (относительно к контролю на дист. водой), оказанному на овёс: -58,49% (К), -58,58% (Р) – центр; -36,40% (К), -18,28% (Р) – 80 см; -12,60% (К), 3,04% (Р) – 2 м, при фоновом -40,58% (К) и -14,25% (Р). Для тропы без щепы данные составили 44 мм (К) и 49 мм (Р). Видно, что идёт спад влияния щепы при удалении от центра воздействия. На первых этапах существования тропинок с покрытием, щепы не оказывает значимого отрицательного воздействия на биологическую активность почвы. Так данные по 4 опытными площадкам показали, что в первый год отсутствуют большие различия между теми, которые находились в покое: 31; 46 мм (К) и 42; 33 мм (Р) и под нагрузкой: 31; 26 мм (К) и 40; 38 мм (Р). Эти значения ниже фоновых, что свидетельствует о малом угнетении в первый год. Фитотестирование на *S. alba* показало слабую зависимость от наличия щепы, что видно по 4 опытными площадкам: в покое: 98; 75 мм (К) и под нагрузкой: 88; 66 мм (К), также в трансекте: 63,5 мм – центр; 62,3 мм – 80 см; 87,6 мм – 2 м. При фоновом значении в 65 мм.

Стоит отметить, что в данном эксперименте результаты по изменению длины корней овса оказались более информативными. Это связано с более высокой энергией прорастания семян (%): у овса – 96, у горчицы 70. Для овса среднее значение составило 129 мм и дисперсия равной 264 мм², а для горчицы 74 мм и 1930 мм².

Литература

1. "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ
2. Терехова В.А., Рахлеева А.А., Федосеева Е.В., Кирюшина А.П. Практикум по биотестированию экотоксичности почв: учебное пособие / Москва: МАКС Пресс, 2022. – 102 с.

Взаимодействие почвенных микроорганизмов с органическими веществами

Далбаева Е.А., Ерофеевская Л.А.

Аспирант, научный руководитель - к.б.н., старший научный сотрудник

ник

«Институт проблем нефти и газа СО РАН», г. Якутск, Россия

E-mail: aselka-333@mail.ru

Процесс разложения органических веществ в почве с помощью микроорганизмов является постепенным и включает несколько этапов. В результате этого процесса сложные органические вещества превращаются в простые минеральные вещества, такие как вода, углекислый газ и азотная кислота. Бактерии и грибы играют важную роль в этом процессе, сменяя друг друга постепенно и подготавливая почву для следующей группы микроорганизмов. В особенности, актиномицеты – это группа грибов, которые выделяются среди других микроорганизмов в почве [4].

Анализируя данные, связанные с деятельностью почвенных микроорганизмов, можно увидеть, насколько она разнообразна и какие сложные химические реакции происходят в почве благодаря бактериальному населению. С учетом огромного количества микроорганизмов, обитающих в верхних слоях почвы, можно оценить их работу по превращению органических отходов в новые питательные вещества, необходимые для продолжения жизнедеятельности растений. Микробиологический распад органического вещества приводит к образованию простых конечных продуктов, таких как вода, углекислота, азотные, серные и фосфорные кислоты.

Среди всех этих кислот только угольная кислота образуется в настолько больших количествах, что не может быть полностью связана с основаниями, выделяющимися в результате разложения органического вещества или процессов выветривания. В результате большая часть углекислоты остается в свободной форме. В отличие от нее, остальные кислоты образуют соли и не находятся в свободном состоянии.

Литература

1. Авраменко И.Ф. Микробиология: учеб. пособие. - М.: Колос, 1972. -190 с.
2. Андрус Д. и др. Введение в химию окружающей среды. М.: Мир, 1999.
3. Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М.: МГУ, 1989.
4. Ваксман Сельман А.; Липман Джейкоб Г. Почвоведение // Компания Уилльяма и Уилкинса, Балтимор, Мэриленд. Источник: Цифровая библиотека Индии, том XV (1923).
5. Громов Б. В., Павленко Г. В. Экология бактерий. Л.: ЛГУ, 1989.
6. Гусев М. В., Минеева Л.А. Общая микробиология. М.: МГУ, 1993.
7. Гусев М.В. Микробиология: учебник. - М.: Академия, 2003. - 464 с.

Почвы вдоль экологической тропы «К вершине Северного Басега»
Дурьманова Валерия Дмитриевна, Самофалова Ираида Архиповна
Студент, 2 курс магистратуры

Пермского аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия
E-mail: durimanowalera@yandex.ru

Главнейшая задача заповедных территорий – сохранение первозданности и естества экологической системы ареала. Экологическая тропа является практически единственным средством ознакомления человека с охраняемыми природными объектами [Ненашева, 2021, с. 180-182.]. Считается, что почвенный покров

ООПТ образуют эталонные почвы, что говорит об уникальности и значимости в мире [Самофалова, 2017, с. 10-17].

Цель исследования – изучить почвы вдоль экологической тропы.

Исследования проводили в «Государственном заповеднике «Басеги» (Пермский край, Средний Урал). На территории заповедника действует экологический маршрут «К вершине Северного Басега», который проходит через несколько высотных поясов: парковый лес, луговые поляны, луговые поляны и криволесье, криволесье, тундра (табл.). По мере изменения высотности изменяются и почвы в пространстве.

Таблица – Почвы вдоль экологической тропы

Высотный пояс (подпояс)	Высота, м н.у.м.	Типы почв
парковый лес	623-644	буроземы
луговые поляны	644-699	серогумусовые, буроземы темногумусовые
луговые поляны и криво- лесье (переходная зона)	699-759	литоземы серогумусовые
криволесье	759-814	подзолы
тундра	>814	подбуры, петроземы

Вдоль экологической тропы диагностированы почвы различного генезиса: буроземы элювирированные, серогумусовые элювирированные, буроземы темногумусовые, литоземы серогумусовые, литоземы грубогумусовые, подзолы иллювиально-гумусовые, подбуры иллювиально-гумусово-железистый, петроземы гумусовые.

Мощность профилей почв варьирует от менее 10 до 100 см. Установлена тенденция: чем больше высота местности, тем меньше мощность почвенного профиля.

Таким образом, в пределах экологической тропы по мере подъема к вершине наблюдается смена почв в пространстве. Так, по основным диагностическим горизонтам были диагностированы почвы отделов: литоземы, органо-аккумулятивные, структурно-метаморфические, альфегумусовые, слаборазвитые. Выделено 8 типов почв. В почвах морфологически выделяются генетические признаки глееватости, ожелезнения, элювирования, иллювирования.

Источники и литература

1. Самофалова И.А. Разнообразие почв низкогорных ландшафтов и особенности их формирования на западном макросклоне среднего Урала (заповедник «Басеги») // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 10-17.

2. Ненашева Г.И., Козырева Ю.В., Карташова Д.А., Полешкина Е.С. Экологическая тропа в ООПТ (на примере создания экологической тропы «Заповедные озёра» в Катунском биосферном заповеднике) // Актуальные проблемы математики и естественных наук. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доцента Р.А. Акбердина. Сургут, 2022. С. 180-182.

Эколого-геохимическая характеристика почвенного покрова Байкальского региона

Загитова Г.Т.

Студент, 2 курс магистратуры

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

Россия

E-mail: zagitova98@bk.ru

Байкальский государственный заповедник расположен на южном побережье озера Байкала. Побережье и северные отроги магистрального хребта Хамар-Дабан формируются под влиянием Байкальской котловины, а южные имеют типичные черты, свойственные ландшафтам гор юга Сибири. В целом, можно сказать, что климат данного региона характеризуется, как влажный и умеренно-континентальный. На данной территории распространены преимущественно подбуры и буроземы, а также подзолы и дерново-подзолистые почвы. Говоря о растительном покрове территории, необходимо отметить, что здесь преобладает южносибирская тайга с такими типичными видами, как кедр сибирский, ель сибирская, пихта сибирская [1,2].

Основной источник антропогенного загрязнения – Иркутско-Черемховский промузел. Негативное влияние на экологическую ситуацию вблизи Байкальского заповедника оказывают выбросы диоксида серы, оксидов азота, серо- и углекислого газа, метилмеркаптана, формальдегида, фенола, производимые прибрежными предприятиями [3].

В результате научно-исследовательской работы, осуществлен отбор проб почв на территории Байкальского заповедника, пос. Новый Энхалук, пос. Усть-Баргузин, а также были определены подвижные формы тяжелых металлов (далее-ТМ) с помощью атомно-абсорбционного метода.

В результате, были сделаны выводы о повышенном содержании в почвенном покрове таких подвижных форм, как Cu, Mn, Pb.

Концентрации ТМ содержатся в следующем диапазоне: Cu от 1,266 до 5,7 мг/кг, Mn от 2,386 до 86,9 мг/кг, Pb от 0,584 до 6,464 мг/кг.

Превышение ПДК Cu (в 2 раз) говорит о близком расположении источников интенсивного антропогенного воздействия. В данном случае, источником является целлюлозно-бумажный комбинат, автомобильные дороги, линии электропередач.

Также, повышенное содержание Cu свойственны основным и средним горным породам, а также почвам, богатым органикой [4].

Также отмечены незначительные превышения ПДК таких элементов, как Pb, Cr, Zn. Однако высокое содержание хрома может свидетельствовать об особенностях геологического строения Байкальского региона.

Литература

1. Убугунова В.И. Разнообразие почв Байкальского государственного заповедника // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования. – 2012. – С. 77-79

2. Ермакова Е.Д. экология бурых горно-лесных почв хребта Хамар-Дабан. 2012. С. 24.

3. Ефимова Е.А. Загрязнение экосистемы озера Байкал // МНСК-2018: ЭКОНОМИКА. 2018. С. 114-115.

4. Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Гончиков Б.-М. Н., Шахматова Е.Ю. Генетические особенности почв бассейна озера Котокельское (Восточное Прибайкалье) // Почвоведение. - 2014. - № 7. - С. 1-9.

Эколого-геохимические особенности почв и ледниковых отложений высокогорных экосистем Цейского и Сказского ущелий, Центральный Кавказ

Кушинов И.Д.¹, Темботов Р.Х.²

Аспирант, старший научный сотрудник, к.б.н.

¹*Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия*

²*Институт экологии горных территорий имени А. К. Темботова РАН, лаборатория почвенно-экологических исследований, Нальчик, Россия*

E-mail: st084838@student.spbu.ru

Современная деградация ледников на Центральном Кавказе приводит к изменению приледниковых экосистем Юга Европейской территории России. Существенную роль в дегляциации играют криокониты – темноокрашенные отложения на поверхности ледников, образующиеся в результате взаимодействия минеральных частиц, черного углерода и микроорганизмов. Их наличие на поверхности ледника способно не только ускорять дегляциацию, но и влиять на почвенный покров прилегающих территорий [2]. Перенос материала с поверхности ледников способен играть роль в образовании первичных почв на приледниковых территориях, ранее занятых ледовым покровом. Учитывая стремительное отступление горных ледников на территории Центрального Кавказа, а также интенсификацию сельскохозяйственной деятельности и туризма, необходимо исследовать особенности почв и отложений в пределах данного региона.

Целью данного исследования является изучение и сравнение эколого-геохимических характеристик различных почв и ледниковых отложений в Цейском и Сказском ущельях, (Республика Северная Осетия-Алания). Было отобрано три образца ледниковых отложений с Цейского ледника и девять образцов почв из трех почвенных разрезов в Цейском ущелье. В Сказском ущелье были отобраны образцы отложений с ледника, бугра пучения в приледниковой зоне и местных почв. В лабораторных условиях с помощью традиционных методов [1] были определены следующие характеристики образцов: содержание углерода органических соединений, уровни базального дыхания, а также параметры актуальной и обменной кислотности (рН H₂O, рН KCl).

В результате исследования были обнаружены следующие особенности. Криокониты характеризуются существенно более низкими значениями базального дыхания, чем почвы ущелий. Самые высокие значения (до 48.12 мг CO₂ на 100 г в сутки) отмечаются в верхних горизонтах почв, что может быть связано с активным поступлением растительного опада и его быстрым разложением, так и с поступлением дополнительных количеств биогенных элементов с поверхности

ледника путем эолового и флювиогляциального переноса. Общее содержание органического углерода в большинстве образцов достаточно низкое, в отложениях не превышает 2.27 %, но его количество значительно возрастает в исследуемых почвах перигляциальной зоны (до 19.83 %) за счет накопления углерода в мелкозем под влиянием первичной растительности. Значения кислотности почвенных растворов сходны между изученными ледниковыми отложениями и почвами, преимущественно являясь слабокислыми в обеих группах. Проведенное исследование показало высокую скорость развития почв перигляциальной зоны исследуемой территории, что связано как с продуктивными лесными экосистемами, климатическими особенностями, так и с переносом дополнительных элементов с поверхности ледника.

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

Исследование проводилось при поддержке НЦМУ “Агротехнологии будущего” договор № 075-15-2022-322 от 22.04.2022.

Литература

1. Воробьева Л. А. Химический анализ почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ. 1998.
2. Завовская Э. П. и др. Криокониты как факторы развития почв в условиях быстрого отступления ледника Альдегонда, Западный Шпицберген // Почвоведение. 2022, № 3, с. 281-295.

Разнообразие почвенного покрова Центральной Камчатской депрессии Маркин Фёдор Владимирович

Аспирант

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

Курильские острова и Камчатка – единственные регионы России, где встречаются обширные ареалы почв на вулканических отложениях. Район вытянут с северо-востока на юго-запад на 2500 км, и климатические условия в разных его частях различаются (таблица 1). Почвенный покров Камчатки изучен на мелком и среднем масштабе и требует дальнейших исследований, а почвы Курильских островов не изучены вовсе. В ходе изучения полевых материалов экспедиции 2019 года на о. Итуруп, были сделаны выводы о преимущественном распространении серогумусовых горизонтов и средней степени выветрелости пеплов.

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

Почвенно- пирокластический чехол ЦКД представлен пеплами изверженный вулканов Ксудач (КС-1, 1800 лет) и Хангар (ХГ, 7000 лет). На юге встречаются прослой пепла Опалы (ОП-1, 1490 лет), на севере- Безьямного (Б, 2100 лет) и Шивелуча (Ш-2, 1000 лет, Ш-3, 1400 лет). Мощность ППЧ не превышает 80-90 см.

Для почв характерны легкий гранулометрический состав, и низкая объемная плотность (в среднем 0,65 г/см³). Структура слабая, комковатая, с тенденцией к вертикальной делимости в верхней части профиля и к горизонтальной в нижней. Переходы между горизонтами резкие или ясные. В почвах севернее п. Долиновка встречаются криогурбации. Поверхностные горизонты варьируют от грубогумусовых, под хвойными и хвойно-лиственными лесами на севере, до серогумусовых, под березняками и травянистыми сообществами на юге. Для почв под березняками характерны менее выраженные границы между горизонтами и более мощные погребенные гумусовые горизонты. В некоторых почвах присутствуют охристые горизонты ВАН.

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

Таким образом, выявлены основные отличия почв Центральной Камчатки и более влажных областей, что позволяет говорить не только о принадлежности Камчатки и южных Курил к разным почвенно- биоклиматическим областям, но и о различиях почвенного покрова в пределах самого полуострова.

Таблица 1. Среднегодовые температуры и суммы осадков в исследуемых районах.

Пункт	Среднегодовая t, °С	Сумма осадков, мм
Петропавловск-Кмч	2,7	1200
Мильково	-1,3	529
Курильск	5,5	1200

Литература

1. Певзнер М.М., Пономарёва В.В., Сулержицкий Л.Д., Голоценовые почвенно-пирокластические Чехлы в Центральной Камчатской депрессии: возраст, строение, особенности осадконакопления. // Вулканология и сейсмология, 2006, № 1 , с. 24-38

Групповой состав фосфора в почвах и культурных слоях геоархеологических памятников Тамбовщины.

Мирошниченко Ю.Д.

Студент (магистр)

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

E-mail: ulianna.113538@yandex.ru

С конца прошлого века фосфор стал рассматриваться как индикатор человеческой деятельности. Биоаккумуляция и последующий вывод из организма, ведет к накоплению данного химического элемента в почвах. Распределение фосфора по культурным слоям археологического памятника имеет важное значение при анализе разнообразных видов деятельности, в основном, связанных с хозяйственной активностью. Его относительная стабильность и низкая подвижность помогает интерпретировать полученные данные возрастом до 10000 лет [2]. Групповой состав фосфора в почвах может служить надежным индикатором наличия антропогенной деятельности в прошлом, а также конструктивных особенностей археологических сооружений [1]. Так, расшифровка данных, закодированных в погребенных почвах, может дать информацию о динамике природной среды исторического времени. Поэтому целью данного исследования стал анализ группового состава соединений фосфора в почвах и культурных слоях Козловского и Урляпова валов Белгородской засечной черты.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы и культурные слои Урляпова и Козловского валов Белгородской засечной черты Тамбовской области.

Определение группового состава соединений фосфора проводилось по методу Саундерса-Вильямса, при этом фосфор, экстрагируемый из исходного образца $1n H_2SO_4$, относили к неорганическому, а фосфор, экстрагируемый $1n H_2SO_4$ из образца после прокаливании (при 500° в течение 2 ч), — к общему; органический фосфор выявлялся по разности [2].

Проведенный анализ показал, что содержание общего и органического фосфора почв Козловского вала достигают более высоких величин в культурных слоях, слоях подсыпки и в погребенном черноземе под валом. Так, максимальная доля общего фосфора достигает 8819,46 мг/кг в насыпном слое на глубине 40-70 см. Содержание всех форм фосфора в днище рва имеет регрессивно-аккумулятивный характер.

В профиле Урляпова вала диагностируется слой подсыпки на глубине 10-20 см, где содержание всех форм фосфора наименьшее. Максимальное количество органического фосфора отмечается в верхнем горизонте и достигает 77%. В почвах и культурных слоях Урляпова вала наблюдается пониженное содержание общего, неорганического и органического фосфора по сравнению с фоновой почвой.

Полученные результаты подтверждают, что культурные слои Козловского вала обогащены фосфором в результате хозяйственной деятельности человека. Высокое, по сравнению с Урляповым валом, содержание данного элемента в фоновой почве обусловлено внесением удобрений при мелиорации. Так, результаты анализа группового состава фосфора позволяет диагностировать культурные слои, слои подсыпки валов, конструктивные особенности земляных сооружений, а также результаты хозяйственной деятельности человека на данной территории.

Работа выполнена в рамках Госзадания МГУ № 122011800459-3.

Литература

1. Ковалева Н.О., Решетникова Р.А., Ковалев И.В. Фосфор в культурных слоях и почвах урбоземосистем // Вестник московского университета. Серия 17: почвоведение. - 2021. - №4. - С. 55-56.

2. Чечушков И.В., Калинин П.И., Якимов А.С. Содержание фосфора в культурном слое поселения Каменный Амбар (Южное Зауралье): предварительное сообщение // Геоархеология и археологическая минералогия. - 2021. - №8. - С. 27-30.

3. Saunders, W. M. H. & Williams, E. G., 1955. Observations on the determination of total and organic phosphorus in soils. //J. Soil Sci., 1955. № 6.

Влияние дыма от термической деструкции полистирола на почву

Нижельский М.С.

Аспирант

Южный федеральный университет,

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

E-mail: nizhelskiy@sfedu.ru

Полистирол является одним из часто используемых термопластов общего назначения. Поэтому из-за своего широкого применения в различных отраслях промышленности, газообразные продукты горения материалов на основе полистирола при пожарах представляет немалую угрозу не только для людей, но и для экосистем. Дым крайне токсичен и может негативно повлиять на почву, флору и фауну вследствие переноса дыма и его осаждения. В настоящее время изучено воздействие дыма на здоровье почв от сжигания растительных материалов [2, 3]. Однако, информации о влиянии дыма на почву от сжигания синтетических материалов, а том силе от сжигания полистирола нет.

В связи с этим, цель данного исследования – установить эффект дыма от термической деструкции полистирола на активность почвенных ферментов при моделировании пожаров. Почва, выбранная для исследования – чернозем обыкновенный из ботанического сада ЮФУ. Задымление почвы осуществляли при помощи дымогенератора Merkel Standart. Продолжительность опыта – 30 минут. По окончанию эксперимента выявили изменения активности каталаза, пероксидазы, полифенолоксидазы. Методы исследований – общепринятые в биологии и почвоведении [1].

В результате эксперимента было установлено снижение каталазной активности на 18% по отношению к контролю (фоновые значения), пероксидазы на 11%, полифенолоксидазы на 7%. Материал при горении выделяет много ядовитых соединений. Общеизвестно, что основными компонентами дыма при горении различных материалов, в том числе и от полистирола являются СО и СО₂. Вероятно, они, а также и другие соединения оказали эффект на почву при осаждении, что привело к снижению ферментативной активности чернозема.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008 и при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-449.2022.5).

Литература

1. 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.

2. Нижельский М.С., Казеев К.Ш., Вилкова В.В., Федоренко А.Н., Колесников С.И. Токсичность дыма для биоты и биологической активности почв при моделировании пожаров // Поволжский экологический журнал. 2023. № 2. С. 196-213.
3. Nizhelskiy MS, Kazeev KS, Vilkova VV, Fedorenko AN, Shkhatpatsev AK, Kolesnikov SI. Effect of Smoke Caused by Fires on the Enzymatic Activity of Forest Soils in the North Caucasus (Russian Federation) // Soil Systems. 2023. Vol. 7(3). P. 77.

Сравнение методов определения содержания почвенного органического углерода в городских почвах Ростова-на-Дону

Скрипников П.Н., Тагивердиев С.С.

Младший научный сотрудник

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

E-mail: skripnikov@sfedu.ru

Почвенный органический углерод – один из важнейших показателей, определяющих качество и плодородие почвы, а также обеспечивает выполнение ею протекторных функций [1, 2]. Он является неотъемлемой частью многих почвенных исследований, а также используется при проведении бонитировки почв и оценки степени деградации их гумусного состояния. Поэтому корректность и объективность результатов измерения количества органического углерода в почвах, как городских, так и естественных ландшафтов, крайне важна.

Объектом исследования выступал почвенный покров Ростовской агломерации, представленный черноземами миграционно-сегрегационными рекреационной зоны естественного сложения, а также урбостратоземами и урбостратифицированными черноземами рекреационной зоны. Почвенные образцы были отобраны как из поверхностного 10 сантиметрового слоя, так и со всех генетических горизонтов.

В них определяли общее содержание органического углерода следующими методами:

- 1) Тюрина в модификации Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель (метод мокрого озоления) [3];
- 2) высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе углерода TOC-L CPN фирмы Shimadzu в приставке для сухих образцов SSM-5000A [4].

Проведение статистического анализа с использованием критерия Уилкоксона для двух зависимых выборок, показало, что при $p < 0,05$ и $n = 959$ наблюдаются статистически достоверные различия между двумя сравниваемыми методами. Для поверхностных естественных и антропогенно-трансформированных горизонтов метод каталитического сжигания демонстрирует достоверно более высокие значения в среднем на 0,28 абсолютных процента.

Главным недостатком использования метода мокрого озоления является неполное окисление углерода, входящего в состав органического вещества. На основании обширной эмпирической базы данных ($n = 409$) была предпринята попытка уточнить поправочный коэффициент, применительно к почвенному

покрову урбанизированных территорий черноземной зоны. Проведение однофакторного регрессионного анализа выявило значение коэффициента $f \approx 1,1$.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00418 на базе Южного федерального университета, <https://rscf.ru/project/23-27-00418/>».

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., 4. P. 185-199.
3. Никитин, Б. А. Уточнение к методике определения гумуса в почве // Агрехимия. 1983. № 8. С. 18–26.
4. Roper, W.R., Robarge, W.P., Osmond, D.L., Heitman, J.L. Comparing four methods of measuring soil organic matter in North Carolina soils // Soil Science Society of America Journal. 2019. Vol. 83. No 2. P. 466-474.

Влияние экологических условий на разнообразие вулканических почв островов Курильской гряды (на примере островов Уруп и Симушир)

Тананыкин Антон Александрович

Студент (бакалавр)

МГУ имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: tananykinaa@ty.msu.ru

Курильские острова являются одним из самых малоизученных объектов на востоке нашей страны, характеризующихся уникальным сочетанием природных и климатических условий. Они протянулись на 1200 км с юго-запада на северо-восток от японского острова Хоккайдо до южной оконечности полуострова Камчатка, при этом отделяя Охотское море от Тихого океана, Цель работы - изучить влияние экологических условий на разнообразие вулканических почв островов Курильской гряды. Задачи: охарактеризовать природные условия островов Курильской гряды; провести анализ имеющихся данных о почвах; на примере ключевых участков на островах Уруп и Симушир провести исследования растительности и почв. Объектом исследования являются почвы и растительность ключевых участков, расположенных в различных частях островов. Полевые исследования проводились маршрутным методом, включали описание растительности, опорных почвенных разрезов, отбор образцов для аналитических исследований, которые проводились в лабораторных условиях по стандартным методикам. Значительная широтная протяженность островов выражается в существенном изменении гидротермических условий, что приводит к разнообразию растительного покрова. На островах Южной группы произрастают темнохвойные, хвойно-широколиственные, широколиственные и светлохвойные леса, тогда как на Средних Курилах преобладают каменноберезняки и ольховые стланики. Для каждого острова архипелага характерны свои уникальные природные комплексы. Острова Уруп, Симушир, Кегой, Расшуа, Шиашкотан, Харимкотан, Онекотан в настоящее время практически необитаемы. Труднодоступностью большинства островов, суровой природной обстановкой объясняется недостаточная

изученность экосистем и окружающей природной среды Курил [1]. В результате проведенных исследований и анализа природных условий выявлены факторы, обуславливающие разнообразие растительного и почвенного покрова. Климатические особенности о.Уруп обусловлены влиянием тёплого течения Соя с охотоморской стороны, с тихоокеанской - холодного Ойясио, совместно с сезонным муссоном. Продолжительный безморозный период составляет 225 дней. Объекты исследования относятся к зоне слабого влияния вулканизма. На о.Симушир доминирующее влияние оказывает периодичность ветров, обусловленных циклонической деятельностью Алеутской депрессии, совместно с холодным тихоокеанским течением Оясио. Застаивание плавучих льдов в зимний период с охотоморской стороны оказывает охлаждающее влияние. Выпадение большого количества осадков (первое место среди всех островов) способствует переувлажнению почв. Объекты исследований находятся в зоне умеренного влияния вулканизма. Результаты аналитических исследований позволили выделить морфотипы вулканических почв и их некоторые свойства. Содержание Сорг в верхних горизонтах превышает 10%, значения актуальной кислотности в интервале от 3,7 до 6,39. С глубиной значения рН увеличиваются. Свойства поверхностных горизонтов зависят от типа растительности и связаны с орографией, ориентацией и защищенностью склонов относительно господствующих ветров и инсоляцией, что напрямую сказывается на развитии почвенных процессов и биоценозов.

Литература:

1) Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н. Лесные вулканические почвы острова Кунашир//Почвоведение. 1988. № 2. С.54-67.

Магнитная восприимчивость в почвах естественных ландшафтов Турано-Уюкской котловины

Тюнькин В. А.

Студент, 4 курс бакалавриата

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

E-mail: vsevolodtunkin@gmail.com

Научный руководитель: Мартыненко И.А.

Магнитная восприимчивость почв является важным показателем, отражающим содержание железосодержащих соединений, их состав, строение и дисперсность в почве, также её величина в значительной степени зависит от биоклиматических условий, поэтому этот параметр активно применяется при изучении почв естественных ландшафтов в рамках научных исследований по почвоведению, экологии и геохимии [1].

К настоящему времени в научной литературе накоплен обширный материал по изучению магнитной восприимчивости почв [1, 2, 3]. Первые работы по этой теме на факультете почвоведения восходят к 70-м годам прошлого века [2]. Несмотря на давность этих исследований, направление не утратило актуальности. Магнитная восприимчивость в естественных условиях тесно связана с гумусообразованием, процессами почвенных новообразований, а также характером первичных минералов, при интенсификации процесса выветривания в ходе почвообразования происходит формирование и накопление дисперсных частиц ферромагнитных минералов - несиликатных форм железа, таких как гетит, гематит,

лепидокрокит, магнетит и маггемит, в зависимости от особенностей почвенных условий [3]. Однако более интересным является использование показателей магнитной восприимчивости в целях реконструкции палеоклимата. Анализ профильного распределения магнитной восприимчивости в почвах степной зоны, определенного в основном содержанием почвенного магнетита, дает возможность создать своего рода "магнитную запись" палеоэкологических условий степей [4].

Магнитная восприимчивость исследовалась в пределах геохимического ландшафта р. Уюк на черноземных, криоаридных, перегнойно-квасиглеевых, палевых темногумусовых почвах и на литоземах темно- и грубогумусовых. В пределах каждого элементарного ландшафта магнитная восприимчивость определялась полевым капнометром на разной глубине с периодичностью в 10 см в 3-кратной повторности. Установлено, что в пределах всего ландшафта магнитная восприимчивость варьирует от 0,05 Си до 7,24 Си. Магнитная восприимчивость снижается в почвах с гидроморфными условиями до 0,3-0,5 Си, а также в мало-мощных неполноразвитых почвах до 0,2-0,3 Си. В то же время показатель возрастает до 3,68-7,24 Си в материнской и подстилающей породах.

Детальное исследование магнитной восприимчивости в почве позволяет расширить понимание экологических факторов, предоставляя информацию о содержании железосодержащих соединений, структуре и дисперсности почвенных минералов. Эта методика выявляет связь магнитной восприимчивости с биоклиматическими условиями, процессами почвообразования и образованием ферри-магнитных минералов в результате выветривания.

1. Бабанин В. Ф., и др. Магнетизм почв // – 1995. – С. 222.
2. Вадюнина А. Ф., Бабанин В. Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение. – 1972. – Т. 10. – С. 56.
3. Плеханова Л. Н. Вариабельность магнитной восприимчивости почв в связи с отражением палеоклиматических обстановок и влиянием почвообразующих пород // Материалы VI ВМНШ с международным участием им. В.В. Зайкова. – 2019. – С. 160.
4. Maher В.А., et al. Magnetic mineralogy of soils across the Russian steppe: climatic dependence of pedogenic magnetite formation // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2003. – Т. 201. – № 3–4. – С. 321–341.

Генезис и экология почв Западного Саяна

Хлопцова Д.Д.

Студент, 1 курс магистратуры

Санкт-Петербургский государственный университет,

институт наук о Земле, кафедра геоэкологии, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: dasha.khloptsova@gmail.com

На территории восточного склона Хемчикского хребта южного макросклона Западного Саяна в долине реки Адыр-Хем были изучены почвы с целью определения их генезиса и экологических особенностей. Хребты Западного Саяна перехватывают значительное количество влаги, приносимой воздушными массами. Благодаря «стеканию» сильно охлажденных над тундрами воздушных масс и поступления

большого количества влаги с нескольких мезоводосборов в пониженные формы рельефа, возникает участок ландшафта с условиями повышенного увлажнения. Развитие мерзлотных процессов приводит к образованию криогенных форм рельефа, представленных чередованием бугров и западин. Таким образом, формируется мерзлое бугристое болото, где растительность представлена осоково-моховой ассоциацией. Для характеристики почвенного покрова мерзлого болота была заложена катена согласно неровностям микрорельефа. На вершине бугра пучения и вниз по склону почвы определены как криоземы глееватые бескарбонатные, в понижении — торфяно-криозем глееватый бескарбонатный. Исследованные почвы в силу особенности геоморфологического положения, сильно переувлажнены и содержат значительное количество льдистых линз и прожилок. Так некоторые горизонты на 80% состоят из замёрзших почвенных вод. Автором был проведен анализ почв на определение гидролитической кислотности, pH солевой и водной вытяжки, гранулометрического состава почв, содержание обменного кальция и магния, а также содержание валового азота и органического углерода ($C_{орг}$) по методу Тюрина. Результаты показали высокое содержание $C_{орг}$ не только в верхних органогенных горизонтах криоземов и торфяно-криоземов, но и в минеральной толще, что связано с инверсией и перемешиванием горизонтов в результате криотурбаций. Такие особенности довольно часто встречается в исследованиях мерзлых почв [1]. В верхних горизонтах исследуемых криоземов содержание $C_{орг}$ составило от 6 до 8 %, далее снижалось с глубиной до 2–3 %. В торфяно-криоземе значения $C_{орг}$ оказались выше, они составили 23 % в верхнем горизонте и 19 % в нижнем. В исследуемых почвах выделяется два центра аккумуляции веществ: верхний в гумусовом горизонте и нижний — в надмерзлотном слое, так как холодный экран мерзлоты вызывает движение влаги вниз к мерзлотному слою. Из-за погребения почвенного органического вещества происходит консервация углерода, который временно выводится из круговорота. Таким образом, на исследуемой территории, благодаря особому микроклимату в условиях повышенного увлажнения, криогенные процессы приводят к образованию мерзлого бугристого болота, где формируются криоземы и торфяно-криоземы. В почвах отмечается высокое содержание органического углерода по всему профилю, постепенно уменьшаясь с глубиной.

Литература

1. Особенности развития почв гидроморфных экосистем северной тайги Западной Сибири в условиях криогенеза / Г. В. Матышак, Л. Г. Богатырев, О. Ю. Гончарова, А. А. Бобрик // Почвоведение. – 2017. – № 10. – С. 1155-1164.

Морфо-генетическая характеристика криотурбированных подзолов севера Западной Сибири

Чепурнова М.А., Матышак Г.В.

Студент

Криогенные процессы широко распространены на территории РФ, при этом влияние мерзлоты на свойства и режимы почв столь велико, что О.В. Макеев возводит ее в ранг субфактора почвообразования. Многие исследователи почв Севера (О.И. Худяков, С.В. Горячкин, В.Д. Тонконогов, В.Д. Васильевская и др.) отмечали высокую неоднородность и разнообразие почв, обусловленную влиянием криогенных процессов, активно идущих как в настоящее время, так и в прошлые эпохи.

Неоднократно поднимались и вопросы подзолообразования в условиях криолитозоны, однако до сих пор вклад криогенных процессов в формирование подзолов остается малоизученным. Расшифровка и уточнение механизмов этого влияния необходима не только для решения фундаментальных вопросов почвоведения, но и для оценки особенностей педогенеза в условиях криогенеза, что позволит выявить особенности развития подзолов в условиях Севера, а также уточнить их классификационную принадлежность.

Целью настоящего исследования является уточнение морфо-генетических особенностей подзолов, формирующихся в условиях влияния палеокриогенеза, а также современного.

Объекты исследования – альфегумусовые почвы севера Западной Сибири, расположенные в экосистемах торфяно-болотного комплекса с бугристыми торфяниками и буграми пучения (многолетние мерзлые породы в пределах 2 м), а также в лесных экосистемах с бугристо-западинным рельефом по псевдоморфозам и палеокриогенной сети. В ходе работы описаны 7 разрезов альфегумусовых почв, дана их морфологическая характеристика, определена классификационная принадлежность, проведен полевой эксперимент по определению коэффициента фильтрации (K_f).

Описанные почвы различаются степенью выраженности подзолообразовательного процесса, диагностируемой по различной мощности горизонта Е. Прослеживается зависимость мощности горизонта Е от микрорельефа: в западинных участках остаточно-полигонального мерзлотного рельефа иор. Е выражен сильнее, его мощность достигает 100 см, что скорее всего связано с различием в водном режиме описанных участков [1]. Полевой эксперимент по определению коэффициента фильтрации почвы методом трубок с постоянным водным напором показал небольшие различия между подзолом альфегумусовым и оподзоленным подбуром, $K_f=561$ и 530 см/сут соответственно. Метод не позволяет учесть в полной мере влияние латеральных потоков, которые могут играть большую роль в подзолообразовании при литологической неоднородности. Участок, расположенный над языком подзола мощностью 100 см, обладает наибольшим $K_f=1057$ см/сут. В подбуре выраженность оподзаливания также больше на участках с большим K_f : 703 над гор. Е с мощностью 2 см и 657 см/сут на участках без выраженного оподзаливания.

На основе данных полевых и лабораторных работ предположены теории развития подзолообразовательного процесса в исследуемых экосистемах, а также описан вклад криогенеза в подзолообразование и формирование специфических черт подзолов севера Западной Сибири: языковатость, криотурбированность,

протекание предположительно элювиально-глеевого процесса по псевдоморфозам.

Литература

1. Васильевская В.Д., Иванов В.В., Богатырев Л.Г. Почвы севера Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986, 224 с.

Круглый стол «Карбоновые полигоны предпосылки, цели, первые результаты»

**Карбоновый полигон МГУ: точка роста для устойчивого развития
Московского региона**

Бобрик Анна Александровна

Доцент

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

E-mail: ann-bobrik@yandex.ru

Необходимость противодействия климатическим изменениям сохраняет актуальность во всем мире, и в нашей стране активно развивается климатическая политика. Ключевое значение при этом приобретают данные по эмиссии и поглощению парниковых газов. Именно на их основе строятся углеродные рынки, готовятся отчетности крупных корпораций и стран.

Наука — это база климатической повестки. В обновленной Климатической доктрине РФ отдельное внимание уделяется значению научного знания для решения климатических проблем. Речь идет о создании собственной недискриминационной системы измерения баланса парниковых газов. Большую роль здесь способен сыграть проект карбоновых полигонов.

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».

Мы реализуем проект карбоновых полигонов прежде всего для нашего молодого поколения, так как решение всех экологических проблем скоро окажется у него в руках. Большое внимание в рамках проекта карбоновых полигонов уделяется образовательным задачам. Важно уже сейчас начинать разговоры со школьниками, чтобы они целенаправленно поступали в ВУЗы на низкоуглеродные программы и выбирали профессию в данной сфере. Мероприятия в рамках проекта карбоновых полигонов традиционно пользуются популярностью у молодежи. В 2023 году факультетом почвоведения МГУ было проведено более сорока научно-просветительных мероприятий по карбоновой тематике и привлечено более 2 тысяч обучающихся. Это школьники не только из России, но еще и из дружественных стран. Московский государственный университет стирает границы между государствами, подчеркивает роль международного сотрудничества и междисциплинарного подхода для преодоления глобального климатического

кризиса, объединяет людей равнодушных к экологическим проблемам современности.

Работа выполнена в рамках программы создания и функционирования карбонового полигона «Чашиково».

Оценка содержания металлов в почве сухостепной зоны

Митрофанова А.Д.

Студент, сотрудник

Волгоградский государственный университет, институт естественных наук Волгоград, Россия

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

E-mail: mitrofanova-a@vfanc.ru

Проблема содержания металлов в почве является актуальной в связи с тем, что металлы играют важную роль в росте и развитии растений, но чрезмерное содержание некоторых металлов, может привести к загрязнению почвы и вызвать негативные последствия для здоровья людей и окружающей среды [2].

Исследования проводились на территории эколого-климатической станции «Камышин» ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоградская область). *Климат относится к умеренно-континентальному типу с холодной малоснежной зимой (до -35°C) и продолжительным жарким и сухим летом (до +43°C). Регион также отличается высокой активностью ветров.*

Объектом исследования явился агрозем постагрогенный эолово-стратифицированный на погребенном агроземе темном постагрогенном искусственных лесных насаждений.

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание металлов в лесной части [1]

Глубина, см	Металл, мг/кг							
	V (ПДК =150)	H (ПДК =2,1)	Zn (ПДК =100)	A (ПДК =2)	P (ПДК =30)	C (ПДК =6)	Mn (ПДК =150 0)	С (ПДК =55)
0-10	36	0	0	0	8,3	21	107	24
10-20	36	0	0	0	8,3	21	107	24
20-30	34	0	0	0	7,1	22	175	20
30-40	67	31	21	3,5	13	88	437	27
40-50	67	31	21	3,5	13	88	437	27
50-60	73	45	23	3,6	14	69	386	34
60-70	73	45	23	3,6	14	69	386	34
70-80	81	63	25	4,5	14	56	378	28
80-90	81	63	25	4,5	14	56	378	28
90-100	90	92	35	5,8	17	70	437	39
100-110	85	118	31	4,4	16	54	436	27

110-120	85	118	31	4,4	16	54	436	27
120-130	64	41	12	3,2	12	56	279	26
130-140	64	41	12	3,2	12	56	279	26
140-150	64	41	12	3,2	12	56	279	26

Из данных таблицы 1 можно сделать выводы, что превышение ПДК наблюдается для ртути по всему почвенному профилю, по мышьяку с 30 до 150 см и по хрому по всему почвенному профилю. По этим металлам почва относится к разряду чрезвычайно опасных [2].

Образец, взятый с глубины 90-100 см, превосходит другие по содержанию ванадия, цинка, мышьяка, свинца, марганца и меди. Наибольшее содержание хрома и марганца приурочено к глубине 30-50см.

Таким образом, исследованные почвы относятся к первому классу опасности [2].

Литература:

1. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". Постановление от 28.01.2021.
2. Середина В.П. Загрязнение почв. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2015.

ОЦЕНКА СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Тимофеев Евгений Павлович

Лаборант-исследователь

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» г. Волгоград

timofeev-e@vfanс.ru

В настоящее время проблема изучения дыхания почв, встает достаточно серьезно, вследствие того, что в современной атмосфере стремительно растет концентрация CO₂ в среднем на 2-3 ppm в год. Подобное увеличение говорит о развитии глобального потепления [1].

В России изучение эмиссии двуокиси углерода началось ещё в прошлом веке, однако сведения для засушливых регионов остаются скудными и по сегодняшний день. В связи с этим проблема изучения дыхания почв является актуальной и важной как в региональном, так и в глобальном плане [2]. В сухостепной зоне исследования эмиссии почв практически не проводились и сведений на настоящий момент недостаточно, чтобы объективно оценивать масштаб проблем, которые могут возникать на фоне активно развитой и развивающейся промышленности.

Цель данной работы: оценка суточной динамики и выявление основных закономерностей эмиссии CO₂ почв сухостепной зоны на примере Волгоградской области

Измерения проводили на территории карбонового полигона «Камышин» Камышинского района Волгоградской области в декабре 2023 года с использованием автоматической системы измерения газообмена почв.

Территории Камышинского района характеризуется умеренно-континентальным климатом, с характерным активным ветровым режимом. Наибольший показатель влажности воздуха соответствует зимним месяцам (декабрь-январь) и достигает 83-85%. В весенние месяцы показатель влажности воздуха уменьшается и в летние месяцы опускается до 40% [3, 4].

Получены массивы данных по эмиссии CO₂, температуре воздуха и влажности почвы. Средняя температура воздуха в полдень составляла – 0,5°C, в полночь – -1,1°C. Величина влажности почвы - 85%.

На основании произведенных исследований было выявлено, что в зимний период наибольший показатель эмиссии приходится на вторую половину дня, а именно на 21:00 и составляет 0,667 мкмоль/м²/с, наименьшая величина приходится на 23:00 и составляет 0,441 мкмоль/м²/с, среднее значение - 0,522 мкмоль/м²/с, коэффициент вариации составил 11%. Также в течение дня прослеживается тенденция увеличения эмиссии CO₂. до 21:00, а после происходит резкое уменьшение с 21:00 до 23:00.

Литература

1) Бурукина О. А. Экономические последствия эмиссии CO₂ и депонирования углерода //Право, экономика и управление: состояние, проблемы и перспективы. 2023. С. 85-91.

2) Golubyatnikov L.L., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O. Estimation of Carbon Balance in Steppe Ecosystems of Russia // Izvestiya - Atmospheric and Oceanic Physics,. V. 59, № 1, P. 63-77 DOI <https://doi.org/10.1134/S0001433823010048>

3) Weather and climate. [Electronic resource]. URL: www.pogodaiklimat.ru (date of publication: 20.01.2024)

4) World Meteorological Organization WMO [Electronic resource]. URL: <https://library.wmo.int/records/item/52802-----2018-?offset=5> (date of publication: 21.01.2024)

Подсекция «Оценка, нормирование и сертификация почв и земель»

Ведущая роль современного землеустройства в сохранении целесообразного природопользования в ближнем Подмоскowie

Голубенко Вадим Александрович,

*Исследователь, преподаватель исследователь,
ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»,
Москва, Россия*

*Советник Российской академии естественных наук (РАЕН). E-mail:
v.g.s96@list.ru*

Ведущая роль мероприятий современного землеустройства в сохранении целесообразного природопользования в границах прежнего лесопаркового защитного пояса (ЛПЗП) Москвы возрастает с продолжающимся интенсивным развитием многоэтажной жилищной коммерческой застройки (МЖКЗ) в ближнем Подмоскowie.

На государственном уровне необходимо совершенствование использования незастроенных инвестиционно-привлекательных территорий городских округов ближнего Подмоскovia вблизи Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД), основываясь на правильных выводах об этом из прошлого, диагностики настоящего и рационального прогнозирования на будущее.

Требуется обоснованный выбор вариантов значительного дополнительного озеленения и (или) в дальнейшем, перераспределения части инвестиционно-привлекательных территорий городских округов ближнего Подмоскovia, установление целесообразности их возможного включения в черту столицы.

Повсеместно должны применяться результаты геоинформационного моделирования и «модульных» застроек, во взаимной увязке с рекомендациями и положениями Стандарта комплексного развития территорий (СКРТ) в Российской Федерации. Требуется: - совершенствование прежних методологических подходов в сфере землеустройства, которые должны соблюдаться при конкретных процедурах и для достижения целей организации наиболее полного, рационального и эффективного использования и охраны земельных ресурсов; регламентация порядка резервирования земельных участков под МЖКЗ по городским округам, регламентация процедур их образования и оценки, установления приемлемых параметров и цен, регулярное проведение корректировок;

- подготовка рекомендаций и предложений по дальнейшему развитию инвестиционного потенциала территории и эффективного природопользования, в том числе на основе широкого применения результатов геоинформационного моделирования, создания цифровой платформы для сопровождения инвестиционных и социальных проектов, эффективного регулирования государством доходности проектов строительства многоэтажных жилых коммерческих зданий.

При обосновании создания на «умных» землепользованиях в городских округах «умных» жилых кварталов, эффективных по своим параметрам и микрорайонов с «московским» комфортом проживания населения, нами предложены:

- ранжирование по уровням инвестиционной привлекательности территорий, примыкающих к МКАД по двадцати четырем факторам позволяющее установить предпочтительность земельных массивов для возможного включения в границы «Новой Москвы - 2»: от Видное, Мытищ, Красногорска, Химок, Балашихи, Реутова - до Люберец, Подольска, Котельники и Долгопрудного в ближнем Подмосковье;

- более прозрачный механизм установления величин справедливых выкупных цен за земельные участки, образуемые под многоэтажную жилищную коммерческую застройку: на основе периодических (полугодовых или ежеквартальных) корректировок базовых ставок земельных платежей, в пропорциональной зависимости от необоснованно происходящего прироста цен на квартиры в возводимых новостройках;

- применения результатов расчета общих стоимостей по выявленным в городских округах резервным земельным участкам, полученным двумя методами: проектно-сметным и сопоставимых рыночных цен.

Нормирование содержания нефтепродуктов в почвах каштанового ряда и оценка эффективности ремедиантов для снижения их токсичности

Фортуна А.А.

Студентка, 4 курс бакалавриата

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: a.fortuna9@yandex.ru

Научный руководитель: Ковалева Е.И., к.б.н.

Добыча нефти сопряжена с аварийными ситуациями, приводящими к загрязнению почв нефтепродуктами (НП) и их деградации. Существует необходимость разработки решений по ремедиации загрязненных земель и установления экологических нормативов, при достижении которых восстанавливается функционирование почв. Цель работы – оценить уровень допустимого содержания нефтепродуктов (НП) в почвах каштанового ряда в вегетационном опыте и сравнить эффективность ряда ремедиантов для снижения их токсичности в лабораторном эксперименте.

Исследовали почвы сухостепной зоны Ставропольского края: лугово-каштановые (Л-К) (Gleyic Kastanozems Chromic) и светло-каштановые (С-К) (Haplic Kastanozems Sodic) [1, 2]. В эксперименте использована сырая нефть, добываемая в Ставрополе; дозы внесения варьировались от 1,0 до 100,0 г/кг. Контрольным вариантом служили почвы, незагрязненные нефтью. Обоснование уровня допустимого содержания НП в почвах проводили в вегетационном опыте с использованием транслокационного показателя; тест-культуры: пшеница и рапс. Для снижения токсичности почв использовали биопрепарат Дор-Уни, глауконит (Гл) и диатомит (Д), вносимых в почву в двух дозах. В образцах почв определяли: рНводный, влажность, гранулометрический состав, содержание органического вещества общепринятыми методами, НП - методом ИК-спектрии [3]. Эф-

фективность детоксикации почв при внесении ремедиантов оценивали по токсическому эффекту биоты. Параметры почвенного дыхания изучены в соответствии с [4]. Все эксперименты выполнены в трехкратной повторности.

Содержание НП в исходных почвах составило 0,2 г/кг. Установлено снижение содержания НП в Л-К и С-К почвах без внесения ремедиантов на 36% и 29% соответственно по сравнению с контролем через 30 дней. Биопрепарат Dor-Uni не оказывал достоверного снижения НП по сравнению с вариантом без его внесения. Добавление Гл и Д независимо от дозы достоверно снижало содержание НП в почвах на 4 и 5% соответственно по сравнению с вариантом нефтезагрязненных почв ($p < 0,05$). Результаты исследования по водному миграционному показателю выявили снижение концентрации НП в воде как Л-К, так и С-К почв при внесении Гл и Д за счет сорбции. Внесение ремедиантов в почвы не приводило к достоверному изменению реакции среды. Присутствие НП в почвах увеличивало базальное дыхание. Максимальные значения углерода микробной биомассы (Смик) соответствовали почвам, обработанным биопрепаратом (больше в 4-5 раз в Л-К и 3-4 раза в С-К по сравнению с контролем). Обоснованы величины допустимого содержания НП в почвах: 6 г/кг для Л-К и 4 г/кг для С-К.

Литература

1. Классификация и диагностика почв СССР Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. и др. (сост.) М.: «Колос», 1977. - 221 с.
2. FAO, 2015. World Reference Base for Soil Resources Rome
3. ПНДФ 16.1:2.22-98 «Методика измерения массовой доли нефтепродуктов в почве и донных отложениях методом ИК-спектromетрии». 2005. 18 с.
4. Anderson and Domsch (1978) Anderson, J.P.E., Domsch, K.N., 1978. A physiological method for quantitative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biol. Biochem. 10, 215 – 221.

Почвенно-экологические исследования на карбоновых полигонах РФ

Запасы гумуса в аквапочвах бухты Киевка Японского моря

Брикманс А.В., Бовсун М.А., Иванкова А.И., Гилёв А.М.

Доцент, аспирант 4 года обучения, аспирант 1 года обучения, магистр
ФГАОУ ВО «Дальневосточный Федеральный университет», Институт Мирового океана, кафедра почвоведения, Владивосток, Россия

E-mail: brikmans.av@dvfu.ru

Гумус в донных отложениях образуется в основном под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов и является источником питания способствуя биологической активности [1]. На процесс разложения органического вещества оказывают влияние воздух, влага и химический состав пород. При недостатке воздуха и избытке влаги в донных отложениях создаются условия для анаэробного микробиологического процесса разложения. В связи с этим для оценки секвестрационного потенциала морских экосистем необходимо рассматривать запасы гумуса в донных отложениях Японского моря.

Объектами исследования являются аквапочвы, отобранные в ходе экспедиции 83 рейса на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» с помощью геологических колонок с глубин от 12,2 м до 99,0 м, проводилось послойное изучение образцов до 10 см в шельфовой зоне бухты Киевка, расположенного в заливе Петра Великого Японского моря.

Содержание гумуса в аквапочвах бухты Киевка Японского моря распределено не равномерно и варьирует от 0,65 % до 3,40 % (табл.), что позволяет условно классифицировать их как низкогумусные. При расчете запасов гумуса в аквапочвах показатели варьируют от 16,3 т/га до 92,7 т/га, что является очень низким и низким показателем. Такое неравномерное распределение гумуса в аквапочвах связано с тем, что в данной бухте произрастает морская трава *Zostera marina*, ее распространение в исследуемой бухте происходит в некоторых местах обильно, а в некоторых районах бухты наблюдается разреженность или вообще ее отсутствие. Благодаря наличию *Zostera marina* в прикорневой зоне создаются условия для аккумуляции илстых и коллоидных частиц, а также накопления гумуса [2], также в исследуемой бухте наблюдается наличие терригенной зоны (влияние реки Киевка), что также связано с намывом и приносом различных почвенных частиц совместно с органическим веществом.

Таблица – Запасы гумуса в аквапочвах бухты Киевка Японского моря

Объект исследования	Плотность, г/см ³	С орг, %	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га
<u>GA83-49BC</u>	1,20	0,38	0,65	7,80
<u>GA83-50BC</u>	1,10	2,01	3,40	37,4
<u>GA83-51BC</u>	1,15	1,67	2,87	33,0
<u>GA83-52BC</u>	1,08	0,88	1,51	16,3
<u>GA83-53BC</u>	1,22	1,00	1,72	20,9
<u>GA83-54BC</u>	1,26	1,85	3,18	40,0
<u>GA83-55BC</u>	1,74	1,40	2,41	41,9
<u>GA83-56BC</u>	1,87	2,88	4,96	92,7
<u>GA83-57BC</u>	1,26	1,08	1,86	23,4
<u>GA83-58BC</u>	1,18	1,34	2,31	27,2

Таким образом исследования показали, что по запасам гумуса аквапочвы относятся к очень низкому и низкому уровню, что связано с неравномерным произрастанием морской травы *Zostera marina* в бухте Киевка Японского моря.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания Минобрнауки России №FZNS-2023-0019.

Литература

1. Минеев В.Г., Агрохимия : учеб. М.: Наука, 2004. - 719 с.
2. Некоторые экологические параметры водной среды и донных отложений бухты Киевка Японского моря / Ю. А. Гальшева, Н. К. Христофорова, Е. Н. Чернова [и др.] // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 114-124. – EDN JVUJAZ.

Возможности управления потоками парниковых газов из почв Московского региона: модельный эксперимент

Деревенец Елизавета Николаевна

аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: lizaderevenets@yandex.ru

Для смягчения климатических изменений, снижения концентрации парниковых газов в атмосфере, в том числе диоксида углерода, необходимо изучить возможности управления потоками парниковых газов из почв. Особая актуальность представляется для почв сельскохозяйственных земель, которые зачастую служат источником парниковых газов [1]. Одним из важных вопросов остается изучение влияния различных агротехнических приемов на эмиссию парниковых газов из почв в конкретной местности, поскольку эффект тесно связан с климатическими условиями, почвами и растительностью территории. Применение минеральных удобрений может служить способом управления потоками парниковых газов из почв. В связи с малочисленностью и неопределен-

ностью данных актуально исследование влияния различных типов минеральных удобрений на эмиссию парниковых газов из почв Московского региона.

В модельном эксперименте изучалось влияние минеральных удобрений на эмиссию диоксида углерода (CO_2) из почв. Образцы серогумусового горизонта почв Ботанического сада МГУ помещали в сосуды объемом 1 л. Варианты опыта (в трех повторностях): контроль с растениями и без, удобрение с растениями и без. В вариантах с удобрениями на поверхность почв вносили комплексные удобрения в дозе $60 \text{ N} \cdot \text{га}^{-1}$: «Нитроаммофоска NPKS 21:10:10:2» (в гранулированном виде) и «Универсал NPK+MgO+S+микроэлементы 18:18:18:3» (в виде порошка). Форма азота в обоих удобрениях аммонийная и нитратная, в Универсале также и амидная. В вариантах с растениями использовали газонную травосмесь: овсяница красная 45%, мятлик луговой 12%, райграс однолетний 18%, райграс многолетний 20%, тимофеевка 5%. Эксперимент проводили в течение года, с марта 2023 г. Потоки CO_2 определяли статическим камерным методом в светопроницаемых и светонепроницаемых камерах (количественный анализ на газовом хроматографе) после внесения удобрений: в марте – июне 2023 г. и в феврале 2024 г. после повторного внесения. Влажность и температуру почв поддерживали на постоянном уровне, один раз в месяц срезали фитомассу.

Эмиссия CO_2 в сосудах с 2-мя удобрениями, как правило, была ниже контрольных значений в 1,1-1,9 раз. В вариантах с растениями это наблюдалось чаще, чем без них. Интенсивность эмиссии при использовании Нитроаммофоски в большинстве случаев была на 15-50% меньше, чем с Универсалом в 2023 г. В феврале 2024 г. каждое из удобрений могло оказывать больший эффект на снижение эмиссии CO_2 . Через 1,5-2 месяца после внесения удобрений их влияние на снижение эмиссии CO_2 не отмечалось. Уровень нетто-экосистемного обмена за счет поглощения CO_2 растениями был ниже контрольного в вариантах с удобрениями к концу 1-го и 2-го месяца при максимальном отращивании фитомассы.

Таким образом, результаты модельного эксперимента подтверждают возможность управления потоками CO_2 из почв при внесении минеральных удобрений, однако требуются дальнейшие полевые исследования для почв Московского региона.

Литература

1. Кудеяров, В. Н. Агрогеохимические циклы углерода и азота в современном земледелии России / В. Н. Кудеяров // Агрохимия. – 2019. – № 12. – С. 3-15. – DOI 10.1134/S000218811912007X.

Апробация методики ФАО для создания карты содержания углерода в пахотных почвах Рогнединского района Брянской области

Коноплина Л.Ю.

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: lidia.konoplina@gmail.com

Органическое вещество выполняет множество важнейших функций в почве: аккумулирует элементы минерального питания, обуславливает структуру, режимы и поглотительную способность почв, является субстратом для педобиоты. Содержание органического вещества является основным критерием оценки плодородия почв, поэтому мониторинг его динамики в почве имеет большое практическое значение. Картограммы, содержащие сведения о пространственном распространении содержания органического углерода, необходимо своевременно актуализировать с учетом дополнительной информации — для чего широко применяются методы цифровой почвенной картографии (ЦПК), которые позволяют сократить финансовые расходы и трудозатраты специалистов на полевые обследования и лабораторные анализы, а также позволяют оценить точность прогнозирования.

Целью данной работы было создание карты содержания углерода в пахотном горизонте почв Рогнединского района Брянской области с применением методов ЦПК на основе данных Агрохимслужбы за 2017–2021 гг. Площадь пашни в данном районе оценивается в 46711 га [1]. Площадь, обследованная Агрохимслужбой составила 34566 га. Для создания модели точками пробобора были выбраны центроиды контуров, где отбирались агрохимические образцы. Объем выборки составил 1536 значений. Работа выполнялась в соответствии с методикой первого этапа проекта ФАО по составлению Глобальной карты питательных веществ в почве и их балансов (GSNmap) [2]. Методика предполагает формализацию связей между исследуемыми почвенными свойствами и ковариатами с помощью метода квантильной регрессии на основе случайного леса. Сведения о ковариатах (климатические и геоморфологические характеристики, значения вегетационных индексов и др.) были получены с помощью платформы Google Earth Engine.

Результаты картографирования показали, что среднее значение содержания углерода составило 1.38 %, медиана — 1.40 %, стандартное отклонение — 0.33 %, пределы варьирования — 0.42–2.86 %. Эти данные согласуются с годовым докладом о состоянии окружающей среды [1], в котором указано, что в почвах Рогнединского района содержалось менее 1.8 % органического вещества. Величина стандартного отклонения варьировала от 0.09 % до 1.01 %, при этом максимальные значения наблюдались в областях с высоким содержанием углерода в почве. Очень высокий коэффициент корреляции ($r = 0.98$) показал сильную взаимосвязь наблюдаемых и предсказанных значений, что свидетельствует о высоком качестве моделирования. Согласно величине среднеквадратичной ошибки (RMSE = 0.13 %), различия между наблюдаемыми и предсказанными значениями были невелики. Доля дисперсии, объясненная моделью, составила 96 %. Можно сделать вывод о том, что модель очень хорошо предсказала содержание органического вещества в почве.

Литература:

1. Левкина Г.В., Луцевич А.А. Годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2022 г. Брянск, 2023. 205 с.
2. Angelini M.E, Luotto I., Rodriguez Lado L., Mainka M., Yigini Y., Tong Y. Global Soil Nutrient and Nutrient Budgets maps (GSNmap) Phase I. Technical Manual. 2022.

Использование иерархического дисперсионного анализа для оценки влияния пространственного варьирования на плотность почв УОПЭЦ «Чашниково»

Манакова Ольга Ивановна, Сорокин А.С.

Аспирант

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

Oliamanakova@yandex.ru

При оценке запасов углерода вклад в общую неопределённость получаемых результатов вносят следующие составляющие варьирования содержания углерода и плотности почвы: аналитическая ошибка и ошибка пробоотбора, пространственное варьирование, сезонная динамика и особенности землепользования [1]. На значения плотности также оказывает влияние наличия горизонтальной и вертикальной неоднородности почвенного покрова. Рядом исследователей [2] отмечается нехватка данных по плотности почвы и оценки варьирования для этих данных.

В этой работе проведена попытка оценки вклада пространственной неоднородности для шести участков разного типа землепользования. На каждом из них закладывались три профиля почв, с глубинами отбора 0-10, 10-20, 20-30 и 30-50 см в двойной повторности. Иерархия была выстроена следующим образом: самый высокий уровень занимал фактор «участок», затем для каждого участка фактор «профиль», ниже по иерархии находился фактор «глубина» и повторность. Также проводился иерархический дисперсионный анализ для каждой глубины отдельно.

При полной выстроенной иерархии анализ показал, что фактор «участок» меньше всего влияет на варьирование плотности, в то время как основной вклад вносят горизонтальная и в большей степени вертикальная неоднородность.

Плотность верхних горизонтов до 20 см в основном зависит от типа землепользования, наблюдается увеличение плотности в пределах верхних 0-20 см для возделываемых почв. Наименьшие значения плотности характерны для природных лесных и луговых ландшафтов.

Варьирование плотности в нижней части профиля значительно меньше, чем в верхней. Оно связано в основном с почвообразующими породами, отмечается объединение в группы средних для почв на одних и тех же материнских породах. Варьирование плотности между горизонтами почв, диагностируемых одинаково, превышает варьирование по глубине. Это связано с субъективностью диагностики почвенных горизонтов.

Литература:

1. Большаков, В. А. Аналитическое обеспечение мониторинга гумусового состояния почв / В. А. Большаков, А. С. Фрид. – Москва: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1993. – 74 с. – EDN TOYFMP.
2. Честных О.В., Замолодчиков Д.Г. Оценка объемного веса почвенных горизонтов по глубине их залегания и содержанию гумуса // Почвоведение. 2004. №8.

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)

Антропогенные факторы дыхания пахотных почв Длительного полевого опыта МСХА им. Тимирязева

Рыжов А.В.

Аспирант 2 г.о.

Институт географии РАН, Отдел географии почв, Москва, Россия

[*ryzhovav94@gmail.com*](mailto:ryzhovav94@gmail.com)

Наземные экосистемы могут выступать как в роли секвестора углерода, так и источника углерода в атмосфере за счет выбросов парниковых газов. Наибольшим слагаемым потока CO₂ из наземных экосистем является дыхание почв [1]. Одним из основных источников углерода для атмосферы является сектор сельского и лесного хозяйства - 22% общей антропогенной эмиссии парниковых газов и 10% - CO₂ [2].

Факторы, влияющие на оценку эмиссии CO₂ делятся на три группы – природные, хозяйственные и методические. Факторы окружающей среды непосредственно влияют на газообмен, то хозяйственные корректируют воздействие природных. Методические напрямую не влияют на дыхание, но определяют точность полученных данных.

Данная работа преследует цель оценить влияние хозяйственных факторов на дыхание пахотных почв при прочих равных условиях. Для этой цели в качестве объекта исследования был выбран Длительный полевой опыт МСХА им. Тимирязева –экспериментальный полигон на севере Москвы, на котором на площади в 1,5 га с 1912 года исследуется урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от типа вносимых удобрений, наличия известкования и севооборота, на однородной с точки зрения почвенного покрова и рельефа территории (дерново-слабоподзолистая, старопахотная почва под паром, посевами ржи, картофеля и ячменя).

Участки каждой культуры различаются по виду вносимых удобрений: комплексные (NPK), комплексные вместе с навозом (NPK+навоз) и без удобрений. На всех исследуемых участках применяется схема севооборота «черный пар – озимая рожь – картофель – ячмень – клевер – лён». Таким образом, всего анализировалось 12 деленок. Всего было проведено 10 регулярных измерений с периодичностью раз в 2 недели в вегетационный период, и раз в 3-4 недели вне его.

Эмиссию CO₂ из почвы измеряли методом статических закрытых камер с помощью портативных инфракрасных CO₂-газоанализаторов на основе датчика AZ 77535 (AZ Instruments, Тайвань), модифицированных для полевых работ (патент RU 174321 U1). Экспозиция при разовых измерениях составляла 3 мин.

Почвы Длительного полевого опыта характеризуются различными показателями эмиссии CO₂ в зависимости от возделываемых культур: максимальные значения характерны для ржи (0,264±0,235 г C/м² ч), минимальные – для картофеля (0,093±0,081 г C/м² ч).

Внесение органических удобрений приводит к повышению интенсивности почвенного дыхания относительно других вариантов: 0,247±0,250 г C/м² ч при NPK+навоз по сравнению с 0,133±0,107 г C/м² ч при NPK и 0,118±0,114 г C/м² ч без удобрений.

Применение гребневания при возделывании картофеля приводит к снижению почвенной влажности, и, как следствие, к замедлению скорости почвенной эмиссии CO₂.

Работа выполнена за счет средств гранта РНФ #23-26-00191.

Литература

1. Ryan M.G., Law B.E. Interpreting, measuring, and modeling soil respiration // Biogeochemistry. 2005. V. 73. P. 3–27. <https://doi.org/10.1007/s10533-004-5167-7>
2. Friedlingstein P., Jones M.W., O'Sullivan M., Andrew R.M., Bakker D.C.E., Hauck J., Le Quéré C., Peters G.P. et al. Global Carbon Budget 2021 // Earth System Science Data. 2022. V. 14. P. 1917–2005. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1917-2022>

Секвестрация углерода в почвах карбоновой фермы МГУ «Чашниково»

Савельева Вера Михайловна, Бобрик Анна Александровна

Студент, доцент

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

E-mail: vera_saveleva_2002@mail.ru

Актуальность научной проблемы, на решение которой направлено исследование, обусловлена наблюдаемыми в настоящее время климатическими изменениями. Территория Российской Федерации находится в области значительных наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата. Для достижения Россией углеродной нейтральности к 2060 году, необходимо создание национальной системы мониторинга эмиссии и поглощения парниковых газов. С этой целью Министерство науки и высшего образования запустило программу создания сети карбоновых полигонов.

Целью создания и функционирования карбонового полигона МГУ имени М.В. Ломоносова является разработка низкоуглеродных стратегий природопользования, лесовосстановительных и агрономических технологий, направленных на долгосрочное депонирование атмосферного углерода в лесных, пойменных и аграрных ландшафтах южной тайги Европейской территории России. В результате реализации проекта предполагается разработать предложения по

внедрению оптимальных низкоуглеродных стратегий природопользования, способствующих максимальному и долговременному депонированию углерода.

Секвестрационный потенциал демонстрирует способность экосистемы поглощать парниковые газы из атмосферы и зависит от соотношения двух важнейших экосистемных процессов – поглощения CO₂ растениями и эмиссии парниковых газов с поверхности почвенно-растительного покрова. Цель работы – оценка потенциала секвестрации углерода в почвах карбоновой фермы МГУ «Чашниково».

В ходе исследования, проведённого на первом этапе, на участке карбоновой фермы «Чашниково» заложена мониторинговая площадка. На всех пикетах мониторинговой площадки, расположенных по регулярной сетке с шагом 1 м, выполнено определение изучаемых показателей. Общее число точек опробования составляет 20. На мониторинговой площадке проведено определение эмиссии диоксида углерода с поверхности почвы, температуры и влажности почвы. В лабораторных условиях проведено определение содержания экстрагируемого углерода почв и углерода микробной биомассы почв. Ведется подготовка эксперимента по увеличению депонирования углерода в пахотных почвах за счет повышения скорости фотосинтеза и применения агротехнологических приемов при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

Проведенные исследования показали, что все изученные абиотические параметры характеризуются невысокой пространственной вариабельностью. Почвы характеризуются высокими значениями эмиссии диоксида углерода и ее невысокой пространственной вариабельностью.

В результате выполнения работ в 2023 году получена общая характеристика факторов среды и компонентов углеродного цикла почв экосистем карбоновой фермы 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 «Чашниково».

Интенсивность биологической деструкции органических соединений в почвах природных и антропогенно измененных ландшафтов опытных площадок Карбонового полигона МГУ «Чашниково»

Сушенцова Марина Вячеславовна

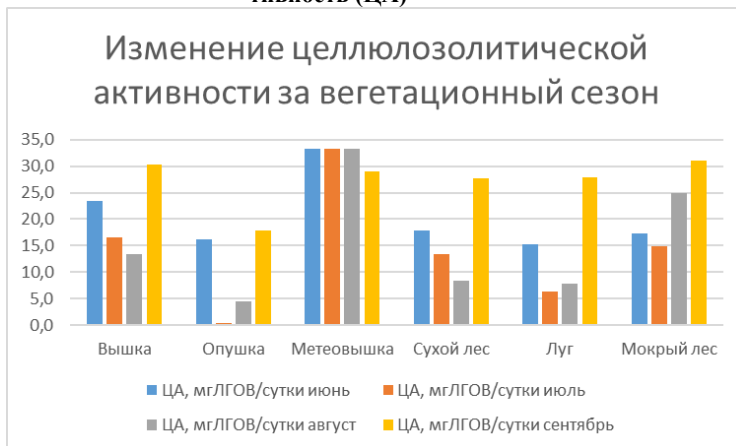
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Географический факультет МГУ Москва, Россия

Для оценки способности почв к трансформации растительных остатков и органических веществ были выбраны показатели целлюлозолитической активности

и биологическому потреблению кислорода (БПК) [1,2]. В комплексе с этими показателями оценивается эмиссия CO₂ эксперс-методом при использовании газоанализатора PS-9000 & SC-12. Эмиссия CO₂ -интегральный показатель, обладающий широким диапазоном пространственно-временной вариабельности, т.е. зависит от факторов среды.

Рисунок 1. Экспериментальные данные целлюлозолитическая активность (ЦА)



На ключевых участках карбонового полигона «Чашниково» эмиссия CO_2 варьирует от 1,2 до 12,3 $\mu\text{моль}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Высокие значения эмиссии CO_2 зарегистрированы на участке «Мокрый лес», что может быть обусловлено процессом дыхания сфагнома и условиями повышенного увлажнения.

Отмечается, что с ростом температуры и влажности эмиссия CO_2 возрастает, измерения. Достоверных различий влияния подстилки на эмиссию CO_2 не выявлено.

Целлюлозолитическая активность на участках, расположенных на луговых сообществах «Метестанция» и «Луг», выше (>50% потери биомассы), чем на участках под лесными сообществами (25-40% потери биомассы).

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

Список литературы:

[1] Krechetov P.P., Sharapova A.V., Semenov I.N., Koroleva T.V. Protocol of conjugate evaluation of the biological activity of soils in terms of cellulolytic activity and biological consumption of oxygen // METHODSX, 2022. Vol. 9, 101841. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101841>

[2] Смагин А. В., Смагина М. В., Садовникова Н. Б. Биологическое потребление кислорода в почвах и подстилках // Почвоведение. - 2018. - № 3. - С. 304-317.

Минерализационный потенциал органического вещества почв лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ

Шахтарин Ю.А.

Аспирант

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

E-mail: shyurash@gmail.com

Минерализация соединений углерода в почвах – одно из важных звеньев цикла углерода. Однако минерализационная способность органического вещества лесных почв, несмотря на ее чувствительность к изменению климата, изучена недостаточно. Исследование данного звена круговорота углерода позволит оценить возможности почв в смягчении последствий климатических изменений [1].

Цель работы – изучение минерализационной способности почв трех типов лесных экосистем подзоны хвойно-широколиственных лесов – сосново-елового, березово-елового и кленово-липового лесов на территории Звенигородской биостанции МГУ. Почвы представлены элювоземами и дерново-элювоземами на «обратных» двучленах – покровных суглинках, подстилаемых флювиогляциальными песками.

Образцы верхних минеральных горизонтов АУ и АЕЛ отбирали под подстилкой из слоев 0–5 и 5–10 см. В образцах почв определяли pH в водных и солевых суспензиях и общее содержание углерода и азота методом сухого сжигания. Потенциальную скорость минерализации органического вещества оценивали по дыханию почв (SR—soil respiration, г/кг) или БПК (биологическому потреблению кислорода) манометрическим методом с помощью системы OxiTop (WTW) при температуре инкубации 20°C и увлажнении 60% НВ.

Кислотность и содержание органического углерода в исследуемых элювоземах и дерново-элювоземах (таблица) типичны для почв легкого гранулометрического состава подзоны хвойно-широколиственных лесов [2].

Таблица. Основные свойства почв лесных экосистем Звенигородской биостанции

Глубина	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	pH KCl	C _{орг} , %
0–5 см	4,9–5,0	4,1–4,2	3,8–4,0	2,5–3,0
5–10 см	4,8–5,0	4,0–4,1	3,7–3,9	1,6–1,8

Значения БПК почв входят в диапазон 1,0–5,9 г/кг для 30-дневного периода инкубации. Как правило, с большей скоростью минерализовались образцы почв, отобранные с меньшей глубины, непосредственно под подстилкой (0–5 см). Для обеих глубин характерно возрастание БПК почв в следующей последовательности: сосново-еловый лес << кленово-липовый лес < березово-еловый лес. Видимо, наибольшее значение БПК в березово-еловом лесу может быть объяснено повышенной долей активного углерода, поступающего с листовым опадом по сравнению с хвойным. Кроме того, более легкий гранулометрический состав почв кленово-липового леса, вероятно, обеспечивает большую доступность углерода для микроорганизмов.

Работа поддержана ВИП ГЗ «РИТМ углерода».

Литература

1. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В. и др. Минерализуемость органического вещества и углерод-секвестрирующая емкость почв зонального ряда // Почвоведение. 2008. № 7. С. 819-832.
2. Копчик Г.Н., Смирнова И.Е., Копчик С.В. Анализ эколого-генетических особенностей почв для мониторинга лесных экосистем в зоне хвойно-широколиственных лесов // Почвоведение. 2023. № 10. С. 1269-1284.

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

Влияние мелиорантов на химические свойства почв окрестностей металлургического комбината

Алексеев Д.Д. Студент, 1 курс магистратуры

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: dankrov1999@gmail.com

Предприятия цветной металлургии оказывают высокую техногенную нагрузку на окружающую среду, посредством загрязнения её тяжёлыми металлами (ТМ), а также побочными продуктами процессов плавки и обогащения руд. Основными загрязняющими веществами в районе комбината являются ТМ, а именно никель, кобальт и медь. Помимо этого в процессе плавки и обогащения местных сульфидных руд образуется большое количество побочного продукта в виде соединений серы. Проблемы загрязнения почв в ходе деятельности предприятий цветной металлургии разрабатываются довольно давно [2,3]. Вопросам, связанным с подвижностью тяжёлых металлов в почвах также посвящено множество трудов [1]. Целью данной работы является оценка перспективности применения мелиорантов для рекультивации загрязнённых почв окрестностей металлургического комбината. Объектом исследования являются пробы почв подбур, отобранные на небольшом удалении от металлургического комбината в июле 2022 года. В качестве мелиорантов были выбраны: CaO_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и гуминовый препарат «Экобиосфера Органик Плюс». Для проведения анализа методом ИСП МС на приборе PlasmaQuant MS Elite (Analytic Jena) и фитотестирования (МР 2.1.7.2297—07), были приготовлены водные вытяжки 1:10. Измерение накопленных сульфатов в ходе эмиссии сернистого газа проводилось в растворе 0,5М NaOH, при помощи ионного хроматографа ICS-2000 Dionex, время экспозиции модельного эксперимента составило 34 дня.

Таблица 1. Результаты эксперимента с Подбуром

	pH	C-CO ₂ , % снижения	S-SO ₂ , % снижения	Ni, % снижения	Co, % снижения	Cu, % снижения	Торможение, %
Подбур КОНТР	5,88	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,9
Подбур Ca(OH) ₂	7,09	148,92	77,71	9,21	5,98	12,71	-29,4
Подбур CaO ₂	7,59	193,00	44,15	6,18	4,05	13,81	-15,9
Подбур Гу- мат 1 доза	6,14	100,95	145,42	89,90	90,86	79,03	52,3

Вывод: В результате данной работы было установлено, что для органогенного горизонта 0-5 см Подбур иллювиально-гумусового (Таблица 1) наиболее

эффективным по совокупности факторов показал себя пероксид кальция в дозе 32 г/кг.

Литература

1. Водяницкий Ю. Н., Ладонин Д. В., Савичев А. Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. — Москва, 2012. — 304 с.
2. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: Наука, - 1994. – 280с.
3. Оценка и нормирование экологического состояния почв Норильского промышленного района: дис. кандидата биологических наук / Кудряшов С. В., Москва, 2010.

Эколого-геохимический анализ состояния почвенного покрова урбанизированной территории (на примере г.Дербент)

Ахмедова Камилла Измудиновна

аспирант 4 года обучения

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

E-mail: kamila7583q@gmail.com

Почвы, находящиеся на территории техногенного воздействия, превращаются в приемники поллютантов, которые, мигрируя по пищевым цепям, поступают в живые организмы [1]. Для выявления, снижения, предотвращения и ликвидации последствий техногенного загрязнения должны осуществляться различные природоохранные или мероприятия, для которых, прежде всего, нужна информация, которая будет объективно оценивать ситуацию, сложившуюся в том ином районе. Среди загрязняющих веществ по масштабам загрязнения и воздействию на биологические объекты особое место занимают тяжелые металлы [2,3].

Таким образом, актуальность исследования определяется объективной необходимостью оценки и мониторинга территории г.Дербент, как города с развитыми промышленными и туристическими отраслями.

Цель исследования: эколого-геохимическая оценка состояния почв, загрязненных тяжелыми металлами в условиях города Дербент.

Объектами исследования служили образцы почв, отобранные в весенний и осенний период 2023 года, вблизи объектов промышленности: Дербентский завод игристых вин, Коньячный комбинат, Завод шлифовальных станков, Консервный комбинат, Радиоэлемент, Электросигнал. А также отбор проб почвенных образцов осуществлялся в рекреационной зоне города.

Более детальные исследования техногенного загрязнения почвенного покрова исследованных районов г. Дербент показали, что почвы по уровню содержания тяжелых металлов характеризуются крайней неоднородностью — от фонового до опасного. Отмечено превышение валового содержания в несколько раз, для некоторых элементов, таких как Pb, Cd, Zn. В районе завода шлифовальных станков наблюдается значительное превышение ПДК: до 2 ПДК свинца, до 1,7 ПДК цинка. Высокое содержание кадмия было отмечено в районе завода «Радиоэлемент», превышение ПДК в 1,2 раза. В целом, можно отметить, что основные загрязненные районы, которым соответствуют образцы 2, 3, 6, дополнительно испытывают влияние автомобильного транспорта.

Литература

1. Трофимова Т.А. Применение посевов горчицы сарептской в целях фиторемедиации техногенно загрязненных тяжелыми металлами светлокаштановых почв южной пригородной агропромзоны г. Волгограда: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук. - Волгоград. - 2009. - 26 с.

2. Ларионов М.В. Особенности накопления техногенных тяжелых металлов в почвах городов среднего и нижнего Поволжья// Вестник Томского государственного университета. 2013. № 368. С. 189–194.

3. Esmaeili A. A geochemical survey of heavy metals in agricultural and background soils of the Isfahan industrial zone, Iran / A. Esmaeili, F. Moore, B. Keshavarzi, N. Jaafarzadeh, M. Kermani // Catena, 2014. – №. 12. – P. 88-98.

Содержание бенз(а)пирена в почве и растениях техногенно загрязненной территории

Барбашев А.И., Дудникова Т.С., Немцева А.А., Шуваев Е.Г., Попов В.Р., Черникова Н.П.

Аспирант

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия
E-mail:barbashev_andrei@mail.ru*

Актуальной проблемой настоящего времени является загрязнение почв органическими поллютантами. Среди опасных органических поллютантов выделяют группу полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), к которой относят канцероген 1 класса опасности – бенз(а)пирен (БаП). Поступление БаП в окружающую среду главным образом обусловлено антропогенным влиянием. При этом накопление токсических соединений в первую очередь происходит в системе почва-растение, вследствие чего необходим постоянный мониторинг накопления и распределения органических поллютантов в почвах и растениях.

Целью данной работы являлось определение содержания БаП в почве и растениях техногенно загрязненной территории. В рамках данного исследования заложен участок (2а) в импактной зоне, на территории бывшего озера Атаманское, которое долгие годы служило резервуаром для сброса отходов химического комбината. Проведен отбор проб почвы (хемозем) на глубину 0-20 см и одного преобладающего вида растений: тростник южный (*Phragmites australis* Cav.). В качестве фоновой площадки (1а) была выбрана незагрязненная территория, почвенный покров которой представлен лугово-черноземной почвой.

Экстракцию ПАУ из образцов почвы и растений проводили методом омыления путем кипячения воздушно-сухого образца почвы в 2% растворе КОН в этаноле с последующей переэкстракцией гексаном в трехкратной повторности. Количественное определение БаП в экстрактах проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Для оценки избирательности накопления БаП тростником южным рассчитаны коэффициент накопления (КН) – отношение содержания БаП в корнях к содержанию в почве и акропетальный коэффициент (АК) - отношение содержания БаП в стеблях к содержанию в корне.

Содержание БаП в фоновой почве площадки 1а, составило 17,8 нг/г. Несмотря на то, что уже более 20 лет территория озера Атаманское не используется

как резервуар для сброса отходов, содержание БАП в хемоземах природного отстойника химических отходов выше, чем в почве удаленного участка площадки мониторинга 1а в 10 раз. Выявлено превышение ПДК БАП в 11 раз, что относит хемоземы согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 к категории высоко опасных.

В корнях и стеблях тростника южного содержание поллютанта достигало 9,2 нг/г и 2,7 нг/г БАП, соответственно.

Коэффициент накопления в растениях тростника южного составил 0,03. Акропетальный коэффициент составил 0,3.

Таким образом, в почве исследуемого участка содержание БАП превышает ПДК в 11 раз, что приводит к активному накоплению поллютанта в корнях тростника южного. При этом для исследуемого вида характерен базипетальный тип поглощения поллютанта. Тем не менее, результаты расчета АК показали, что дальнейшая транслокация БАП из корня в стебель происходит не менее интенсивно, чем поглощение корнями из почвы.

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

Действие фильтратов антибиотика ципрофлоксацина в песке и почве на микроводоросли

Батаков А.Д., Тосхопоран А. К

Аспирант 2 г.о.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: batutan70 @gmail.com

В работе предпринята попытка применить жгутиковые микроводоросли для оценки токсичности антибиотика ципрофлоксацина в фильтратах песка и дерново-подзолистой почвы в условиях колоночного эксперимента.

Для модельного эксперимента выбрали кварцевый песок и дерново-подзолистую почву (УОПЭЦ Чашниково), размер частиц от 0,5 до 1 мм. бразец пахотной дерново-подзолистой почвы – Albic Retisols (Loamic, Aric, Cutanic, Ochric (Московская область, Солнечногорский район на территории УОПЭЦ “Чашниково”) отобран из верхнего слоя 0–20 см (56°02'01 N, 37°10'04 E). Почва сильно окультуренная, с высоким содержанием органического углерода (Сорг 3.86%), рН КС1 – 6.39 ± 0.05 [9].

Эксперимент проводили в стандартных пластиковых колонках (трубках) диаметром 4,5 см и высотой 10 см. Пластиковые трубки являются оптимальными для проведения подобных экспериментов, поскольку дают минимальный пристеночный эффект. Колонки заполняли исследуемыми образцами, насыщая дистиллированной водой для заполнения всего порового пространства влагой.

Для изучения миграции антибиотика в колонках с субстратами использовали раствор ципрофлоксацина (торговой марки «АВВА РУС») в концентрации 2.4 г/л. Порции фильтрата собирали в объемах по 20 мл (один такт), суммарный объем профильтрованного раствора составил 400 мл для каждой колонки.

Оценка токсичности антибиотика проводилась косвенным методом: о миграции ципрофлоксацина судили по воздействию на культуру одноклеточных

жгутиковых микроводорослей. Подвижность суспензионной клеточной культуры регистрировали анализатором изображений АТ-05, принцип работы которого основан на цифровом анализе микроскопических видеоизображений суспензии жгутиковых клеток.

В проведенных исследованиях установлено, что под действием фильтрата песка подвижность микроводорослей резко снижается с каждой новой порцией фильтрата (рис.1)/

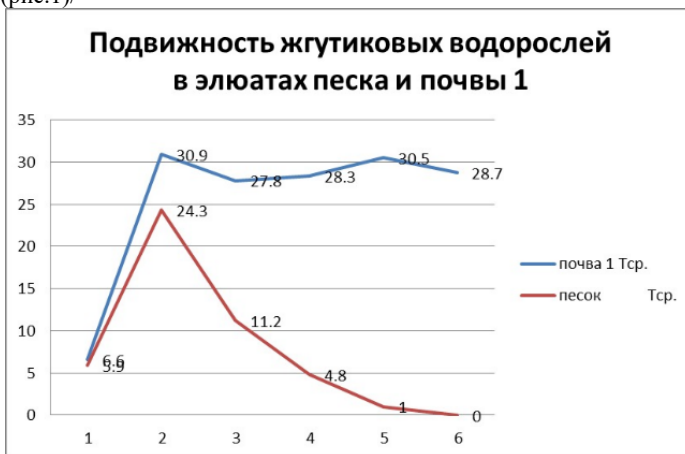


Рис. Изменение подвижности жгутиковых водорослей под влиянием ципрофлоксацина в фильтратах песка и почвы

Иммобилизация клеточной культуры в этих фильтратах можно объяснить возрастающей концентрацией антибиотика, который практически не сорбируется частицами песка, в отличие от почвенных частиц. В почвенных фильтратах токсичность фильтрата практически не выявлена.

Авторы благодарят М.А. Тимофеева и А.М. Кухаренко за методическую помощь и участие в выполнении альготестирования.

Оценка эффективности полимерных ремедиантов загрязненных почв по реакции бактериальных биосенсоров

Бикулова А.И., Сергеева Ю.Д.

Студент магистр 1 года

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

ArinaOornitolog@yandex.ru

Загрязнение окружающей среды вблизи металлургических комбинатов приводит к деградации почв. В таких условиях необходимость восстановления почвенного покрова становится очевидной. В целях ремедиации нарушенных почв применяются различные способы их обработки. В последнее время интерес привлекают рецептуры полимерных препаратов, которые не только обеспечивают

эффективную защиту почв от ветровой и водной эрозии, но способствуют восстановлению загрязненных и нарушенных почв путем иммобилизации токсичных тяжелых металлов (ТМ) [1].

В работе оценивали эффекты от внесения полимерных препаратов в образцы почв, расположенных на разном удалении от источника химического загрязнения – металлургического гиганта «Североникель». Исследовали образцы выходящего на поверхность иллювиального горизонта абразема техногенной пустоши (2.6 км от комбината) и аналогичного горизонта подзола условно фонового елового леса (64 км от комбината). Содержание ТМ в образце фонового подзола не превышает 0.19 мг Ni/кг и 0.12 мг Cu/кг, pH 5.2, тогда как в образце абразема достигает 2.5 мг Ni/кг и 60 мг Cu/кг, pH 4.6 [2]. Обработку почв из расчета 0.2% препарата проводили растворами 1% гипана (Г) и в композиции с 0.1 % сахалинским гуматом из угля (СГ). Оценку эффектов проводили по интенсивности биоломинесценции генномодифицированных бактерий в составе препарата «Эколюм» в водных экстрактах почвенных образцов стандартным методом биотестирования [3].

Результаты биотестирования показали, что гипан дает положительный эффект: заметно, в 2.7 раза, повышает свечение бактерий в загрязненном абраземе и в 1.3 раза в фоновой почве. Добавка СГ не улучшила эффект гипана, как можно было ожидать. После обработки бинарным составом (Г+СГ) биоломинесценция бактерий в фоновой почве практически такая же, как с гипаном, а в загрязненном абраземе в 1.6 раза выше, чем в необработанных полимерами образцах, однако, почти в 2 раза меньше, чем при обработке гипаном. Следовательно, повышение свечения бактерий наблюдается в обоих вариантах рецептуры. Однако применение только гипана оказывает больший эффект, практически не влияя на свечение в фоновой почве и увеличивая его вдвое в загрязненном абраземе по сравнению с обработкой композицией Г+СГ.

Таким образом, применение полимерных препаратов улучшает состояние загрязненных почв, о чем свидетельствует повышение бактериальной биоломинесценции в исследованных образцах. Наибольший положительный эффект выявлен при обработке загрязненной почвы гипаном без добавления гумата.

Список литературы:

1. Yakimenko, O., Ziganshina, A., Terekhova, V., Panova, I., Gladkova, M., Timofeev, M., and Yaroslavov, A. Ecotoxicity of polyelectrolyte formulations in water and soil matrices // *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (2022), 65489–65499.
2. Копчик Г.Н. Копчик С. В., Смирнова И. Е., Синичкина М. А. Ремедиация почв техногенных пустошей в Кольской Субарктике: современное состояние и многолетняя динамика // *Почвоведение*. 2021. No. 4. С. 489–501. – DOI 10.3185/S0032180X21040092.
3. Терехова В. А. Биотестирование экотоксичности почв при химическом загрязнении: современные подходы к интеграции для оценки экологического состояния (обзор) // *Почвоведение*. 2022. No. 5. С. 586–599.

**Оценка воздействия деятельности аэропорта г. Уфа на почвенный покров
Булгакова В.В., Белоусова Л.Ю.**

Аспирант, 2 год обучения

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени главного маршала авиации А.А. Новикова, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: bu_veron@mail.ru

В настоящее время важной проблемой является формирование экологически безопасных производств. К техногенным источникам загрязнения окружающей среды относится деятельность объектов гражданской авиации. Повышенное внимание уделяется загрязнению почвенного покрова в зоне аэродрома тяжелыми металлами из-за их высокой степени токсичности и стабильности. Тяжелые металлы в чрезмерных количествах могут вызывать дестабилизацию почвенного состава и создавать окислительный стресс у растений, повреждая структуру их клеток [1]. При этом, почвенная система считается устойчивым индикатором состояния загрязнения окружающей среды, поскольку почвы являются поглотителями парниковых газов.

Цель данной работы заключается в определении концентрации тяжелых металлов в почвах аэродрома г. Уфа. Для определения антропогенного воздействия гражданской авиации на почвенный покров, в августе 2022 года были отобраны пробы почвы в посёлке Берёзовка, который находится в санитарно-защитной зоне аэропорта г. Уфа. Территория поселка была поделена на 4 зоны отбора проб, в соответствии с [2] методом конверта было отобрано 40 образцов почвенного покрова с гумусового горизонта.

Для исследования тяжелых металлов в почве был применен рентгенофлуоресцентный метод в соответствии с [3]. Данный способ основывается на взаимодействии рентгеновских лучей с материалом. Анализаторы определяют химический состав образца путем измерения флуоресцентного рентгеновского излучения, испускаемого образцом при его возбуждении первичным источником рентгеновского излучения. В результате анализа была получена информация о валовом содержании тяжелых металлов, таких как Cr, Ni, Pb, Zn, Cu, As, в почвенном покрове в зоне аэродрома г. Уфа.

Проведенное исследование показало, что в большинстве проб почвы зафиксированы превышения относительно ориентировочно допустимых концентрации (ОДК) [4]. Концентрация Cr, Ni, Cu, As в пробах содержится в диапазоне 8.9 – 22.8 мг/кг, 6.9 – 12.0 мг/кг, 4.8 – 12.1 мг/кг, 1.9 – 7.1 мг/кг, соответственно. Однако во всех пробах отсутствуют превышения относительно ОДК по Pb и Zn, их концентрация в почве содержится в диапазоне 1.8 – 4.1 мг/кг, 7.2 – 39.7 мг/кг, соответственно.

Таким образом, полученные результаты показали повышенное содержание тяжёлых металлов в почве в районе аэродрома. Учитывая, что на исследуемой территории отсутствуют иные антропогенные источники загрязнения почвы, то подтверждается факт влияния деятельности объекта гражданской авиации. Поэтому необходимы дальнейшие изучения данного вопроса для более точного определения уровня воздействия аэропортов на окружающую среду.

Литература

1. Sharmila Ray, P.S. Khillare, Ki-Hyun Kim. The Effect of Aircraft Traffic Emissions on the Soil Surface Contamination Analysis around the International Airport in Delhi // Asian Journal of Atmospheric Environment. 2012. Vol. 6(2). P. 118-126.

2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Межгосударственный стандарт. Почва. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Дата введения: 01.01.1986.

3. ГОСТ 28033-89. Метод рентгенофлюоресцентного анализа. Дата введения: 01.01.1990.

4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 32 от 18 мая 2009 г. «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2511-09».

Формы нахождения радия-226 в дерново-подзолисто-глеевой почве и конкрециях ее элювиального горизонта

Вершинин Иван Михайлович

Студент, 1 курс магистратуры

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

E-mail: ivanvershinin1@yandex.ru

Дерново-подзолисто-глеевые почвы являются типом в отделе структурно-дифференцированных почв [2], занимают 0,1% территории России [3]. Характерное для этих почв устойчивое переувлажнение приводит к протеканию в элювиальных горизонтах окислительно-восстановительных сегрегационных процессов, что приводит к образованию марганцево-железистых конкреций разного размера. Актуальность темы заключается в изучении распределения активности радия-226 как по почвенному профилю, так и в пределах системы «почвенный мелкозем – конкреции» элювиального горизонта дерново-подзолисто-глеевой почвы, как среды, не подвергшейся техногенному радиоактивному загрязнению. Эта информация представляется особенно важной при исследовании радиоактивно загрязненных почв и может выступать в качестве фоновой. Кроме того, результат исследования представляет интерес и с точки зрения изучения миграционной способности радия-226 и его перехода в сопредельные среды. Для извлечения различных по растворимости форм радия-226 применялся метод Павлоцкой [1, 4]. Измерение удельных активностей производилось альфа-радиометрически, после радиохимического выделения из вытяжки соосаждением с сульфатом бария.

Показано, что суммарные удельные активности радия-226 характеризуются элювиально-иллювиальным типом распределения по почвенному профилю, при этом суммарная удельная активность радионуклида в конкрециях максимальна для наименьшей размерной фракции 1-2 мм, а минимальна – для фракции 7-10 мм. Активность радионуклида во вмещающей почвенной массе элювиального горизонта еще меньше, что позволяет сделать вывод об аккумуляции радия-226 конкрециями всех размеров.

В ходе анализа форм нахождения радия-226 наибольшее увеличение при продвижении вниз по профилю установлено для обменных и подвижных фракций, при этом фракции соединений радия-226, связанных с органическим веществом и полуторными оксидами, также несколько увеличиваются в иллювиальной части. В суммарные активности радионуклида наибольший вклад, за исключением фракции остатка, вносят его обменные соединения. Похожая ситуация наблюдается при анализе форм соединений радия-226 в конкрециях; несмотря на общее накопление радионуклида, по мере увеличения размерных фракций наблюдается увеличение доли подвижных соединений на фоне некоторого уменьшения доли фракции остатка, что свидетельствует о накоплении конкрециями соединений радия-226 преимущественно по обменному типу.

Библиографический список

1. Архипов Н.П., Федорова Т.А., Февралева Л.Т. Соотношение форм соединений тяжелых естественных радионуклидов в почвах / Почвоведение – 1986, № 1;
2. Классификация и диагностика почв России / Под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск, 2004;
3. Национальный атлас почв Российской Федерации / Под ред. С.А. Шобы. М., 2011;
4. Павлоцкая Ф.И. Формы нахождения и миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М., 1981.

Анализ специфики корневого поглощения цезия-137 кукурузой в течение вегетационного сезона на основе метода главных компонент

Денисова О.Е.

Студент (магистр)

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

E-mail: denisovaoe@my.msu.ru

Последствия радиоактивного загрязнения почв Европейской части России цезием-137 (^{137}Cs) после аварии на Чернобыльской АЭС, несмотря на прошедшие 38 лет, проявляются до сих пор. Одно из них – необходимость контролировать переход ^{137}Cs в сельскохозяйственную продукцию, выращиваемую на подвергшихся радиоактивному загрязнению землях, для обеспечения ее безопасности. Переход ^{137}Cs из почвы в растения определяется большим количеством факторов. Метод главных компонент является мощным инструментом анализа данных, позволяющим выделить наиболее значимые переменные и графически представить многомерные данные на двумерных графиках, что возможно использовать при изучении процессов корневого поглощения ^{137}Cs сельскохозяйственными культурами, в частности, кукурузой (*Zea mays L.*).

Исследование проводилось на территории Плавского радиоактивного пятна Тульской области, где плотность загрязнения почв ^{137}Cs до сих пор превышает норматив (37 Бк/м^2) в среднем в пять раз [1]. В агроценозе кукурузы сорта Pioneer P8515 в течение вегетационного сезона с июня по сентябрь отбирали пробы растительности, разделяя подземные и надземные органы на отдельные во время каждой стадии роста: развитие листьев (июнь – 2 фракции), удлинение стебля (июль – 4 фракции), цветение (август – 8 фракций) и полная зрелость (сентябрь – 10 фракций). В дальнейшем пробы анализировались по пяти параметрам: биомассе (г/м^2), содержанию сухого вещества (%), зольности (%), удельной активности ^{40}K и ^{137}Cs (Бк/кг) в надземной биомассе, подземной биомассе и общей биомассе.

На графике (рис. 1) переменных характеристики общей и надземной биомассы кукурузы смешались вдоль оси первой главной компоненты, что коррелировало с ростом биомассы и образованием сухого вещества по мере прохождения онтогенетических стадий, в то время как характеристики подземной биомассы оставались относительно стабильными. Упорядочение признаков по осям 1 и 2 основных компонент подтвердило специфичность накопления ^{137}Cs в кукурузе, что нашло отражение в противопоставлении уровней накопления радионуклида характеристикам её продуктивности и общему потреблению питательных веществ в течение вегетационного периода, включая элемент основного питания растений калий (оценен по постоянной изотопной примеси ^{40}K 0,0117%).

Таким образом, факторный анализ сезонной динамики основных характеристик растений кукурузы и изменения уровней накопления ^{137}Cs , проведенный на основе метода главных компонент, выявил специфичность процессов перехода ^{137}Cs в растение по сравнению с общим потоком минеральных элементов и корневым потреблением ^{40}K .

Литература:

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевич. — Москва—Минск: Фонд «Инфосфера» — Природа, 2009. - 140 с.

Почвенный покров – как индикатор экологического состояния городских территорий

Жебракова А.Д., Евсеев В.В.

Студент, аспирант

Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия

zhebrakova20012002@mail.ru

Разнообразие предприятий промышленности, высокая транспортная активность и другие виды антропогенной деятельности оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды. Одним из главных компонентов которой является почвенный покров. Биологическая продуктивность растений, здоровье животных и жителей населенных пунктов зависит от уровня загрязнения городских почв. Урбанизированные территории подвергаются воздействию таких приоритетных загрязнителей, как тяжелые металлы (ТМ) и нефтепродукты. Поступление и накопление данных токсичных элементов в почву негативным образом сказываются на ее природных свойствах.

Как правило, почвы, загрязненные ТМ в городских районах, могут непосредственно попадать в организм человека и влиять на здоровье населения тремя путями: пероральным приемом внутрь, кожным контактом и вдыханием частиц почвы. Многие исследования показали, что прямое попадание частиц почвы внутрь играет важную роль в воздействии на человека ТМ, содержащихся в почвах [1].

Поэтому целью исследования являлось определение уровня загрязнения почвенного покрова города Иваново ТМ и нефтепродуктами. Для анализа были отобраны пробы почвы в 12 точках в соответствии с требованиями нормативной

документации [2]. Контроль осуществлялся путем сравнения полученных результатов с нормируемыми величинами и проведена оценка путем расчёта коэффициента концентрации химического вещества (Кс) и суммарного показателя химического загрязнения (Zс), которые выражают степень неблагоприятного воздействия на здоровье населения [3].

В результате работы было выяснено, что валовое содержание Zn в почве превышает ПДК во всех контрольных точках, за исключением северной части города (т. 1 и т. 7). Максимальные значения содержания Ni были зафиксированы в точках 2, 5, 6 и 11, в которых концентрация металла составила от 1,1 до 1,4 ПДК. Значения содержания Cu в точках 2, 8, 11 превышают ПДК в среднем в 1,5 раза.

Превышение концентраций подвижных форм Zn наблюдается практически во всех точках за исключением северной (т. 1, 3) и южной (т. 10-12) частей города. По Ni превышение величины ПДК наблюдаются во всех точках, кроме восточной части города (т. 3, 9) и западной части города (т. 7, 8, 10). Превышение величины ПДК по Cu наблюдается в т. 6, 8 и 10 (северо-западная часть города) и составляет от 1.2 до 1.6 ПДК. Остальные значения концентраций валовых и подвижных форм ТМ находятся ниже ПДК. Содержание нефтепродуктов в почвах превышает фоновое значение во всех точках, кроме т. 6 (южная часть города).

Высокие значения Zс отмечены в точках 2, 5, 8, 11 (окраина города). В соответствии с ориентировочной оценочной шкалой опасности загрязнения почв по Zс 25 % исследуемых проб позволяют отнести почву территории г. Иваново к категории допустимого уровня загрязнения ($Zс < 16$), остальные 75% почвенного покрова относятся к категории умеренно опасного уровня загрязнения ($16 < Zс < 32$).

Литература

1. Wu S. et al. Levels and health risk assessments of heavy metals in urban soils in Dongguan, China // Journal of Geochemical Exploration. 2015. №. 148. P. 71-78.
2. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для хим., бактер., гелим. анализа. Почвы: Сб. ГОСТов. М.: Стандартинформ. 2018. 14 с.

СанПиН 2.1.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности для человека и факторов среды обитания. - Минздрав РФ, 2021

Миграция цезия-137 в системе «агрочернозём-картофель» и влияние кулинарной обработки на содержание радионуклида в пищевых продуктах, изготовленных из картофеля

Жерненко А. О.

Студент, 4 курс бакалавриата

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

E-mail: zhiernienkov99@mail.ru

Научные руководители: Парамонова Т.А., к.б.н., Кузьменкова Н.В., к.г.н.

Исследование распределения радионуклидов в растениях картофеля может помочь в оценке безопасности использования данной культуры в качестве пищи для людей или корма для животных, а также в разработке стратегий по снижению негативного воздействия на здоровье [2,3]. Это особенно актуально для России,

поскольку картофель занимает важное место в рационе россиян и их домашних животных.

Цель: показать неоднородность распределения техногенного Cs-137 [1] и естественных природных радионуклидов - Ra-226 и Th-232 в разных органах растений картофеля столового сорта Гала, произрастающего на территории Плавского радиоактивного пятна. В рамках поставленной цели решались следующие задачи: 1. Установление особенностей распределения величин удельной активности и запасов радионуклидов в разных органах растений картофеля и их фракциях (корни, столоны и клубни, стебли, листья, плоды). 2. Определение степени переноса радионуклидов в надземную часть растений относительно подземной части (TF). 3. Расчёт годовой эффективной дозы облучения населения от поедаемого картофеля.

Гипотеза: величины удельной активности радионуклидов в разных органах растения существенно варьируют и могут зависеть от физиологических особенностей, а также функциональной специализации органов.

Картофель был отобран в сентябре 2022 года в агроценозе в пределах центральной части Плавского радиоактивного пятна в Тульской области.

Удельная активность Cs-137, Ra-226 и Th-232 в растениях картофеля измерялась гамма-спектрометрическим методом. Был задействован полупроводниковый гамма-спектрометр Canberra GR 3818 (США) с детектором из особо чистого германия (HPGe). Обработка результатов проводилась с помощью пакетов программ Microsoft Excel и SpectralLineGP (Россия).

Выводы: Установлена интенсивность перехода Cs-137 в биомассу картофеля. Наибольшие значения удельной активности радионуклидов наблюдаются в тонких корнях и столонах, а наименьшие – в плодах растения картофеля. Определена степень переноса радионуклидов в надземную часть растений. Наибольшие свойства аккумуляции растение проявляет по отношению к Cs-137 (TF = 1,56), наименьшие к Ra-226 и Th-232 (TF = 0,47 и 0,49 соответственно). Рассчитана годовая эффективная доза облучения населения для жителей РФ и Европы. Для жителей России $Deff$ для Cs-137, Ra-226 и Th-232 равна $1,2 \cdot 10^{-6}$; $2,8 \cdot 10^{-4}$ и $1,6 \cdot 10^{-4}$ мкЗв/чел/год (очищенный клубень после варки). Для жителей Европы соответственно: $9,9 \cdot 10^{-7}$; $2,2 \cdot 10^{-4}$ и $1,3 \cdot 10^{-4}$ мкЗв/чел/год.

Литература:

1) Алексахин Р.М., Корнеева Н.А. Сельскохозяйственная радиоэкология, Москва: Экология, 1992.

2) Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений: экофизический подход к биомониторингу и биовосстановлению, Переведено с английского Михайловой Н.И., под редакцией чл.-корр. РАН Касимова Н.С., Москва.: Геос, 2005.

3) МУ 2.6.1.1088-02. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Методические указания" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 04.01.2002).

Проблема загрязнения почв отходами медеплавильных комбинатов

*Иванова А.А., Петрова Е.Н.
Студенты*

В настоящее время очень остро стоит проблема загрязнения всех геосфер, однако особое место занимает педосфера. Почва – это ценнейший компонент биосферы, который выполняет энергетическую, гидрологическую, газо-атмосферную функцию. А основной функцией является плодородие – способность почвы удовлетворять потребности растений. Также почва связывает все звенья биосферы [3].

Одним из источников негативного влияния на грунты является выплавка меди. Она способствует попаданию тяжелых металлов в окружающую среду, таких как медь, кадмий, цинк и свинец [2]. Частицы горных пород в виде порошка и продукты их переработки включаются в круговорот веществ, что загрязняет окружающую среду. Они выбрасываются в верхние слои почв, что приводит к дисбалансу в экосистеме.

Из-за отходов горнодобывающей промышленности происходит окисление серосодержащих металлов. Высокие концентрации сульфат-ионов способствуют подкислению почв и повышению содержания солей, что создает условия для развития сульфатных почв, содержащих токсины. Грунты начинают деградировать, что не может не повлиять на урожайность. [4].

Активность ферментов является индикатором нарушения почвенных процессов.

Ферменты регулируют круговороты веществ и процессы минерализации органического вещества, например, полифенолоксидаза и пероксидаза катализируют окисление и деполимеризацию природных полимеров, входящих в состав растительных и животных тканей, а также участвуют в сборке молекул гумуса [1].

Итак, деятельность медеплавильных цехов приводит к снижению активности почвенных ферментов, таких как пероксидаза, каталаза и уреазы. Также происходит снижение количества дождевых червей. Вблизи предприятий наблюдается сильное загрязнение медью и кадмием, что приводит к снижению плодородия.

Литература

1. Хлыстов И.А., Сенькова Л.А., Карпухин М.Ю. Ферментативная активность почв в зоне загрязнения выбросами медеплавильного завода // АБУ. 2016. №1 (143).
2. Ding Y, Xi L, Wu Y, Chen Y, Guo X, Shi H, Cai S. Spatial Differentiation Characteristics and Evaluation of Cu and Cd in Paddy Soil around a Copper Smelter // Toxics. – 2023. –№11. – p. 1-12.
3. Русанов А. М., Результаты изучения загрязнения почв Оренбургской области тяжелыми металлами и радиоактивными элементами / А. М. Русанов // Вестник ОГУ. – 2002. – №1. – С. 98-101.

4. Yao, S., Yang, D., Zhang, X. Migration and Transformation of Arsenic in Rice and Soil under Different Nitrogen Sources in Polymetallic Sulfide Mining Areas / S. Yao, D. Yang, X. Zhang // Life (Basel). – 2022. – №12. – P. 35-41.

Влияние породных отвалов на накопление тяжелых металлов в почвах террикоников Ростовской области

Игнатова Софья Андреевна, Лацынник Елизавета Сергеевна, Барахов Анатолий Владимович, Хилько Николай Георгиевич

*студент, лаборант-исследователь, научный сотрудник, студент
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: soig@sfedu.ru

Геохимическое загрязнение индустриально-городских и сельскохозяйственных ландшафтов наблюдается почти повсеместно. Угольная промышленность является важнейшим фактором, оказывающим воздействие на элементы экосистемы. В результате добычи угля на территории Ростовской области создано большое количество углеотвалов. В результате водной эрозии и дефляции поверхности отвалов происходит обширное загрязнение почвенного покрова сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами (ТМ), что ставит под угрозу продовольственную безопасность в регионе. В данной работе изучено общее содержание ТМ (Mn, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Cr, As) в почвах территории породного отвала угольной шахты «Аютинская», расположенного в северо-западной части Ростовской области (г. Шахты).

Объектом исследований являются техногенно-трансформированные почвы (площадки А1-А10), расположенные вокруг и непосредственно внутри углеотвала. В отобранных образцах почв (слой 0-20см) определены физико-химические свойства общепринятыми методами (Воробьева, 2006), валовое содержание тяжелых металлов рентгенфлуоресцентным методом (XRF) с использованием спектроскана «МАКС-GV». Подвижные формы ТМ экстрагированы из почвы воздействием аммиачно-ацетатного буфера (pH 4,2).

На почвах территорий, подверженных влиянию углеотвалов шахты "Аютинская", установлено превышение ПДК/ОДК исследуемых элементов. Загрязненные сразу несколькими ТМ площадки отмечены на шахтах "Аютинская" (площадка А5). Данные особенности элементного состава определяются составом материала породных отвалов, сформировавших террикон. Валовое содержание исследуемых металлов убывает в ряду (мг/кг): Mn (2549,8) > Zn (305,3) > Ni (161,4) > Cr (97,9) > Cu (96,8) > Pb (62,1) > As (11,0) > Cd (2,25).

Почвы почти всех площадок (за исключением площадки А8), подверженных влиянию террикона шахты "Аютинская", имеют превышения ПДК подвижных форм ТМ. Наибольшая подвижность и наибольшее превышение ПДК/ОДК отмечается по отношению к Pb (23,9% от вала). Площадка А4, несмотря на довольно низкие значения валового содержания ТМ, имеет высокие показатели их подвижности, что обусловлено физико-химическими свойствами

данной почвы: высокую степень засоления и легким гранулометрическим составом. Самую высокую подвижность в исследуемых почвах имеет Cd (до 35), в мониторинговых площадках, находящихся у основания углеотвала.

По содержанию подвижных форм ТМ почвы исследуемых территорий характеризуются высокой вариабельностью и различаются согласно результатам содержания Cu, Cd и As.

Таким образом, опробование почв и породного отвала шахты "Аютинская" показало, что углеотвалы характеризуются разнородностью состава на разных площадках мониторинга. Выявлены приоритетные поллютанты: Pb (23,9% от вала).

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

**Накопление и распределение тяжелых металлов в растениях тростника южного (*Phragmites australis*) в районах углеотвалов города Шахты
Смехунов А.Е., Кабашнюк П.Ю., Чаплыгин В.А., Великая О.С., Черникова Н.П., Хатламаджиян А.А.**

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванова, г. Ростов-на-Дону, Россия
Kabashniuk@sfedu.ru

Материал вскрышных шахтных пород неоднороден по составу, из-за чего углеотвалы очень нестабильны и становятся источниками загрязнения для сопредельных агроландшафтов, территорий населенных пунктов и пр. Проведен экологический мониторинг северо-западной части Ростовской области, связанной с угледобывающей отраслью и в настоящее время испытывающей сильную антропогенную нагрузку. Целью исследования было изучение элементного состава растений тростника южного (*Phragmites australis* Cav.), произрастающих в районе терриконов г. Шахты Ростовской области.

Образцы *Phragmites australis* для определения содержания Zn, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr и Cd отбирались на площадках мониторинга шахты «Аютинская» во второй половине августа, когда вегетативные и генеративные части растений тростника достигают максимума. После отбора растения высушивались до воздушно-сухого состояния и измельчались. Корневая часть перед измельчением предварительно очищалась от частиц почвы. Минерализацию проб растений тростника проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Кислотная экстракция ТМ из золы осуществлялась растворением в 20%-ном растворе HCl с последующим определением методом ААС. Проведено сравнение содержания ТМ в исследуемой растительности с максимально-допустимыми уровнями (МДУ) элементов в кормах животных и кормовых добавках (1991). Проведена оценка барьерных функций растений в условиях загрязнения ТМ по коэффициенту накопления (КН). Данный коэффициент рассчитывается как отношение содержание элементов в корнях растения к концентрации подвижных форм ТМ в почве и отражает корневое поступление ТМ (Kabata-Pendias, 2011). В случае активной работы корневого барьера $КН < 1$. При беспрепятственном поступлении металлов в растения $КН \geq 1$.

На всех площадках отмечается преимущественное накопление элементов в корнях растения. Растения тростника аккумулировали наибольшее количество Cd, Pb, Zn и Ni в корнях. Содержание Cd в подземной части тростника на территории «Аютинской» шахты составило до 3 МДУ, Cr – до 3-х МДУ, Cd – до 3-х МДУ, Ni – 3 МДУ, Zn – до 4 МДУ. Накопление элементов растениями тростника можно представить в виде следующего убывающего ряда: надземная часть: Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd; корни: Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cd. Результаты расчетов КН выявили высокую степень аккумуляции элементов корнями тростника из почвы. Значения коэффициента превышают 1 для Zn, Pb, Cu и Cd на всех площадках исследуемых шахт. Наибольшая аккумуляция корнями тростника наблюдается для Cd и Zn.

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

Литература

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

Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. Fourth Edition. – Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2011. – 548 p.

Перенос растворимых и нерастворимых загрязняющих веществ на примере антибиотика ципрофлоксацина и микропластика в почвах

Клушина С.И., Тосхопоран А.К., Широян М.М.

Студент 4 курса бакалавриата, студент 2 курса магистратуры, к.б.н.
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, факультет Почвоведения, Москва, Россия

E-mail : spieks70@gmail.com, stasy.toskhoporan@gmail.com

В настоящее время, вследствие неконтролируемой деятельности человека в окружающую среду попадают новые, слабоизученные загрязняющие вещества, включающие в себя широкий спектр искусственных химикатов, таких как пестициды, косметика, средства личной и бытовой гигиены, фармацевтические препараты, пластик и др [3]. Различные поллютанты обладают разной устойчивостью и мобильностью в почве и сопряженных средах. До сих пор отсутствуют надежные данные о судьбе многих из них в почвенном покрове как депонирующей и проницаемой среде [2].

В данной работе рассматривается перенос в почве одного из наиболее популярных антибиотиков в современной клинической и ветеринарной практике фторхинолона II поколения - ципрофлоксацина - C₁₇H₁₈FN₃O₃ и двух видов микропластика (МП): частиц флористической пены марки Oasis® и бутадиепти-

рольного латекса. Первый вариант загрязнителя представляет собой раствор, латекс нерастворим и имеет форму шара размером 200нм, а растертая флористическая пена состоит из частиц сложной формы размером от 80 до 150 мкм. Моделировалось перемещение загрязняющих веществ в поровом пространстве почвенных субстратов потоками влаги. В качестве субстратов были выбраны очищенный кварцевый песок, как простая модель для изучения миграции веществ в его поровом пространстве, и урбочернозем на алювиальных отложениях, имеющий межагрегатную (транспортную) и внутриагрегатную (влагосохраняющую) пористость.

Для изучения транспортной способности выбранных поллютантов был выбран лабораторный фильтрационный метод, позволяющий получать выходные кривые переносимых веществ и на их основе рассчитывать параметры массопеноса [1].

Были получены данные по основным физическим характеристикам субстратов: гранулометрический состав, содержание углерода, плотность твердой фазы, распределение агрегатов по размерам, водоустойчивость агрегатов. Произведены расчёты параметров миграции загрязняющих веществ. Проанализировано влияние типа поллютанта на характер передвижения в объеме субстрата. Проведено биотестирование антибиотика с целью прогнозирования влияния на устойчивое функционирование почвенных сообществ. Для более полного анализа структуры и формы частиц флористической пены выполнена микроскопия.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления».

Литература:

1. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. Коллективная монография под ред. – Шейна Е. В. – 2001.
2. Gavrilescu M. et al. Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation //New biotechnology. – 2015. – Т. 32. – №. 1. – С. 147-156.
3. Thomaidis N. S., Asimakopoulos A. G., Bletsou A. A. Emerging contaminants: a tutorial mini-review //Global NEST Journal. – 2012. – Т. 14. – №. 1. – С. 72-79.

Активность искусственного радионуклида ^{137}Cs в почвах Ростовской области

Козырев Д.А., Сальник Н.В.

Аспирант

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

E-mail: dinis.kozyrev@bk.ru

В контексте влияния человека на экосистему вопросы воздействия на экологию и экосистемы в целом становятся чрезвычайно актуальными. Исследование радиационного фона в почвенном покрове представляет собой неотъемлемый аспект мониторинга экологической обстановки [1,2].

Объектом нашего исследования является искусственный радионуклид ^{137}Cs , присутствующий в почвах естественных ландшафтов Ростовской области и в парково-рекреационных зонах города Ростов-на-Дону. Исследование удельной активности радионуклидов проводилось в пробах, отобранных из верхнего 10 сантиметрового слоя почвы, с применением гамма-спектрометра.

Искусственный радионуклид ^{137}Cs в изученных образцах почвы проявляет максимальную активность в горизонте Ad, с последующим резким снижением активности по мере углубления в почвенном профиле. Средние уровни концентрации ^{137}Cs в почве составили 5,5 Бк/кг. В селитебных и парковых зонах уровни концентрации ^{137}Cs приблизительно одинаковы [3]. Единичные более высокие значения были зафиксированы в черноземах ООПТ. Например, на территории ООПТ "Персиановская степь" активность достигала 60,8 Бк/кг, что, вероятно, связано с неравномерным осадением данного радионуклида после аварии на Чернобыльской АЭС. Средние значения активности ^{137}Cs в погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтах антропогенно-преобразованных почв указывают на нулевые значения.

Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору биологических наук, профессору кафедры почвоведения ЮФУ – С.Н. Горбову, за его ценные замечания и руководство в проведении исследования.

Исследование выполнено на базе Южного федерального университета при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008

Литература

1. Козырев Д.А., Горбов С.Н., Безуглова О.С. Бураева Е.А., Тагивердиев С.С., Плахов Г.А., Сальник Н.В. Удельная активность радионуклидов и их взаимосвязь с валовым химическим составом почв // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2021, № 1(209), с. 70–80.

2. Матвеевко Т.И., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Оценка радиационного состояния почв и растительности в зоне влияния теплоэлектростанции. Хабаровск: ИГД ДВО РАН 2006.

3. Kozyrev D.A., Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Buraeva E.A., Tagiverdiev S.S., Salnik N.V. Activity Concentration of Natural Radionuclides and Total Heavy Metals Content in Soils of Urban Agglomeration // Springer Geography. 2021, p. 111–122.

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

Кулагина Елизавета Андреевна

Студент, 4 курс бакалавриата

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

E-mail: Ku.Eliza454@gmail.com

Подстилка –почвенный горизонт, состоящий из растительного опада разной степени разложенности и имеющий колоссальное значение для почвы и экосистемы в целом. К числу важнейших функций подстилок относится их роль как

индикатора интенсивности биологического круговорота в экосистемах [2]. По сравнению с другими почвенными горизонтами подстилка характеризуется большей динамичностью свойств и в большей степени отражает современные условия почвообразования [1]. Данное свойство особенно важно для функционирования зеленых городских насаждений, изучению которых стало уделяться больше внимания в связи с 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.

Цель исследования - 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, доли легкоразлагаемых компонентов и детрита и их зольности.

Объектами исследования выбраны подстилки лиственных насаждений ботанического сада МГУ: берёзовых (*Betula pendula* Roth.), липовых (*Tilia cordata* Mill.) и кленовых (*Acer platanoides* L.). Данные насаждения имеют примерно одинаковый возраст (около 70 лет). Отбор подстилок осуществлялся в период от окончания таяния снега и до окончания листопада: в середине апреля, конце мая, середине июля, начале сентября и конце октября. Отбирали в пяти повторностях с площади 25×25 см². В лаборатории отобранный материал высушивали и разбирали на фракции: листья породы-эдификатора, 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 варьируют в течение вегетационного периода. Так запасы подстилок минимальны в летний период (0,4–0,5 кг/м²) и максимальны в осенний (0,9–1 кг/м²). Содержание легкоразлагаемых компонентов колеблется в пределах от 5–11% летом до 32–47% осенью, после листопада. При этом отмечается различный характер годовой динамики запасов и доли легкоразлагаемых компонентов подстилки для разных древесных пород. Запасы фракции листьев в подстилках кленовика всегда выше, чем в подстилках других насаждений. Наибольшие значения зольности листьев характерны для клена (около 13%). Фракционный состав подстилок и зольность таких динамичных фракций, как легкоразлагаемые компоненты и детрит, также претерпевают изменения в течение вегетационного периода и зависят от породы-эдификатора.

Литература

1. Богатырев Л.Г., Демин В.В., Мартышак 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. Урбологоведение. М., 2012.

Влияние полигона твердых коммунальных отходов на активность дегидрогеназ в черноземе обыкновенном

Кучерова АВ

Аспирант

Южный федеральный университет, академия биологии и биотехнологии

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

E-mail: ania.kucherova@mail.ru

Полигоны твёрдых коммунальных отходов (ТКО) являются одним из потенциальных объектов, загрязняющих окружающую среду. Территории полигонов представляют особый интерес, так как при их эксплуатации происходит химическое загрязнение почв тяжёлыми металлами (ТМ) [2], которые могут представлять опасность для человека и окружающей среды. Вследствие чего происходит изменение активности ферментов почв, как основных биологических индикаторов загрязнения почвенного покрова [3].

Цель работы — оценить влияние рекультивированного полигона ТКО и прилегающей территории на активность дегидрогеназ чернозёма обыкновенного.

Объектом исследования является чернозём обыкновенный южно-европейской фации (североприазовский) карбонатный слабо-гумусированный тяжелосуглинистый, отобранный на прилегающих территориях полигона и почво-грунт, отобранный на территории исследуемого полигона.

На полигоне ТКО было отобрано восемь точек (№№1-8), на пашне две (№№12-13) и три точки на территории залежи (№№9-11). За контроль принималась самая дальняя точка от полигона – № 11. Почву отбирали из верхнего слоя на глубине 0-10 в каждой точке, поскольку именно в этом слое накапливается основное количество загрязняющих почву веществ.

В качестве индикатора загрязнения был выбран показатель активности дегидрогеназ, который определяли по методу А. Ш. Галстяна [1].

При анализе полученных результатов было установлено, что наибольшая активность дегидрогеназы была зафиксирована на прилегающей территории. Установлено достоверное снижение активности дегидрогеназ на полигоне ТКО на 40-45 % в отличии от контроля. На пашне не было установлено ингибирования данного фермента.

Техногенное влияние полигона ТКО на чернозём обыкновенный приводит к ухудшению его экологического состояния. Это выражается в ингибировании активности дегидрогеназ на территории полигона.

Литература

1. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В. и Даденко Е. В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2016;
2. Alengebawy, A., Abdelkhalek, S. T., Qureshi, S. R., & Wang, M. Q. Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: Ecological risks and human health implications // *Toxics*. 2021, V9(3). p. 42.

Fen, H. O. U., Junjie, D. U., Yuzhou, M. E. N. G., & Xihui, W. U. Characterization of the microbial community and enzyme activities in an aged refuse landfill environment in Taiyuan, China // *Pedosphere*. 2023.

Генотоксические эффекты в клетках корневой меристемы *Allium* сера при тестировании нефтезагрязненных почв острова Сахалин
Ларина А.В., Столбова В.В.

Студент (магистр), Старший преподаватель и к.б.н.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: larin.arina2003@gmail.com

Проблема нефтяного загрязнения окружающей среды особенно актуальна для районов нефтедобычи. Возможно как прямое токсическое воздействие нефти и продуктов ее трансформации на биоту, так и негативное влияние на физико-химические свойства природных сред, особенно почв. Непостоянство химического состава нефти затрудняет нормирование ее содержания в почвах.

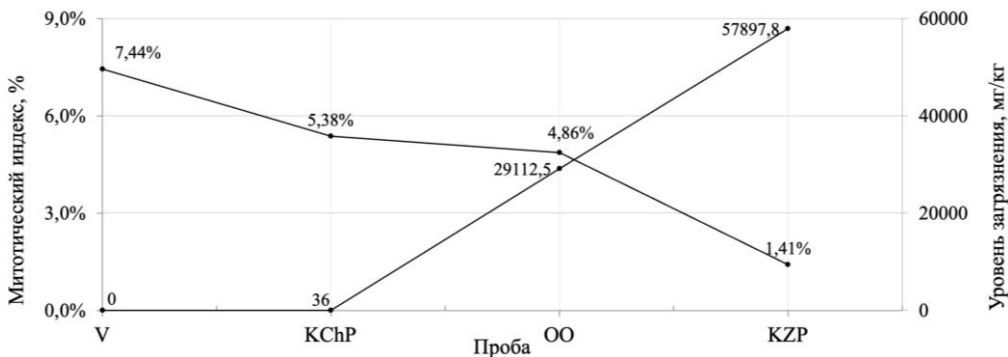
Цель исследования заключается в выявлении генотоксических эффектов в корневой меристеме биотестера *Allium cepa* L. при анализе образцов нефтезагрязненных почв района нефтедобычи о. Сахалин. В задачи исследования вошло: 1. Осуществление твердофазного варианта тестирования *Allium*-тест с нефтезагрязненным образцом почвы о. Сахалин; 2. Оценка величин митотического и фазных индексов, частоты патологий митоза и хромосомных aberrаций в корневой меристеме биотестера. 3. Поиск зависимости между величиной загрязнения и генотоксическими эффектами.

Объектом исследования стал образец нефтезагрязненной почвы о. Сахалин из района нефтедобычи близ с. Вал. В качестве метода исследования генотоксических эффектов в клетках применялся *Allium*-тест в варианте твердофазного тестирования образцов почвы [1]. Рассчитывался митотический индекс (MI), показывающий процент делящихся клеток от их общего числа и фазовые индексы для каждой стадии деления. Определение углеводородов нефти в образцах почв производилось методом ик-спектроскопии с экстракцией четыреххлористым углеродом.

Опытный образец (ОО) характеризовался уровнем загрязнения нефтепродуктами (НП) 29112,6 мг/кг. В качестве контроля использовалась вода (V) и два образца почв о. Сахалин близ с. Даги, с разными уровнями загрязнения: с более высоким, относительно ОО — 57897,8 мг/кг (KZP) и более низким содержанием НП — 36 мг/кг (KChP).

В результате проведенного *Allium*-теста, была выявлена обратная взаимосвязь между содержанием нефтепродуктов и величиной MI (рис. 1). Это объясняется подавлением митотического деления в условиях контакта корневой апикальной меристемы *A. cepa* с загрязненными НП почвенными образцами.

Рисунок 1. МІ образцов с различными уровнями загрязнения



Литература

1. Stolbova V. V., Agapkina G. I., Kotelnikova A. D. et al. A short-term method for assessing the genotoxicity of soil as a solid-phase body based on the Allium test // Moscow University Soil Science Bulletin, 2018. Vol. 73. № 5. P. 204- 210.

Эколого-геохимическая оценка техногенно-трансформированных почв территории углеотвала Ростовской области

Лацынник Елизавета Сергеевна, Бауэр Татьяна Владимировна, Барахов Анатолий Вадимович
студент, старший научный сотрудник, научный сотрудник

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: lacynnik@sfedu.ru

Угольная промышленность оказывает значительное воздействие на прилегающие компоненты экосистемы. В северо-западной части Ростовской области находится множество отвалов, что приводит к загрязнению окружающей среды и создает различные риски для здоровья населения в данной местности. В данной работе изучено общее содержание тяжелых металлов (Mn, Zn, Ni, Pb, Cu, Cd, Cr) в почвах территории породного отвала угольной шахты «им. В.И. Ленина», расположенного в северо-западной части Ростовской области (г. Новошахинск).

Объектом исследования являются техногенно-трансформированные почвы, расположенные вокруг и непосредственно на территории углеотвала. В

отобранных образцах почв (слой 0-20см) определены физико-химические свойства общепринятыми методами, валовое содержание тяжелых металлов рентген-флуоресцентным методом (XRF) с использованием спектроскана «МАКС-GV». Для интегральной оценки уровня загрязнения почв ТМ рассчитаны коэффициент концентрации (Кс) и суммарный показатель загрязнения (Zс).

Установлено, что большая часть площадок мониторинга изучаемого углеотвала имеют относительно легкий гранулометрический состав. Среднее содержание физической глины в поверхностном горизонте почв составляет 32,1%. Минимальные и максимальные значения находятся в диапазоне 11,2-52,0%. Средние значения рН образцов почв территории углеотвала имеют нейтральную реакцию среды - 7,18, минимальные и максимальные значения рН – 5,79-7,86. Содержание карбонатов варьирует в зависимости от площадки мониторинга от 0,0% до 2,55%, в среднем составляя 0,45%. Сумма обменных оснований ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) для исследуемых площадок мониторинга в среднем составляет 30,96 смоль(экв)/кг, варьируя от 13,38 до 55,18 смоль(экв)/кг. Среднее валовое содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах убывает в ряду: Mn (746,6 мг/кг) > Zn (109,7 мг/кг) > Cr (104,4 мг/кг) > Cu (101,0 мг/кг) > Pb (82,5 мг/кг) > Ni (66,4 мг/кг) > Cd (0,6 мг/кг). Данные особенности элементного состава определяются составом материала породного отвала, сформировавшего террикон. По содержанию Cd (CV=46%), Pb (CV=36%) и Mn (CV=37%) почвы исследуемой территории характеризуются высокой изменчивостью (CV>33%).

На основе расчетов медианных значений коэффициента Кс исследуемые металлы в почвах территории углеотвала выстраиваются в следующей последовательности: Pb (4,1) > Cu (3,7) > Ni (2,1) > Cd (1,9) > Zn (1,6) > Mn (1,2) > Cr(1,1). Приоритетными загрязняющими веществами почв исследуемой территории следует считать – Pb и Cu, в меньшей степени – Mn и Cr. По результатам выполненных исследований Zс почв исследуемой территории варьирует от 7,8 до 22,9 (медиана – 12,5). Согласно рассчитанным значениям Zс выделяются категории почв от допустимого до умеренно опасного загрязнения, с преобладанием малоопасного (78%) класса.

Таким образом, с использованием геохимических показателей дана оценка степени загрязнения почв территории углеотвала шахты «им. В.И. Ленина» Ростовской области. Выявлены приоритетные поллютанты, определены территории с различным уровнем загрязнения – от допустимого до умеренно опасного.

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

Анализ уровня загрязнения донных отложений полициклическими ароматическими углеводородами

Лишнова И.А.

Студент, 2 курс магистратуры

Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия

E-mail: irinalischnova13@mail.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются высокомолекулярными органическими соединениями, которые имеют структуру с несколькими бензольными кольцами. Они обладают мутагенными, тератогенными, канцерогенными свойствами, поэтому данные соединения включены в список приоритетных загрязнителей окружающей среды (ОС). Основными источниками поступления ПАУ в ОС являются продукты неполного сгорания топлива [2,5].

Тяжелые ПАУ (имеют в составе более 4 ароматических колец) являются более устойчивыми в окружающей среде и обладают наибольшей токсичностью [1].

Актуальность исследования уровня загрязнения ПАУ обусловлена их токсичностью и устойчивостью к химической и биологической трансформации, высокой миграционной активностью и способностью к накоплению в природных средах.

Целью данной работы являлось изучение степени накопления ПАУ в донных отложениях Уводьского водохранилища (г. Иваново, 2023 г.).

Донные отложения способны аккумулировать химические соединения и, впоследствии, выступать в роли вторичного источника загрязнения водоема.

Отбор проб донных отложений водных объектов проводят в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность» [3].

Идентификация и оценка содержания ПАУ в пробах донных отложений осуществлялась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [4].

Из анализа полученных данных следует, что не все приоритетные ПАУ присутствуют в анализируемых пробах. В пробах донных отложений Уводьского водохранилища было выявлено 13 соединений ПАУ, в том числе и 6 канцерогенных.

Литература

1. Wenzl, T. Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union / T.Wenzl, R.Simon, E.Anklam, J.Kleiner // Trends in Analytical Chemistry. - 2006. - Vol. 25. - № 7. - P. 716-725.
2. Диордица, В. А. Бенз(а)пирен и другие циклические ароматические углеводороды как загрязнители окружающей среды [Текст] / В. А. Диордица, В. В. Левенец. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2004. – 18 с.
3. ГОСТ 17.1.5.01-80 "Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность" от 24.06.1980 № 17.1.5.01-80 // Официальный интернет-портал правовой информации
4. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М. 2009.

5. Ровинский, Ф. Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов [Текст] / Ф. Я. Ровинский, Т. А. Теплицкая, Т. А. Алексеева. – Л: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.

Содержание азота и фосфора в листьях злаков и двудольных трав при зарастании техногенного субстрата (на примере начальных этапов зарастания золоотвала Верхнетагильской ГРЭС)

Малахеева А.В.

Аспирант, 1 курс

ФГАОУ ВО Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцин, Екатеринбург, Россия

E-mail: alina.malakheeva@gmail.com

На современном этапе развития рекультивации земель, нарушенных в результате деятельности по добыче и переработке полезных ископаемых, необходимо накопление данных о сложных взаимодействиях растение-почва [1].

Вновь образованный зольный субстрат характеризуется совокупностью неблагоприятных для роста и развития растений факторов: супесчаным гранулометрическим составом со слабой влагоудерживающей способностью, как правило сильнощелочной реакцией среды, низким содержанием азота и повышенными концентрациями некоторых тяжелых металлов [2; 3].

В естественных сообществах злаки и небобовые двудольные травы имеют различия в содержании азота и фосфора в листьях. Нас интересовала выраженность дефицита азота у злаков и двудольных трав при зарастании зольного субстрата. Для определения степени доступности N мы использовали соотношение N/P в листьях.

Целью работы было сравнение содержания азота и фосфора в листьях злаков и двудольных трав на начальном этапе зарастания зольного субстрата и по соотношению N/P определению выраженности дефицита азота у этих групп растений. Для решения обозначенной проблемы было определено содержание N и P в листьях злаков (4 вида) и небобовых двудольных (14 видов) растений на нерекультивированных участках одного золоотвала с длительностью зарастания 5–8 лет. Молодые почвы золоотвала имеют щелочную реакцию среды (рН равно 7.75 ± 0.25), содержат относительно высокое количество органического углерода (4.38 ± 0.36 %), сравнительно низкое количество азота (0.09 ± 0.01 %), и высокое – подвижных форм фосфора (36.6 ± 13.6 мг/100 г).

Содержание азота и фосфора в листьях различалось между злаками и двудольными травами. У двудольных в листьях содержалось больше азота и фосфора (1.83 ± 0.20 % и 3.13 ± 0.28 мг/г) по сравнению со злаками (1.37 ± 0.26 % и 1.24 ± 0.40 мг/г). Соотношение N/P у злаков составило 10, а у двудольных трав – 6.

Соотношение N/P в листьях растений молодого золоотвала указывает на дефицит N. При ориентире на константу N/P = 14 все изученные двудольные и злаки на золоотвале лимитированы низкой доступностью азота [4]. При использовании константы N/P = 10 только двудольные лимитированы N. Это можно объяснить тем, что у злаков ниже потребность в азоте в отличие от двудольных трав.

Литература

1. Cross, A. T., Aronson, J. (2023). Plant-soil-microbe interactions and drivers in ecosystem development and ecological restoration. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 11.
 2. Dergacheva, M., Trunova, V., Nekrasova, O., Siromlya, T., Uchaev, A., Bazhina, N., Betekhtina, A. (2021). Assessment of the macro-and microelement composition of fly ash from 50-year-old ash dumps in the Middle Urals (Russia). *Metals* 11(10). 1589 p.
 3. Nekrasova, O., Radchenko, T., Filimonova, E., Uchaev, A., Dergacheva, M., Petrova, T., Betekhtina, A. (2022). Features of forest communities and soils formed on an ash dump of the middle Urals. *Forestry Ideas*. Vol. 28, No 1(63). p. 88–99.
- Güsewell, S. (2004). N: P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New phytologist*. 164(2). p. 243–266.

Медведева Ирина Евгеньевна

Городские почвы испытывают мощный техногенный прессинг и часто подвергаются загрязнению тяжелыми металлами (ТМ). Свинец и кадмий являются наиболее опасными и частыми загрязнителями почв городов [1]. Применение сорбционных материалов органической и минеральной природы позволяют нивелировать токсичное действие ТМ в почвах и повышать их экологическую устойчивость.

Цель работы – оценка и прогнозирование степени вертикального распределения и миграции тяжёлых металлов в конструктозёмах урбозкосистем г.Курск в условиях применения сорбционных материалов на основе глины келловея.

В целях снижения подвижности свинца и кадмия в почвах урбозкосистем применялась глина келловея, на основе которой в полевых условиях искусственно формировался сорбционный слой в почвенном профиле. Сорбционный эффект глины келловея исследовали в условиях моделируемых конструктоземов, имеющих следующую схему профиля: гумусово-аккумулятивный (АU), сорбционный (Вке) и элювиально-иллювиальный (АВ). Мощность каждого слоя (горизонта) составляла 25 см.

Методика исследования состояла в оценке миграции в почвенном профиле Cd и Pb после внедрения в модельный почвенный профиль сорбционного горизонта, представленного исключительно сорбционным материалом на основе глины келловея и речного кварцевого песка, смешанных в соотношении 1:1. В качестве контроля использовалась незагрязненная почвенная конструкция.

В вегетационный сезон 2021 года (весной) исследуемые конструктоземы подвергались моноэлементному загрязнению растворами нитратов Cd и Pb (10 и 20 ПДК по каждому металлу). Опробование исследуемых почвенных конструкций осуществлялось осенью 2021 г. и осенью 2023 г. Содержание ТМ определялось методом ААС. Опыт проводился в трехкратной повторности.

В первый год исследования выявлено, что более 94% внесенных в конструктоземы ТМ сорбировались гумусовым горизонтом. Остальная часть внесенных

ТМ проникала внутрь почвенного профиля и закреплялась на сорбционных центрах глины келловея. При дозах загрязнения 10 и 20 ПДК содержание свинца в сорбционном горизонте возрастало в 1,3–2,3 раза, кадмия – в 1,9–12,0 раз, относительно контроля. Смоделированный конструктозем в первый вегетационный сезон позволил полностью исключить миграцию Pb и Cd в субэлювиальный горизонт (Vt).

В течении трех лет содержание подвижных форм Pb и Cd в гумусовом и сорбционном горизонте неуклонно снижалось до 2294 раз у Pb и 220 у Cd. При дозе загрязнения 20 ПДК по Pb наблюдался прорыв гумусового геохимического барьера, сопровождавшегося миграцией 64,9% ионов Pb в сорбционный горизонт Vke, где происходила его адсорбция глиной келловея. При дозе загрязнения 10 ПДК по Pb гумусовый барьер прочно закреплял загрязняющий элемент на реакционных центрах.

Стоит отметить, что протекторная функция сорбционного горизонта (Vke) моделируемого конструктозёма сохраняется на протяжении минимум трёх лет.

Литература:

1. Неведров Н.П., Проценко Е.П., Глебова И.В. Соотношение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах Курска // Почвоведение. — №1. — 2018 г. — С. 111-117.

Оценка ферментативной активности почв Европейской части России при загрязнении свинцом

Минникова Татьяна Владимировна

*ведущий научный сотрудник, заведующий молодежной лабораторией эко-
биотехнологий диагностики и охраны здоровья почв*

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

E-mail loko261008@yandex.ru

Для оценки экологического состояния почв при загрязнении почв тяжелыми металлами и нефтью часто используют активность почвенных ферментов (Минникова и др., 2022; Minnikova et al., 2022, 2023). Это обусловлено тем, что ферменты участвуют в циклах углерода, азота, фосфора, кислорода, серы и других элементов в почве. Свинец как один из самых распространенных и токсичных тяжелых металлов вызывает окислительный стресс, нарушает дисульфидные связи в белках почвенных микроорганизмов, снижает жизнедеятельность нитрифицирующих и аммонифицирующих бактерий, снижение доступности фосфора для растений и прочие негативные воздействия (Титов и др., 2020; Sevak et al., 2021).

Цель исследования – оценить изменение состояния почв Европейской части России при загрязнении свинцом. В качестве объектов исследования было выбрано 12 типов почв юга и центра Европейской части России различающихся по своим физико-химическим свойствам: лугово-черноземные почвы (Ставропольский край), солончаки типичные (Калмыкия), каштановые почвы (Ростовская область), бурые полупустынные почвы (Калмыкия), черноземы типичные (Воронежская область), чернозем обыкновенный (Воронежская область), черно-

земы выщелоченные (Тулская область), черноземы оподзоленные (Тулская область), черноземы южные (Ростовская область), темно-серые лесные (Московская область), дерново-подзолистые иллювиально-железистые (Московская область), дерново-подзолистые (Московская область). Моделировали загрязнение почв свинцом в дозах 100, 1 000 и 10 000 мг/кг. Инкубировали загрязненные почвы в течение 30 суток. По истечении срока инкубации почвы просушивали, просеивали через сито с диаметром ячеек 1 мм. В подготовленных воздушно-сухих образцах почвы определяли активность 6 ферментов, характеризующих циклы кислорода, углерода, азота, серы и фосфора: каталаза, дегидрогеназы, цистеинредуктаза, инвертаза, фосфатаза и уреазы.

Установлено, что загрязнение почв свинцом ингибирует активность цистеинредуктазы на 40-78%. Это обусловлено, тем, что при загрязнении свинцом в почве происходит нарушение гидрофобных содержащих восемь остатков цистеина, образующих дисульфидные мостики (Попов и др., 2021). Дисульфидные связи в белках (-S-S-) образуются между тиоловыми группами остатков цистеина в процессе окисления. Загрязнение почв свинцом вызывает окисление почв. Среди 12 почв наибольшее ингибирование цистеинредуктазы установлено для черноземов выщелоченных. Наименее чувствительным ферментом к загрязнению свинцом является каталаза (солончаки, каштановые, бурые полупустынные, черноземы южные), фосфатаза (лугово-черноземные почвы, черноземы типичные, черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные, черноземы оподзоленные, темно-серые, дерново-подзолистые почвы) и дегидрогеназы (дерново-подзолистые иллювиально-железистые).

По устойчивости к загрязнению свинцом согласно изменению ферментативной активности был составлен ряд почв (от наименее чувствительного к наиболее): черноземы типичные > темно-серые почвы= черноземы южные > бурые полупустынные =лугово-черноземные> солончаки типичные > черноземы выщелоченные > черноземы обыкновенные = дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы > черноземы оподзоленные > каштановые почвы > дерново-подзолистые почвы. Установлено, что наиболее устойчивыми к загрязнению свинцом являются черноземы типичные, темно-серые почвы, черноземы южные, а наименее устойчивые - дерново-подзолистые, каштановые почвы и черноземы оподзоленные.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030») (№ СП-12-23-01), проекта Минобрнауки России «Лаборатория молодых ученых» в рамках Межрегионального научно-образовательного центра Юга России (№ ЛабНОЦ-21-01АБ, FENW-2021-0014).

Литература

1. Минникова Т.В., Русева А.С., Колесников С.И. Оценка ферментативной активности нефтезагрязненного чернозема после биоремедиации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. 5. 5-20. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-5-5-20>
2. Попов А.И., Коноплина Л.Ю., Комолкина Н.А., Прилепа С.В., Сазанова Е.В., Холостов Г.Д. Компонентный состав почвенного органического вещества // The Scientific Heritage. 2021. (65-2). 11-19. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-65-2-11-19>

3. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Карапетян Т. А., Доршакова Н. В. Влияние свинца на живые организмы // Журнал общей биологии. 2020. 81. 2. 147–160. <https://doi.org/10.31857/S0044459620020086>
4. Minnikova T., Kolesnikov S., Evstegneeva N., Timoshenko A., Tsepina N. Estimation of the Enzymatic Activity of Haplic Chernozem under Contamination with Oxides and Nitrates of Ag, Bi, Te and Tl. Agronomy. 2022. 12. 2183. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092183>
5. Minnikova T., Kolesnikov S., Revina S., Ruseva A., Gaivoronsky V. Enzymatic Assessment of the State of Oil-Contaminated Soils in the South of Russia after Bioremediation // Toxics. 2023. 11. 355. <https://doi.org/10.3390/toxics11040355>
6. Sevak P.I., Pushkar B.K., Kapadne P.N. Lead pollution and bacterial bioremediation: a review. Environ Chem Lett 2021. 19, 4463–4488. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01296-7>

Биоремедиация нефтезагрязненных почв бывших промышленных территорий для задач ландшафтного дизайна и экологического просвещения на примере "ЗИЛ-ЮГ"

Мурзаева Милана Шотаевна

Аспирант

*Российский университет дружбы народов,
Аграрно-технологический институт, Москва, Россия*

E-mail: murzaeva_msh@mail.ru

Почва является материальной основой устойчивого экономического и социального развития и одним из наиболее ценных природных ресурсов в каждой стране, особенно в странах с высокой плотностью населения в городах. В Москве из-за высокой плотности застройки основными строительными площадками начинают становиться бывшие промышленные зоны. В результате большинство девелоперов напрямую сталкиваются со сложностью застройки зоны повышенного экологического риска. Старые московские промышленные зоны "Карачарово", "Коломенское", "Воронцово", "ЗИЛ" явно трансформируются в перспективные и удобные жилые районы. Основной проблемой застройки бывших промышленных зон является почва, загрязненная нефтепродуктами и тяжелыми металлами.

Природные технологии восстановления почвы используют организмы, живущие в почве, для биоразложения, стабилизации или отделения загрязняющих веществ. Часто природная стратегия восстановления включает в себя более одного метода, например, симбиоз между микроорганизмами и корнями растений может усилить биологическое разложение [3]. Микроорганизмы играют значительную роль в области биоразложения. Многие виды бактерий, грибов и растений обладают способностью эффективно адсорбировать и/или разлагать широкий спектр нефтепродуктов. Эффективность микробиологической деградации зависит от адаптивности и активности выбранных микроорганизмов [1]. Способность микробной популяции разлагать органические загрязнители в почве может

быть повышена либо путем стимуляции местных микроорганизмов (биостимуляция), либо путем введения специфических микроорганизмов местной популяции (биоаугментация) (Margesin, Zimmerbauer and Schinner, 2000) [2].

В рамках данного исследования идентифицированы штаммы аборигенных микроорганизмов, окисляющих углеводороды, выявлены наиболее активные штаммы ремедиантов, с которыми в дальнейшем был осуществлен мониторинг скорости процессов биоремедиации в различных условиях, аналогичных тем, которые существуют на территории застройки. Наиболее эффективным в отношении разложения нефтяных загрязнений на территории "ЗИЛ-ЮГ" оказалось грибковое сообщество, а не бактериальное. Грибы и бактерии, входящие в консорциум, оказывали угнетающее воздействие друг на друга, что значительно снижало эффективность процессов биоремедиации. Гибкий подход к использованию местной микробиоты, способной к деструкции нефти, упростит методы создания специализированных условий для микроорганизмов-деструкторов нефти, поскольку местные виды изначально адаптированы к местным условиям окружающей среды.

Литература

1. D. Mohammed, Bioremediation of (in)organic pollutants by microalgae and yeasts: Characterisation of physico-chemical interactions, biochemical and enzymatic responses and metabolomic profiling// International Biodeterioration & Biodegradation. 64(7): 2021:622-628.

2. R. Margesin, A. Zimmerbauer, F. Schinner// Monitoring of bioremediation by soil biological activities. Chemosphere: 2000: 40(4):339-46.

3. S. Kiruthika, A review on bioremediation of azodyes using microbial consortium from different sources// Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc. Vol. 22, No. (4) : 2020: 614-630.

Генотоксичность почв парков г. Шахты

Парамонова Е. А.

Аспирант

Южный федеральный университет, академия биологии и биотехнологии

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

E-mail: keito.paranonova@mail.ru

Здоровье человека непосредственно связано с экологическим состоянием почвенного покрова. Поэтому очень важно сохранять качество почв, так как с ростом темпов урбанизации и индустриализации в почву попадает большое количество поллютантов, которые могут быть как токсинами, так и мутагенами. Именно они могут стать причиной заболеваний живых организмов, в том числе и человека. И если токсическое влияние определить достаточно легко, то мутагенное влияние может проявиться лишь в последующих поколениях в связи с тем, что генетические мутации способны передаваться по наследству [4].

В качестве объектов исследования были выбраны поверхностные горизонты почв парков г. Шахты. Образцы для исследований отбирали на глубине 0–10 см.

Цитогенетический анализ выполняли по стандартной методике *Allium test* [3]. Контролем являлись луковички, пророщенные на дистиллированной воде. Учёт различных мутаций проводили с использованием классификации патологий митоза по Алову [1]. Экологическую оценку давали почвам на основании документа «Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы» [2].

В результате проведенного анализа было выявлено, что в клетках апикальной меристемы лука был достаточно широкий спектр мутаций. Среди всех патологий митоза, которые были обнаружены в исследованных почвенных образцах, значительно преобладали мосты, реже встречались фрагменты и отстаивания, стабильно встречались рассеянные метафазы и микроядра. Это указывает на то, что присутствующие в почвах мутагены способны влиять на различные структуры клеток, участвующих в митозе, и могут повреждать как хромосомы, так и сам митотический аппарат.

При оценке экологического состояния почв из всех исследованных образцов только один имел относительно удовлетворительное состояние, остальные же имели состояние, которое можно охарактеризовать как неудовлетворительное (частота патологических митозов без учета профаз варьировала от 5,6 до 12,6%).

Данный анализ показал, что почвы парков г. Шахты загрязнены различными мутагенами, которые спровоцировали появление повышенного количества мутаций в клетках корней лука. А экологическая оценка показала, что подавляющее большинство исследованных почв имеют по этому показателю неудовлетворительное состояние.

Автор выражает признательность своему научному руководителю доктору биологических наук, профессору О.С. Безугловой, а также заведующему лабораторией «Молекулярная биотехнология растений» кандидату биологических наук В.А. Чохели.

Литература

1. Алов И.А. Цитофизиология и патология митоза. М.: Медицина. 1972.
2. Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы. М., 2006.
3. Fiskesjö G. The *Allium test* as a standard in environmental monitoring // *Hereditas.*, 1985. Vol. 102. P. 99-112.
4. Mazzeo D.E.C., Roberto M.M., Sommaggio L.R.D., Marin-Morales M.A. Bioassays Used to Assess the Efficacy of Biodegradation // *Toxicity and Biodegradation Testing.* Humana Press, New York, 2018. P. 215-239.

Содержание тяжёлых металлов в почвах Астраханской области Перепечкина М.С.1, Литвинова Н.В.2

Студент, 4 курс бакалавриата

*¹Астраханский государственный технический университет,
Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования, Астрахань, Россия*

Основным фактором, негативно влияющим на состояние природных геосистем, является химическое загрязнение. Содержание металлов в почве с одной стороны обуславливает ее плодородие, а с другой стороны оказывает негативное воздействие, если концентрации тяжёлых металлов превышают нормируемые величины [3]. В связи с этим изучение содержания и распределения тяжёлых металлов в почвах является наиболее важной задачей современного почвоведения, которое позволит свести к минимуму негативные последствия при использовании природных ресурсов.

Цель исследования – провести сравнительный анализ содержания тяжёлых металлов в почвах различных районов Астраханской области.

Пробы почв отобраны в Харабалинском, Камызякском и Володаровском районах Астраханской области. Исследования проводили в лаборатории кафедры гидробиология и общая экология ФГБОУ ВО «АГТУ». Определение металлов производили методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии и выражали в мг/кг сухого вещества.

В образцах почвы во всех трёх районах отмечено высокое содержание Fe. На втором месте по концентрации располагались Mn и Zn. Меньше всего в пробах почв выявлено содержание Cd. По содержанию в почвах химические элементы располагались в следующем убывающем порядке: Fe>Mn>Zn>Pb>Ni>Cu>Cd (Харабалинский район), Fe>Mn>Ni>Zn>Ni>Pb>Cu>Cd (Камызякский и Володаровский районы). На основании геохимических спектров показано, что в данных образцах почв Камызякского и Володаровского районов обнаружено большее содержание всех исследованных химических элементов. Наименее обеспеченными металлами являлись образцы почв Харабалинского района. Согласно грациям почв Астраханской области по обеспеченности Cu, Mn и Zn, предложенной А.Н. Гундаревой и Э.И. Мелякиной [1], исследованные нами почвы относятся к хорошо обеспеченным медью почвам (>20 мг/кг сухого вещества), среднеобеспеченным марганцем (100 – 250 мг/кг сухого вещества). При этом почвы Харабалинского района среднеобеспеченные цинком (25 – 40 мг/кг сухого вещества), а почвы Камызякского и Володаровского районов – хорошо обеспеченные цинком (> 40 мг/кг сухого вещества).

Сравнивая полученные результаты с СанПиН 1.2.3685-21 [2], установлено, что в образцах почв Харабалинского района содержание Ni составляет 1.2 ПДК, а в Камызякском и Володаровском районах обнаружены концентрации, превышающие нормативные значения Pb (1.1–1.3 ПДК), Cd и Ni (3–4ПДК).

Литература

1. Гундарева А. Н. Биогенная миграция меди, цинка и марганца в наземных экосистемах Астраханской области : автореф...канд.биол. наук. – Астрахань: 2006. – 26 с.
2. СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: издание официальное: утверждён Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021: – М:2021. – 1142 с.

Угнетение травянистых растений на зафосфаченных почвах Москвы

Роберт Антон Эрикович

Аспирант

*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
аграрно-технологический институт, Москва, Россия*

E-mail: robert_ae@rudn.ru

Одним из негативных факторов, воздействующих на травянистые растения в г. Москве, является накопление и избыточное содержание подвижных соединений фосфора в почвах и техногенных поверхностных образованиях. Способность высоких концентраций подвижного фосфора вызывать нарушения в растениях активно изучается в настоящее время. Описано негативное воздействие фосфора как при его избыточном внесении в качестве удобрений, так и избыточном содержании в почве или почвоподобном теле [1]. В литературе встречаются различные значения пороговой концентрации, после перехода за предельные значения которой фосфор начинает проявлять токсичное действие. Титовой с коллегами отмечено, что содержание 400-1000 мг подвижных фосфатов на 1 кг почвы может вызывать депрессию фитоценоза, а 4000 мг/кг – его гибель [2]. Тереховой с коллегами на начальных этапах развития растений отмечены токсические эффекты, вызванные концентрациями подвижных фосфатов, превышающими 800 мг/кг [3]. Поповой и Никитиной разработана классификация, в которой минимальная степень загрязнения подвижным фосфором начинается с 251 мг/кг и выше [4]. Избыточное содержание фосфора может угнетать развитие растений различными путями. Снижая доступность микроэлементов для растений [5]. Повышая доступность тяжелых металлов – например, мышьяка [6]. Повышая восприимчивость растений к болезням [3,5].

В проведенном исследовании была подтверждена гипотеза о токсическом действии повышенных концентраций подвижного фосфора на травянистые растения (начиная с 500 мг/кг), что проявляется в снижении биомассы растений, усиления антиоксидантной защиты. Установлено критическое изменение физиологической реакции растений (выработки антиоксидантов), которое происходит при содержании подвижных фосфатов от 2000 до 4000 мг/кг.

Литература

1. Ivashchenko K. et al. Microbial C-availability and organic matter decomposition in urban soils of megapolis depend on functional zoning //Soil & Environment. – 2019. – Т. 38. – №. 1.
2. Титова В. И. и др. Изучение фосфорных удобрений и фосфатного состояния почв //Агрехимический вестник. – 2011. – №. 2. – С. 3-6.
3. Терехова В. А. и др. Экотоксикологическая оценка повышенного содержания фосфора в почвогрунте по тест-реакциям растений на разных стадиях развития //Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – №. 3. – С. 21-26.

4. Попова Л. Ф., Никитина М. В. Кумуляция, миграция и трансформация фосфора в почвах города Архангельска //Фундаментальные исследования. – 2014. – №. 9-1. – С. 70-74.

5. Кирилл Ю. Н. и др. Экологический мониторинг коллекции сирени ботанического сада МГУ. Влияние избыточного внесения фосфатов на почву и растения сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 1. – С. 64.

6. Wu J. et al. Phosphorus-arsenic interaction in the 'soil-plant-microbe' system and its influence on arsenic pollution //Science of the Total Environment. – 2022. – Т. 802. – С. 149796.

Транслокация тяжелых металлов в системе почва-растение в парково-рекреационной зоне г. Ростов-на-Дону

Сальник Н.В., Бакаева Ю.С.

Аспирант

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

E-mail: salnik@sfedu.ru

Регулярные комплексные эколого-геохимические исследования состояния почв в городских ландшафтах являются важными элементами для изучения особенностей распространения и перемещения загрязняющих веществ и их воздействия на биогеоценозы в целом. Для создания микроклимата и комфортного проживания населения в больших городах высаживают массивы древесных насаждений в виде скверов, парков и лесопарков [3]. Транспорт тяжелых металлов в системе почва-растение – это сложный процесс, который зависит не только от свойств почвы, но и от вида растения, его возраста и принадлежности к определенной экологической группе [2]. Целью данной работы является изучение динамики загрязнения тяжелыми металлами естественных почв старой части парка Н. Островского.

Транслокацию металлов в системе почва – растение исследовали в древесных насаждениях *Acer platanoides* L. Изучено валовое содержание тяжелых металлов в почве на рентгеновском аппарате «Спектроскан МАКС-GVM». Экстракцию подвижных форм металлов осуществляли с применением ацетатно-аммонийного буфера (pH=4,8) в соотношении почва/экстрагент 1:10, а затем определяли концентрацию металлов методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе МГА-915.

С точки зрения санитарно-гигиенических критериев поверхностный гумусово-аккумулятивный горизонт естественных почв парка им. Н. Островского характеризуется повышенными концентрациями цинком и хрома, что обусловлено аэральными выпадениями представленных металлов из стационарных источников и средств передвижения ($Zn=300,18$ мг/кг, $Cr=119,86$ мг/кг). Наиболее распространенным загрязнителем является цинк, для него характерно наибольшее превышение ПДК. Временная динамика эколого-геохимической ситуации проявляется в снижении концентраций цинка. Существенной биогехимической ми-

грации элементов в нижележащие иллювиальные горизонты почвы не происходит даже на фоне сезонного изменения токов внутрипочвенной влаги [1]. Несмотря на наличие в почве доступных форм тяжелых металлов, *Acer platanoides* L. устанавливает физиологический барьер, препятствующий их транслокации в листья, последующему выносу с опадением листьев и загрязнению поверхностного горизонта почвы.

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

Исследование выполнено в рамках программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030»)

Литература

1. Корбань В.А., Сальник Н.В., Горбов С.Н. Сравнительная оценка транслокации цинка и свинца хвойными и лиственными породами деревьев, произрастающими на территории Ботанического сада Г. Ростова-на-Дону // Проблемы загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами: труды международной конференции – С. 196–199.

2. Корельская Т.А., Попова Л.Ф. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове селитебного ландшафта города Архангельска // Арктика и Север. 2012, № 7, С. 136–152.

3. Сальник Н.В., Иволгина В.А., Горбов С.Н., Козырев Д.А. Распределение тяжелых металлов и их миграция в системе почва - растение на примере парка Н. Островского города Ростова-на-Дону // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2023, № 4(220), С. 126–136.

Изменение некоторых химических свойств подзолов криолитозоны под воздействием антропогенной нагрузки

Семина Ольга Юрьевна

Студент

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
факультет почвоведения, Москва, Россия
sem_olga02@mail.ru*

Арктическая зона Западной Сибири – территория, основными видами деятельности которой в настоящее время являются добыча углеводородов и пастбищное оленеводство. При освоении месторождений нефти и газа антропогенному воздействию подвержены огромные территории.

Добыча полезных ископаемых на территории криолитозоны приводит к деградации растительного покрова, что, в свою очередь, становится одним из основных факторов формирования техногенных песчаных пустошей и развития современных эоловых форм рельефа.

Объектами исследования выбраны естественные и антропогенно преобразованные подзолы грубогумусированные и торфяно-подзол турбированный, расположенные на территории ЯНАО.

Ферментативная активность нарушенных и естественных почв характеризуется как бедная и очень бедная практически во всех горизонтах, кроме торфяных и органогенных.

Содержание Слгв не превышает 2,5%, при низком содержании Слгк, которое не превышает 1% (доля ЛГК в составе ЛГВ составляет 50-60%). В нарушенных почвах содержание ЛГВ снижается в несколько раз (таблица 1).

Показатели базального дыхания (БД) и углерод микробной биомассы (Смик) говорят о низкой микробиологической активности, которая максимальна в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю.

Таблица 1. Свойства естественных и антропогенно преобразованных подзолов криолитозоны

Почва	Горизонт, глубина	Смик, мг С/г почвы	Слгв, %	Свов, %	Каталаза, (см3/г*мин-1)	Инвертаза, (мг глюкозы/г*сут-1)
Подзол грубогумусированный	О (0-3)	211,79	0,19	14,36	1,19	13,17
	Е (3-16)	72,05	0,05	2,90	0,39	2,51
	ВНФ (16-30)	49,95	0,00	3,05	0,33	2,72
	ВНФ (30-46)	49,80	0,01	2,84	0,33	2,51
«- нарушенный	Е (0-2)	62,32	0,04	12,11	0,40	11,70
	Е (2-5)	46,23	0,01	2,55	0,35	2,19
Торфяно-подзол глесевый турбированный	T1 (0-7)	1074,92	0,90	60,57	4,67	55,90
	T2 (7-12)	423,58	1,89	12,66	2,88	9,78
	Etr (12-25)	293,57	2,44	16,51	2,30	14,20
	ВНФ (25-...)	81,20	1,21	2,25	0,73	1,52
«- нарушенный	Е (0-5)	48,56	0,04	2,56	0,26	2,30
Подзол грубогумусированный	О (0-5)	152,39	0,24	10,56	0,85	9,70
	Е (5-15)	56,77	0,07	4,99	0,44	4,55
	Е (15-30)	59,18	0,03	3,56	0,39	3,17
	Е (30-48)	64,69	0,06	2,59	0,46	2,13
	ВНФ (48-...)	65,29	0,05	1,68	0,41	1,26
«- нарушенный	Е (0-5)	89,33	0,02	5,17	0,40	4,78
Подзол грубогумусированный	О (0-2)	307,13	1,47	15,05	4,58	10,47
	Е (2-15)	68,71	0,02	3,41	0,49	2,92
	ВНФ (15-30)	75,35	0,03	3,72	0,53	3,19
	ВНФ (30-...)	54,65	следы	2,04	0,39	1,65
«- нарушенный	Е (0-5)	58,36	0,03	5,02	0,36	4,66

Микробиологическая активность почвы при полиметаллическом загрязнении до и после обработки полимерными препаратами

Сергеева Ю.Д., Волкова В.Д., Деревенец Е.Н.

Студент, 1 курс магистратуры

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

E-mail: sergeeva.yulia.dm@gmail.com

Структурные и функциональные характеристики микробнома используются как индикаторы экологического состояния почвенных ценозов и эффективности разных способов восстановления здоровья почвы.

В условиях модельного эксперимента исследовали ремедиационную активность новых видов ремедиантов, представленных полимерными материалами, в почве при полиметаллическом загрязнении.

Методом газовой хроматографии оценивали отклики микробного сообщества дерново-подзолистой почвы (Московская обл.), загрязненной в лабораторных условиях ТМ, по следующим показателям: углерод микробной биомассы (С_{мик}), базальное дыхание (БД), микробный метаболический коэффициент (qCO_2). Соли ТМ вносили в почву в виде водных растворов (ТМ: в концентрациях, эквивалентных 2 ОДК, 4 ОДК, 6 ОДК Cu, Zn, Pb, Cd) и выдерживали при 60% влажности от полной влагоемкости. Через 3 недели с целью снижения токсического эффекта в образцы вносили следующие препараты (в дозе 0.2 %): 1% раствор гипан (Г), гипан в композиции с сахалинским гуматом (Г+СГ), а также высушенный измельченный препарат мицелия *Alternaria alternata*.

Загрязнение почвы ТМ в дозе 4 и 6 ОДК привело к снижению С_{мик} на 26% и 27% доза 2 ОДК не оказала существенного влияния на микробную биомассу. Базальное дыхание (БД) в присутствии 2, 4 и 6 ОДК ТМ повышалось на 28%, 19% и 36%, соответственно. Микробный метаболический коэффициент ($qCO_2 = БД/С_{мик}$), высокие значения которого свидетельствуют о неблагополучии микробного сообщества, под влияние ТМ ожидаемо увеличивался на 13%, 61% и 86% при 2, 4 и 6 ОДК, соответственно.

Обработка почвы ремедиантами оказала заметное воздействие на показатели микробиоты: при всех уровнях загрязнения наблюдался прирост С_{мик}, особенно заметный при добавке препарата мицелия (таблица).

Таблица. Эффективность ремедиантов в почве (% от контроля - почва без добавок)

Вариант почвы	Микробная биомасса (С _{мик})			Базальное дыхание		
	гипан	гипан + СГ	мицелий	гипан	гипан + СГ	мицелий
0 ОДК	101	71	327	63	19	1227
2 ОДК	35	19	349	-18	-31	871

4 ОДК	43	9	409	-31	-20	644
6 ОДК	15	13	438	-19	-15	348

Гипан и гипан+СГ подавляли БД в загрязненной почве, при этом во всех вариантах снижался qCO_2 (на 20-52%), Положительный эффект препарата мицелия замечен лишь при наибольшем загрязнении (6 ОДК) .

Таким образом, продемонстрирована высокая детоксицирующая способность гипана, которая несущественно менялась при добавке к нему СГ. Динамика микробных показателей под воздействием препарата мицелия свидетельствует, скорее всего, о развитии грибной биомассы, которая выступает эффективным ремедиантом лишь при высоком (6 ОДК) уровне загрязнения.

Использование ферментативной активности для оценки экологического состояния нефтезагрязненной почвы

Сивцев С.И.

Младший научный сотрудник

Институт проблем нефти и газа СО РАН – обособленное подразделение

ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Якутск, Россия

sivtsevsemen@mail.ru

Отслеживание ситуации на землях, загрязненных нефтью, имеет важное значение для оценки воздействия нефтяного загрязнения на почву и в процессе проведения работ по восстановлению. Биологическая активность почвы является чувствительным показателем нарушений экосистем и связана с биогеохимическими циклами, разложением органических веществ и процессами восстановления почвы.

Почвенные ферменты в большинстве своём образуются почвенными микроорганизмами, а также могут иметь происхождение из остатков растений и животных. Они могут накапливаться в почве в свободной форме или быть иммобилизованными к поверхностям и органическим веществам почвы. В оценке воздействия загрязнения почвы нефтепродуктами активно применяются две основные категории ферментов: оксидоредуктазы, катализирующие окислительно-восстановительные реакции, и гидролазы, отвечающие за гидролитическое расщепление внутримолекулярных связей [3].

Например, уреазы могут быть использованы в качестве биомаркера при оценке эффективности биоремедиации загрязненных почв. Уровень активности уреазы может свидетельствовать о скорости и эффективности процессов деградации нефтепродуктов в почве, что помогает контролировать и оптимизировать процессы биоремедиации [2]. Дегидрогеназы играют ключевую роль в разложении нефтяных углеводородов в почве, так как они участвуют в передаче электронов и водорода к кислороду. Эти ферменты, общие для многих организмов, считаются хорошим показателем окислительного потенциала почвы. Низкая активность дегидрогеназы отражает вредное действие нефтяных углеводородов на процесс окисления. При этом известно что разная концентрация нефти может как увеличить, так и уменьшить активность дегидрогеназы [1].

Таким образом, активность ферментов представляет собой перспективный метод оценки состояния почвы. Она является важным показателем при определении нарушения функций почвы из-за загрязнения и контроля восстановления ее функций. Различные научные исследования показывают, что одновременное изучение активности нескольких ферментов в почве может быть более надежным, чем анализ только одного из них. В сочетании с другими показателями состояния почвы, ферментная активность может предоставить важные данные о реакции почвы на загрязнение и помочь определить процессы ее восстановления.

Литература

1. Поляк Ю. М. Почвенные ферменты и загрязнение почв: биодegradация, биоремедиация, биоиндикация / Поляк Ю. М., Сухаревич В. И // *Агрохимия* – 2020. - № 3. - С. 83–93.
2. Lee, Sang-Hwan. Use of Soil Enzymes as Indicators for Contaminated Soil Monitoring and Sustainable Management // *Sustainability* - 2020. – V. 12. - P. 8209.
3. Rao, M. A. Enzymes as Useful Tools for Environmental Purposes // *Chemosphere* – 2014. – V. 107. P. 145–62.

Валовое содержание цинка в агрегатных фракциях черноземов под древесными фитоценозами и реплантоземов 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

Исследования, посвященные воздействию антропогенных факторов на почвенные экосистемы в условиях городской среды, представляют существенную актуальность. Антропогенное воздействие, выраженное в трансформации физико-химических свойств почвенного покрова и, в особенности, деградации, негативно скажется на качестве жизни в городе [1, 2]. Изучение агрегатного состава почвы в данном контексте становится важным инструментом для понимания изменений в водно-воздушном и тепловом режимах, а также микробиологической активности, с последующим влиянием на доступность питательных элементов для растений и развитие эрозионных процессов. Так исследование распределения тяжелых металлов в различных агрегатных фракциях почвы обретает значимость в контексте экологической устойчивости городских экосистем, делая представляемую работу актуальной. 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, для реплантоземов характерно уменьшение концентрации с увеличением размерности фракции. Сосредоточение цинка в микроструктурных пылеватых агрегатах и значительное проявление этой закономерности в реплантоземах 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: ($<0,25$) $> 5-7$ $> (>10)$ $\geq 3-5$ $\geq 1-2$ мм, для реплатоземов: ($<0,25$) $> 1-2$ $\geq 5-7$ $\geq 3-5$ $\geq (>10)$ мм.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008

Литература

1. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164. DOI: 10.7868/S0032180X14100104.

Крестьянникова Е.В., Козлова В.В., Ларина Н.С., Ларин С.И. Химико-экологическая оценка загрязнения свинцом атмосферы города Тюмени // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 5(2). С.679-684.

Устойчивость древесных насаждений и изменение почвенных конструкций на территории почвенного стационара МГУ с течением времени

Тазиева А.О., Ахметзянова Р.Р.

Студент 3 курса бакалавриата

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

E-mail: taxievaa@gmail.com

В последнее столетие наблюдается стремительный рост городов и городского населения. В силу того, что урбанизированные территории имеют целый комплекс негативных антропогенных воздействий на ландшафт, особую актуальность приобретают вопросы здоровья и комфортности городской среды, которым в первую очередь способствуют мероприятия по озеленению. Однако устойчивость древесных растений и эволюция почвенных конструкций в условиях городской среды недостаточно изучены. Особое значение при длительных мониторинговых исследованиях имеет информация о стартовых характеристиках почв или растений, в том числе степень их неоднородности.

Целью нашей работы стало изучение характеристик древесных насаждений, а также почвенного покрова лесной полосы и лизиметрических установок Почвенного стационара МГУ в сравнительном анализе результатов предыдущих, в том числе, архивных материалов. Лесополоса была сформирована в 1963 году посадкой по определенной схеме 9 пород деревьев. Известны начальные характеристики посадок и почвы для их сравнения с актуальными данными 2008 и 2023 годов.

Были проведены следующие работы: подеревная съемка лесополосы, измерение диаметра стволов, анализ состояния деревьев осенью 2023 года. Одновременно были взяты почвенные образцы в соответствии с данными о месторасположении точек отбора проб в предыдущие годы исследования. Для анализа образцов использовались классические методы физики почв: пикнометрический метод определения плотности твердой фазы, метод пипетки Качинского-Робинсона-Кёхеля и лазерная дифрактометрия для определения гранулометрического состава почв. Содержание углерода было определено методом сухого сжигания.

Исследование почвенного покрова и древесных насаждений территории лесополосы Почвенного стационара МГУ позволило изучить их эволюцию за 60 лет. Снижение антропогенной нагрузки на почвы лизиметров в последние годы привело к улучшению физико-химических свойств верхних горизонтов, а анализ числа сохранившихся деревьев показал, что наибольшей устойчивостью в условиях города обладает береза, наименьшей – дуб. Мониторинг растительного покрова выявил, что загущенность посадок и антропогенное воздействие привели к выпадению 36% деревьев.

Литература

1. Шеин Е.В. и др. Теория и методы физики почв, М.: «Гриф и К», 2007, 616 с.
2. Умарова А. Б. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв, М.: ГЕОС, 2011, 265 с.
3. Бекецкая Т. В. Почвенно-ландшафтное зонирование и мониторинг территории под древесными насаждениями, 2010

Динамика эмиссии CO₂ в искусственных почвенных конструкциях в условиях г. Ростов-на-Дону **Терехов И.В., Носов Г.Н.**

студент

Южный Федеральный Университет,

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

E-mail: igor.terekhov@yandex.ru

Урбанизированные территории формируют специфическую среду, в которой антропогенный фактор оказывает серьезное влияние на биогенные потоки вещества и энергии. Биогеохимический цикл углерода не является незамкнутым, а избыточное антропогенное воздействие на биосферу способствует его накоплению в атмосфере (преимущественно в виде CO₂).

Рекреационные зоны города, представленные как травянистыми, так и древесными формациями, являются депоэнтами углерода, однако газонные покрытия не отличаются высокой эффективностью [2]. Кроме того, в процессе ухода за газонами (посев, полив, внесение удобрений) происходит

дополнительная эмиссия углекислого газа. Таким образом, общие объемы эмиссии углерода газонными покрытиями могут оказаться больше, чем их депонирующие возможности [2].

Основной целью данной работы является изучение динамики эмиссии CO₂ и трансформации почвенного углерода в конструкторах под газонными покрытиями одинакового состава. Дополнительной — изучение состояния газонного покрытия на различных субстратах и поиск оптимальной комбинации травосмесь/почвосмесь, которая будет характеризоваться наименьшей общей эмиссией углерода при лучшем внешнем виде.

Для этих целей в 2020 году на территории Ботанического сада ЮФУ был создан стационар, на котором представлены различные варианты конструкторов с высевной на них газонной смесью. Почвосмеси представлены смесью песка, торфа и гумусово-аккумулятивного горизонта чернозема (ГАГ) в различных пропорциях на техногенном грунте и различными комбинациями ГАГ и песка на лессовидном суглинке. В качестве фона использован участок целинной степи в границах Ботанического сада ЮФУ. На всех площадках, кроме фоновых, была установлена автоматическая система полива.

В период вегетации (с марта по ноябрь) замеры эмиссии CO₂ и сопутствующих параметров проводились раз в две недели, в зимний период — раз в месяц. Эмиссия измерялась прибором на основе газоанализатора AZ 77232 [1].

Было выявлено, что на фоновых площадках и на площадках, в составе которых присутствует торф, эмиссия CO₂ в большей степени зависит от температуры почвы на глубине 1 см ($\rho = 0.53$, $p < 0.05$), чем на 10 см ($\rho = 0.46$, $p < 0.05$). На остальных площадках эмиссия C зависит от температуры на 1 см ($\rho = 0.63$, $p < 0.05$) и на 10 см ($\rho = 0.64$, $p < 0.05$) в одинаковой степени. Предположительно, это вызвано разной природой основного источника эмиссии. На фоновых площадках основной источник CO₂ — разложение растительного опада, который и находится на поверхности. На площадках с торфом — разложение торфа, активнее всего проходящее в верхнем слое. На остальных же площадках основной источник — дыхание корней растений и почвенной биоты, которые равномерно распределены в слое 0-10 см.

Литература

1. Карелин Д.В., Замолодчиков Д.Г., Краев Г.Н. Методическое руководство по анализу эмиссий углерода из почв поселений в тундре. – 2015.
2. Zhang Y. et al. Is urban green space a carbon sink or source? - A case study of China based on LCA method //Environmental Impact Assessment Review. – 2022. – Т. 94. – С. 106766.

**Влияние биочара на загрязненную дизельным топливом почву в
микромоделльном эксперименте**

Фортowa София Максимовна

Студент

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: fortovas21@gmail.com

Биочар — продукт неполного сгорания (пиролиза) биомассы в условиях недостатка кислорода. Биочар способен сорбировать на своей поверхности различные загрязняющие вещества благодаря высокой сорбционной способности и высокой удельной поверхности. рядом исследований было показано, что внесение биочара может ускорять биоремедиацию почв, загрязнённых дизельным топливом и сырой нефтью, так как внесение сорбентов положительно влияет на рост микроорганизмов-деструкторов.

Целью работы является изучение изменений в составе органического вещества и биологической активности при внесении биочара в загрязненную дизелем почву в микромоделном эксперименте.

При проведении микромоделного эксперимента использовались микрокосмы с почвой (по 5 г почвы в каждом), в которые было добавлено по 10% (относительно массы почвы) дизельного топлива. Исследовались образцы из верхних горизонтов трех разных почв: подзола, дерново-подзолистой и серой лесной почвы. Перед инкубацией в образцы был добавлен биочар (по 5 % относительно общей массы). В контрольные образцы биочар не добавлялся. Биочар, используемый в эксперименте, был получен при высоких температурах из древесного сырья. Микрокосмы инкубировались в течение двух месяцев при постоянной температуре и влажности, а также проветривались. Образцы для аналитических исследований были взяты до инкубации, после 1 месяца инкубации и по истечении срока инкубации.

Дальнейшие анализы проводились химическими методами. Была проведена экстракция биодоступной фракции и исчерпывающая экстракция. Для качественного и количественного определения соединений был применен метод газовой хромато-масс-спектрометрии. Также анализировалась микробиологическая активность: измерение почвенной эмиссии CO₂ на газовом хроматографе и метод посева для определения численности и таксономической структуры сообщества.

Предварительные результаты аналитических исследований подтверждают высокую сорбционную способность биочара.

Оценка антиоксидантного статуса растений в условиях токсического действия тяжелых металлов

Хако М.Д., Негодаева М.А., Черникова Н.П., Козьменко С.А.

Студентка

ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, кафедра биохимии и микробиологии, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: xter.rrxt@gmail.com

Фиторемедиация – это метод очистки почвы от загрязнений с использованием растений. Из-за своего влияния на физиологические и биохимические процессы, большинство загрязняющих веществ токсичны для растений. Поэтому растения имеют механизмы контроля стресса, отвечающие за поддержание гомеостаза [1].

Для изучения влияния микоризации, внесения фитостимулирующих микроорганизмов на фиторемедиацию загрязненных почв углеотвалов был заложен вегетационный опыт. В закладке модельного эксперимента использован верхний слой (0–20 см) техногенно-трансформированной почвы, отобранной на площадке у подножия северного склона шахтного углеотвала шахты «Аютинская» (г.Шахты, Ростовская область). В исследуемом техноземе валовое содержание тяжёлых металлов (ТМ) (Zn, Ni, Cu и Cd) в 2.2–3.9 раза выше, чем в контрольной почве ООПТ «Персиановская степь». Содержание подвижных форм Zn, Ni и Cd в почвах углеотвала в 2.4 и 13.0 раз, соответственно, превышает содержания этих металлов в незагрязненной почве ООПТ.

Почву увлажняли и высевали *Elytrigia repens* на глубину 1 см. Микоризацию проводили при помощи биопрепарата «Кормилица Микориза для корней универсальная» (ООО «Научно-внедренческое предприятие «БашИнком»). Для эксперимента был использован *Pseudomonas* OV17. Опыт заложен в трехкратной повторности. Содержание малонового диальдегида (МДА) оценивали по степени накопления продукта его реакции с тиобарбитуровой кислотой. Количество пролина оценивали в реакции с нингидриновым реактивом.

Максимальное содержание МДА и пролина по сравнению с контролем наблюдалось в растениях, произраставших на почве углеотвала в присутствии микоризы. Вероятно, это обусловлено повышением эффективности фитоксстракции при микоризации растения [2]. В этом случае концентрация МДА и пролина превысила контрольные значения в 2,66 и 2,61 раз соответственно. При применении *Pseudomonas* OV17 концентрация МДА и пролина превысила контрольные значения в 2,35 и 2,32 раза соответственно.

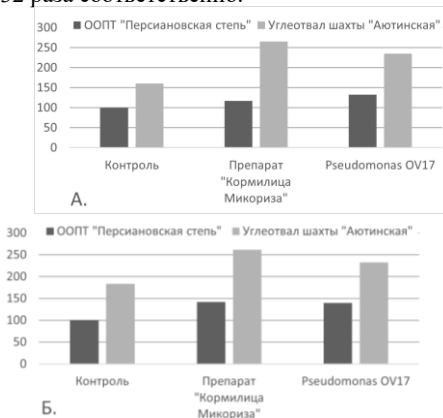


Рисунок 1 – содержание МДА (А.) и пролина (Б.) в *Elytrigia repens* в условиях модельного опыта (в процентах от контрольной пробы)

Повышенная продукция пролина является защитным механизмом *Elytrigia repens* и связана с индукцией окислительного стресса. Проллин способствует регулированию клеточного окислительно-восстановительного потенциала и успешному переносу неблагоприятных условий, вызванных поступлением ТМ.

Проект Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории в рамках межрегионального НОЦ Юга России (FENW-2024-0001).

Литература

1. Ali H., Khan E., Sajad M. A. Phytoremediation of heavy metals—concepts and applications //Chemosphere. – 2013. – Т. 91. – №. 7. – С. 869-881.
2. Pawlowska T. E. et al. Effects of metal phytoextraction practices on the indigenous community of arbuscular mycorrhizal fungi at a metal-contaminated landfill //Applied and Environmental microbiology. – 2000. – Т. 66. – №. 6. – С. 2526-2530.

Оценка изменения ионного состава болотных вод на верховом болоте (Сургутская низина)

Харбака В.А., Масловская О.В.

Аспиранты

*Сургутский государственный университет, Сургут, Россия
E-mail: intelinside658@yandex.ru, olya.maslovskaya21@gmail.com*

Подтоварные воды являются побочным продуктом нефтедобычи. Их отделивают от нефти и в дальнейшем используют для поддержания пластового давления. В окружающую среду подтоварные воды обычно попадают при порыве высконапорных водоводов, обуславливая изменение ионного состава и повышение минерализации, грунтовых и болотных вод.

Целью работы является оценка влияния подтоварных вод на изменение ионного состава болотных вод верховых болот.

Материалы и методы. Исследование проводилось в 12 км на северо-восток от г. Сургут на верховом грядово-мочажинном болоте в бассейне р. Почкеуйка (Сургутская низина). Пробы отбирались в 2020 г. на участке Восточно-Сургутского месторождения. Всего было отобрано 6 проб с фонового участка, 6 – с загрязнения 2015 г.

Анализ ионного состава в основном выполнялся в лаборатории СурГУ на приборе «Капель-105М» с помощью капиллярного электрофореза. Ионы HCO_3^- и CO_3^{2-} определялись титрованием [2].

Результаты исследования. На фоновом участке верхового болота характерно преобладание HCO_3^- (39,5%), а также относительно высокое доленое участие ряда ионов: Ca^{2+} (14,2%), CO_3^{2-} (9,7%), Na^+ (9,3%), Cl^- (5,9%), Fe общ. (5,3%), K^+ (4,1%), NO_3^- и F^- (по 3,3%); на долю остальных ионов приходится 5,4%.

На участке загрязнения характерно закономерное возрастание долевого участия прежде всего Cl^- (39,5%) и Na^+ (25,7%), на HCO_3^- приходится 26,4%, на Ca^{2+} – 4,1%, на иные ионы – 4,3%. Возрастание на солевом загрязнении доли одновалентных ионов (Cl^- и Na^+) обусловлено их преобладанием в подтоварных водах (суммарно 91%) [1].

Попадание подтоварных вод в окружающую среду оказывает губительное воздействие на растительный покров верховых болот, не приспособленных к высокому содержанию ионов хлора и натрия, и ведет к замене олиготрофных видов на эвтрофные.

Авторы выражают благодарность научному руководителю В.Н. Тюрину за помощь в организации работы. Также авторы благодарят студентов Т.Р. Мельника и А.С. Петрякина за помощь в отборе проб, С.А. Алиеву за выполнение анализа проб титрованием.

Литература

1. Алиева С.А., Тюрин В.Н. Физико-химические свойства подтоварных вод (южная часть Сургутской низины Западной Сибири) // Безопасный Север – чистая Арктика. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Сургутский гос. ун-т., 2020. С. 145-149.

2. ГОСТ 31957 – 2012. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 26 с.

Изменение интенсивности выделения углекислого газа почвы на разном удалении от хвостохранилища Урупского горно-обогатительного комбината

Храпай Е.С., Кузина А.А.

Студент, лаборант-исследователь

Научный руководитель: Колесников С.И.

Южный федеральный университет,

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

E-mail: katerinap1996@mail.ru

Цветная металлургия сопряжена с выделением отходов, которые предприятия хранят в специализированных сооружениях – хвостохранилищах. Данные отходы (пульпа хвостов) являются одной из причин ухудшения состояния окружающей среды [1]. Пульпа хвостов содержит в себе тяжелые металлы такие как цинк (Zn), медь (Cu), свинец (Pb) и другие [2]. В первую очередь, происходит загрязнение почв, прилежащих к хвостохранилищам, так как почвенный покров может длительно накапливать загрязняющие вещества [3]. Оценка выделения углекислого газа почвой является одним из важных критериев для оценки качества почвы и её биологической активности так как показатель отражает интенсивность жизнедеятельности почвенной биоты [4].

Целью работы являлось оценить изменение интенсивности выделения углекислого газа почвы на разном расстоянии от действующего хвостохранилища Урупского горно-обогатительного комбината. Почвенные образцы отбирали в Карачаево-Черкесии (Урупский район) в 50, 200, 300, 400, 500 метрах от действующего хвостохранилища Урупского горно-обогатительного комбината. Определение интенсивности выделения углекислого газа производили с помощью газоанализатора EGM-5 (PP SYSTEM).

В полученных результатах прослеживается следующая закономерность: увеличение интенсивности выделение углекислого газа при удалении от хвостохранилища. Самые высокие показатели характерны для почвы, находящейся на расстоянии 400 и 500 метров (1,58 и 1,65 $\text{CO}_2/\text{м}^2/\text{ч}$ соответственно). При приближении к хвостохранилищу происходит снижение показателя «дыхания» почвы. В 300 метрах – 0,82 $\text{CO}_2/\text{м}^2/\text{ч}$; в 200 метрах – 0,91 $\text{CO}_2/\text{м}^2/\text{ч}$. Самый низкий показатель «дыхания» характерен для почвы в 50 метрах от хвостохранилища (0,63 $\text{CO}_2/\text{м}^2/\text{ч}$). Был рассчитан коэффициент корреляции между интенсивностью выделения CO_2 и суммарным показателем загрязнения (Z_c), который составил -0,65, что свидетельствует о негативном влиянии тяжелых металлов на интенсивность «дыхания» почвы.

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

Литература

1. Зеньков И.В. Хунг Ч. Л., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Кондрашов П.М., Раевич К.В. Использование дистанционного зондирования в исследовании экосистем на разрабатываемых и отработанных месторождениях руд цветных металлов в северных регионах России // Экология и промышленность России. 2022. – Т. 26. – No. 1. – С. 30-35.
2. Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Гуцаев Ф.Х., Бурдзиева О.Г., Гегелашвили М.В. Влияние горнодобывающего комплекса на качество среды обитания в условиях горных территорий // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — No 11–1. — С. 32–39.
3. Sun L. Guo D., Liu K., Meng H., Zheng Y., Yuan F., Zhu G. Levels, sources, and spatial distribution of heavy metals in soils from a typical coal industrial city of Tangshan, China. *Catena*. 2019, vol. 175, pp. 101-109.
4. Даденко Е. Акименко Ю., Колесников С., Казеев К. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Litres, 2022.

Определение фаз-носителей тяжелых металлов в почвах района техногенных аномалий крупного медеплавильного комбината Цицуашвили В.С., Киричков М.В., Лацынник Е.С., Барахов А.В., Хатламаджиян А.А., Мелкумян А.Л.

Младший научный сотрудник

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: tvs@sfedu.ru

Активный рост промышленности в XX в. на территории России привел к созданию крупных промышленных центров по добыче и переработке полезных ископаемых. В отходах горнодобывающих производств активно протекают процессы, нарушающие свойства естественных почв, и формирующие особые почвоподобные образования – техноземы. Такие антропогенно трансформированные

почвы представляют особый интерес, так как при длительном загрязнении происходят структурные изменения, затрагивающие твердую фазу, что влияет на видообразование, подвижность и биодоступность тяжелых металлов (ТМ) [1]. Цель работы – установить фазы-носители ТМ в высокозагрязненных почвах с использованием физического метода неразрушающего контроля XRD.

Объектами исследования являются техногенные почвы района медеплавильного комбината «Карабашмедь», г. Карабаш, Южный Урал. Площадка мониторинга №2К, находящаяся менее 1 км от комбината, была выбрана в средней части ручья, от истока до его впадения в р. Сак-Элга, и является зоной транзита химического стока, поступающего из хвостохранилища на пути к р. Сак-Элга. Данные монокристаллической рентгеновской дифракции (XRD) получены на станции «Белок/XSA» Курчатовского источника синхротронного излучения (НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва).

Полученные дифрактограммы образца почвы площадки №2К иллюстрируют многообразие фазового состава техноземов. Несмотря на транзитный характер этой части ландшафта, наблюдалось осаждение химических элементов, поступающих из хвостохранилища. Согласно данным элементного анализа в образце присутствует большое количество в мг/кг: меди (3250), цинка (1415), марганца (731,50) и железа (24600). Анализ дифрактограмм показал, что в составе образцов доминируют такие устойчивые к кислотам минеральные фазы, как кварц (SiO_2 , 43.4%-58.4%) и мусковит ($\text{Al}_3\text{KSi}_3\text{O}_{12}\text{H}_2$, 11.7%-15.9%). Также характерно присутствие железо-магнийсодержащих минералов как шамозит ($\text{Al}_{11.2}\text{Fe}_{2.482}\text{Mg}_{2.518}\text{Si}_{3.8}\text{O}_{18}\text{H}_{10}$, 10.8%-14.1%) и клинохлор ($\text{Al}_{10.721}\text{Fe}_{0.219}\text{Mg}_{2.782}\text{Si}_{1.279}\text{O}_9\text{H}_4$, 11.1%-11.9%), в меньшей степени встречается магнезиоферрит (Fe_2MgO_4 , 0.3%-2.9%), пироксен (MgSiO_3 , 3.9%-4.7%). Диагностировано присутствие следующих аутигенных минералов: сребродольскита ($\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$, 0.5% - 0.8%), куприта (Cu_2O , 0.1% - 0.8%), оксида цинка (ZnO , 0.2%-4.7%), халькопирита (FeCuS_2 , 0.1%-4.3%) и галенита (PbS , <<0.1% - 0.4%).

Диагностика фазового состава минералов в техноземах импактной зоны показала, что состав фаз техноземов намного сложнее, чем в фоновых зональных почвах. Для техноземов установлено, что в составе образцов доминируют такие устойчивые к кислотам минеральные фазы, как кварц и мусковит, также характерно присутствие железо-магнийсодержащих минералов: шамозит и клинохлор, при уменьшении вклада породных литосферных элементов.

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

Литература

1. Minkina T., Vitaly L., Nevidomskaya D., Bauer T., Mandzhieva S., Khoroshavin V. Forms of Cu (II), Zn (II), and Pb (II) compounds in technogenically transformed soils adjacent to the Karabashmed copper smelter // *Journal of Soils and Sediments*. – 2018. – Vol. 18. – P. 2217-2228.

Аккумуляция и распределение тяжелых металлов в лекарственных растениях в условиях аэротехногенного загрязнения

Черникова Н.П., Смахунов А.Е., Кабашнюк П.Ю., Яковленко А.Ю., Чаплыгин В.А., Лацынник Е.С.

Ведущий научный сотрудник, к.б.н.

В развитых аграрно-промышленных регионах возникает проблема с накоплением и миграцией таких поллютантов как тяжелые металлы, загрязняющих почвы и фитомассу дикорастущих растений. Растения, используемые в качестве корма для домашних животных и/или как сырье при производстве лекарственных препаратов, представляют особую опасность для человека, как компоненты трофической цепи, по которой могут мигрировать тяжелые металлы. Непосредственное соседство агроландшафтов и импактных территорий промышленных предприятий увеличивает уровень риска загрязнения продуктов растениеводства и лекарственным сырье. В связи с этим необходимо проведение регулярного мониторинга химического состава дикорастущих растений, в первую очередь лекарственных, произрастающих в условиях долгосрочной антропогенной нагрузки. Целью данного исследования является изучение содержания и распределения тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr и Cd) в таких лекарственных растениях, как тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea* Waldst & Kit) и полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jack.), произрастающих в импактной зоне Новочеркасской ГРЭС. На основе рассчитанных биогеохимических коэффициентов, таких как показатель актуальной биогеохимической подвижности (Вх), индекса суммарной токсической нагрузки (Sn), коэффициента накопления (КН) и акропетального коэффициента (АК) выявлены особенности поступления и распределения металлов в лекарственных растениях. Площадки мониторинга были заложены на расстоянии 1-20 км в различных направлениях от Новочеркасской ГРЭС. Для отбора образцов выбирались однородные по рельефу и почвенному покрову участки местности, в течение последних 10-15 лет не подверженные агротехнической обработке.

Установлено полиэлементное загрязнение изучаемых лекарственных растений на импактной территории такими ТМ как Pb, Cd, Ni. Для растений наблюдается повышенное содержание элементов по сравнению с фоном. Для лекарственных растений выявлено превышение ПДК по Pb. Прослеживается тенденция к значительно более высокой аккумуляции ТМ растениями в пределах 3 км зоны в северо-западном направлении от источника выбросов. Полынь австрийская и тысячелистник щетинистый аккумулируют металлы преимущественно в корнях. В растениях полыни австрийской отмечается наибольшее накопление Pb в надземной части, в тысячелистнике щетинистом – Mn и Ni. В корнях растений наибольшая аккумуляция Pb установлена для тысячелистника щетинистого.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект No 22-77-10097) в Южном федеральном университете.

Радионуклидный состав почв Алексеево-Лозовского сельского поселения Ростовской области

Шапвалов Е.С.

Студент, 1 курс магистратуры

Южный федеральный университет, Научно-исследовательский институт физики, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: yegor.shapovalov.01@mail.ru

Измерение удельной активности радионуклидов в почвах является одним из наиболее важных показателей при оценке радиационной обстановки окружающей среды [1]. Почва является естественным «хранилищем» радионуклидов, которые могут попадать в нее как в результате природных процессов, так и в связи с антропогенной деятельностью человека. Объектом исследования данной работы является Алексеево-Лозовское сельское поселение Чертковского района Ростовской области. Отбор проводился на участках сельскохозяйственного назначения, целине и частных территориях местных жителей на 14 контрольных точках. На рис. 1 представлено распределение удельной активности естественных и искусственного радионуклидов для каждой группы контрольных участков.

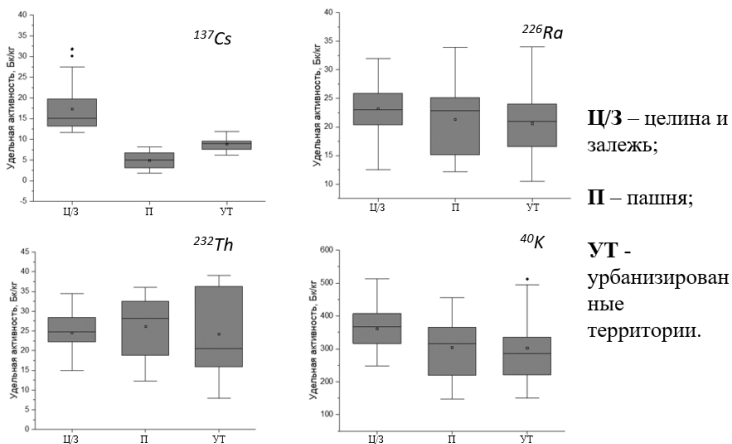


Рисунок 1. Распределение удельной активности радионуклидов на различных контрольных участках

Максимальные значения удельной активности радиоцезия (рис. 1) характерны для целинных и залежных земель (Ц/З). При этом, широкие вариации естественных радионуклидов отмечаются на пашнях (П) и в пределах населенных пунктов (УТ). В целом, сельскохозяйственная и антропогенная деятельности, рекультивация территорий не являются значимыми факторами, определяющими

величины удельной активности радионуклидов, а могут оказывать влияние только на разброс удельных активностей в пределах региона.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности 2023 г.). Проект № FENW-2023-0010/(ГЗ0110/23-11-ИФ).

Литература

1. Gupta M. Measurement of natural radioactivity and radon exhalation rate in fl y ash samples from a thermal power plant and estimation of radiation doses. / M. Gupta, A.K. Mahur, R. Varshney, R.G. Sonkawade, K.D. Verma, R. Prasad. // Radiation Measurements. – 2013. Vol. 50. – P. 160–165.

Оценка интенсивности пылегрязеобразования в городской среде в разных климатических зонах России

Шевченко А.В.^{1,2}, Селезнев А.А.^{1,2}, Малиновский Г.П.¹, Яρμοшенко И.В.¹

Аспирант

¹*Институт промышленной экологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

²*Уральский федеральный университет имени первого Президента России*

Б.Н. Ельцина,

Институт фундаментального образования, Екатеринбург, Россия

E-mail: av.shev98@gmail.com

Цель исследования – оценить интенсивность осадкообразования в крупных городах, расположенных в разных климатических зонах России. Предполагается, что существует различие величины в зависимости от климатических условий местности.

Для оценки интенсивности пылегрязеобразования была использована модель USP (Urban Sediment Production), методы которой подробно представлены в работе [1]. USP учитывает воздействие на городские покрытия атмосферных осадков, поверхностного стока в период снеготаяния, шипованных и нешипованных шин.

Для каждой климатической зоны в качестве модельного участка применялась одна модель типичного городского ландшафта жилых многоэтажных кварталов – EURL (Elementary Urban Residential Landscape) [1, 2].

В каждой климатической зоне был выбран крупный город, с учетом условий которого были проведены модельные расчеты: субтропическая (г. Сочи) – 0,86 кг/м²/год, умеренно-континентальная (г. Воронеж) – 0,53 кг/м²/год, континентальная (г. Тюмень) – 0,61 кг/м²/год, резко-континентальная (г. Красноярск) – 0,61 кг/м²/год, муссонная (г. Владивосток) – 0,55 кг/м²/год, субарктическая (г. Норильск) – 0,65 кг/м²/год.

В табл. 1 представлены вклады функциональных зон EURL в величину USP.

Таблица 1. Вклад функциональных зон EURL в величину USP

Климатическая зона

Функциональная зона	Субтропическая	Континентальные	Муssonная	Субарктическая
Дорога	30%	65%	53 %	72%
Газоны	20%	12%	13 %	9,1%
Тротуары	1,8%	0,6%	1,1 %	0,5%
Дворовой проезд	5,6%	4,0%	5,2 %	3,5%
Нелег. парковка	24%	8,0%	15 %	7,1%
Дет. площадка	18%	11%	12 %	8,1%

Модельные расчеты показали, что (1) дорога является основным источником пылегрязеобразования, (2) наибольший вклад дорога вносит в континентальных и субарктической зонах, (3) на автомобили приходится около 25% всего пылегрязеобразования в городской среде, (4) величина USP выше в зонах с сравнительно большим количеством атмосферных осадков (например, г. Сочи осадков >1500 мм/год).

Определено, что величина USP зависит от климатических условий напрямую (количество атмосферных осадков) и опосредовано (длительность эксплуатации автотранспорта, оборудованного шипованными шинами).

Литература

[1] Shevchenko A.V., Seleznev A.A., Malinovsky G.P., Yarmoshenko I.V. Modeling Sediment Production in Urban Environments: Case of Russian Cities. GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY. 2023;16(4):144-155. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2023-3022>

[2] Yarmoshenko I., Malinovsky G., Baglaeva E., Seleznev A. A Landscape Study of Sediment Formation and Transport in the Urban Environment. Atmosphere. 2020; 11(12):1320. <https://doi.org/10.3390/atmos11121320>

Содержание полициклических ароматических углеводородов в техногенно нарушенных почвах вблизи терриконов Ростовской области

Шуваев Е.Г., Сушкова С.Н., Барбашев А.И., Ивацков А.В., Великая О.С., Николайчук А.А.

Студент 1 курса магистратуры

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: shuwaew.evgeny_321@mail.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – класс опасных органических соединений, состоящие из двух и более сконденсированных бензоль-

ных колец. С увеличением количества бензольных колец в молекуле ПАУ токсичность вещества возрастает. Полиарены образуются в ходе пиролиза углеводородных материалов, входят в состав ископаемого топлива. В этой связи к основным источникам поступления поллютантов в почву относятся добыча полезных ископаемых, в том числе угля. На юге России, в области формирования наиболее плодородных почв, таких как черноземы, сосредоточен ряд предприятий угледобычи, включая шахты и терриконы, что приводит к нарушению почвенного покрова и загрязнению ПАУ. В этой связи цель работы состояла в изучении содержания ПАУ в почвах с различной техногенной нарушенностью вблизи терриконов.

Объектом исследований являлись почвы вблизи терриконов различной по уровню техногенной нарушенности, включая чернозем химически-преобразованный (шахта «Майская»), артииндустрат (шахта «Аютинская») и токсиндустрат (шахта «Самбековская №27»). Почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, содержание физической глины варьирует в пределах 52,8-58,4%, ила – 20,6-32,4%, Сорг – 2,0-3,1%, рН – 7,2-8,2. В ходе исследований образцы почвы отбирались на глубину 0-20 см.

Содержание ПАУ в почве определяли с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1260. Экстракцию ПАУ из образцов почв проводили гексаном в трехкратной повторности. В ходе анализа определены 12 ПАУ: низкомолекулярные (нафталин, антрацен, флуорен, фенантрен) и высокомолекулярные (бенз(а)антрацен, пирен, флуорантен, БаП, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, дибенз(а,h)антрацен, бенз(г,h,i)перилен). Результаты представлены в виде общего суммарного содержания ПАУ, суммы низко- и высокомолекулярных соединений.

Установлено, что суммарное содержание ПАУ увеличивается по мере повышения техногенной нарушенности почвы в ряду: техногенно преобразованный чернозем обыкновенный - 573 нг/г > артииндустрат – 10982 нг/г > токсиндустрат – 12145 нг/г. Увеличение суммарного содержания происходит преимущественно за счет наиболее опасных – высокомолекулярных соединений, содержание которых составило 264 нг/г, 4780 нг/г и 9836 нг/г в техногенно преобразованном черноземе, артииндустрате и токсиндустрате. Накопление низкомолекулярных соединений выше, чем высокомолекулярных в техногенно преобразованном черноземе и артииндустрате – 309 нг/г и 6203 нг/г соответственно. В наиболее загрязненном токсиндустрате наблюдается обратная закономерность: накопление низкомолекулярных ПАУ выше, чем высокомолекулярных и соответствует 2310 нг/г.

Таким образом, при исследовании почв вблизи терриконов исследуемой территории показано, что накопление ПАУ увеличивается в ряду: химически-преобразованный чернозем обыкновенный > артииндустрат > токсиндустрат. Для наиболее загрязненного токсиндустрата суммарное содержание ПАУ достигает 12145 нг/г, из которых 9835 нг/г приходится на наиболее опасные – высокомолекулярные полиарены.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, договор № 075-15-2023-587.

Накопление комплексных соединений тяжелых металлов в почвах дельты реки Дон

Щербаков А.П., Дудникова Т.С., Мелкумян А.Л., Микаелян А.А., Тимофеева А.Г., Замулина И.В.

*Сотрудник, аспирант, студент, студент, преподаватель Южный Федеральный Университет, Академия Биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского, г. Ростов – на – Дону, Российская Федерация
E-mail: pave-shherbako@rambler.ru*

Почвы дельты Дона испытывают на себе высокую антропогенную нагрузку за счет поверхностных вод Дона, характеризующихся высокой степенью загрязненности, являясь одним из источников ТМ для дельты Дона [2] из-за речного стока р. Дон, судоходства и деятельности портов, со сточными водами промышленных объектов и населенных пунктов, расположенных на побережье, дампинга грунта [1].

В частности, поступающий с речной водой комплекс веществ в хозяйственно-бытовых стоках, может содержать гумусовые вещества, связывающие ТМ с последующим осаждением и накоплением их в почвах дельты. Комплексообразование металлов зависит от свойств почв, природы органического лиганда, его сродства к металлу и свойств самого металла. Комплексные соединения ТМ активно поглощаются растительными организмами, включаются в почвообразовательный процесс, в котором происходит аккумуляция ТМ органическим веществом почв. В результате, трансформации которого ТМ высвобождаются в почвенном профиле, что создает серьезную угрозу загрязнения данных почв. Исследование накопления комплексных соединений ТМ, имеющих разное геохимическое значение позволяет оценить степень органофильности металлов и их потенциальное загрязнение.

Цель исследования – определить содержание комплексных соединений тяжелых металлов в почвах дельты реки Дон.

На территории дельты реки Дон были проведены маршрутно-полевые исследования с отбором проб почв с заложенных площадок мониторинга. На всех площадках мониторинга отобраны образцы поверхностных почвенных горизонтов (0-20см) в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017. Почвенный покров территории в основном сформирован аллювиальными луговыми насыщенными почвами.

В исследовании было определено содержание комплексных соединений Cu, Zn и Pb. Извлечение данных соединений производилось 1% раствором ЭДТА в ААБ (группа соединений, связанная с органическими лигандами естественного и техногенного происхождения). Содержание металлов в экстрактах было определено атомно-абсорбционным методом.

В результате проведенного исследования накопление комплексных форм ТМ в исследованных почвах в зависимости от валового содержания уменьшалось в ряду: Pb (20 %) < Cu (11 %) < Zn (5 %). Что было обусловлено уменьшением их сродства к органическому веществу почв, где Cu и Pb связываются предпочтительно в металлорганические комплексы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-14-00317) в Южном федеральном университете

Литература

1. Буфетова М. В. Оценка потоков тяжелых металлов (Pb, Cd) в абиотических компонентах экосистемы азовского моря. Проблемы региональной экологии. Раздел 2. Геоэкология. № 4. 2018. - С. 70–73.

Трофимчук М. М. (ред.) (2019). Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2018. Ростов н/Дону: ГХИ, 561 с.

Подсекция «Сохранение и повышение плодородия почв»

Влияние агропрепарата на основе *Chlorella sorokiniana* на скорость эмиссии диоксида углерода из агротемно-серых почв

Довидович Елена Дмитриевна

Студент

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»
Естественно-географический факультет, Курск, Россия
E-mail: dovid.ovo@ya.ru

Одна из функций почвы – формирование устойчивого пула органического углерода, однако в результате антропогенного воздействия этот пул может истощаться и сопровождаться интенсивным выделением в атмосферу диоксида углерода. Возможным способом сохранения органического пула почвы в агроэкосистемах и восстановления углеродного баланса может являться использование почвенных биопрепаратов на основе микроводорослей.

Целью работы являлось исследование влияния биопрепарата на основе микроводоросли *Chlorella sorokiniana* на почвенную эмиссию CO₂ под различными сельскохозяйственными культурами: соя (*Glycine max* (L.) Merr.), ячмень (*Hordeum vulgare* L.), овес (*Avena sativa* L.), рожь (*Secale cereale* L.).

Исследование проводилось в течение двух вегетационных сезонов в условиях агротемно-серых почв Агробиологической станции КГУ. Обработка почвы осуществлялась биопрепаратом на основе микроводоросли *C. sorokiniana* (4 л/га): в 2022 г. – один раз в фазу развития плодов под культурами: овес, рожь и соя; в 2023 г. – каждый месяц. Измерения почвенной эмиссии CO₂ осуществлялись камерным методом с использованием инфракрасного газоанализатора [1]. Одновременно проводили измерения температуры и влажность почвы.

После однократной обработки почвы (вегетационный сезон 2022 г.) биопрепаратом на основе *C. sorokiniana* под культурой овса наблюдалось достоверное ($p \leq 0,05$) снижение интенсивности потоков диоксида углерода в течение всего исследуемого летнего периода в 1,3 – 2 раза. В осенний период исследования скорость потоков CO₂ на почве, обработанной *C. sorokiniana* увеличилась по отношению к контрольному варианту в 3,2 – 3,8 раза. При обработке суспензией *C. sorokiniana* почвы под культурой ржи наблюдалось значимое по сравнению с контролем снижение почвенной эмиссии CO₂ в 1,3 – 1,5 раза в течение августа. В июле и осенние месяцы существенных различий не наблюдалось. Обработка почвы под культурой сои не привела к изменениям в интенсивности потоков диоксида углерода по сравнению с контролем.

Количество CO₂, эмитированного обработанными почвами за исследуемый период, было меньше количества CO₂, эмитированного необработанными почвами. Наибольшее количество диоксида углерода выделяла почва под культурой сои.

В вегетационный сезон 2023 года ежемесячная обработка биопрепаратом почвы под культурой сои приводила к снижению интенсивности потоков CO₂ и позволило сократить количество эмитированного CO₂ на 10,8% по сравнению с

контрольным вариантом. Под культурой ячменя использование биопрепарата приводило к увеличению интенсивности почвенных потоков CO₂.

Корреляционные связи между суточной эмиссией CO₂ и гидротермическими свойствами почв составили: для температуры ($r = 0,65$), для влажности ($r = -0,57$).

Таким образом, обработка почвы биопрепаратом на основе микроводоросли *C. sorokiniana* в зависимости от возделываемой культуры приводит как к увеличению, так и снижению скорости почвенных потоков CO₂. Более высокие скорости почвенных потоков CO₂ при выращивании сои, вероятно, обусловлены особенностями ризосферной активности бобовых.

Литература

1. Неведров Н. П. и др. Сезонная динамика эмиссии CO₂ из почв города Курска // Почвоведение. – 2021. – №. 1. – С. 70-79.

Структура водных растворов гуматов и их свойства

Егорова М.Н.¹, Конкина У.А.¹

Студентка, 3 курс бакалавриата

¹*Московский государственный университет имени М.В.*

Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: emn1003@yandex.ru

Из литературы следует [1], что гуминовые вещества (ГВ) формируют из частиц-молекул надмолекулярные образования (НМО).

Представления о форме существования ГВ в растворах были уточнены в 90-х годах 20 века, когда было показано [2], что в водных растворах ГВ находятся в виде частиц-молекул размером 2-10 нм, которые при увеличении концентрации взаимодействуют с формированием надмолекулярных образований (НМО) размером 100-200 нм. Существование этой структурной иерархии обеспечивается наличием гидрофильно-гидрофобной поверхности частиц-молекул ГВ. Из этого следует, что свойства растворов ГВ должны определяться тем, в каком виде – частиц-молекул или НМО – ГВ находятся в растворах.

Целью исследования была проверка влияния формы существования ГВ в растворах на свойства этих растворов и их биологическую активность.

В работе использовали растворы гумата калия из бурого угля. Биологическую активность растворов ГВ оценивали по скорости роста культур дрожжей видов *Saitozyma podzolica* и *Solicocozyma terricola*, а также по вегетативной массе огурцов (*Cucumis sativus* L.) сорта Кристина F1. Размеры частиц в растворах гуматов определяли методами растровой электронной микроскопии и лазерной дифрактометрии.

Результаты экспериментов по определению размера частиц показали, что при концентрации 1000 мг/л размер образований доходит до микронных размеров, что соответствует размеру НМО. Снижение концентрации ниже 30 мг/л уменьшает размер образований, однако для распада на частицы меньшего размера требуется несколько недель. При этом с повышением концентрации гуматов наблюдается скачкообразное увеличение рН в диапазоне 30-50 мг/л. Эти концентрации соответствуют литературным данным и результатам экспериментов по изменению структуры ГВ в растворах: при концентрациях выше 30 мг/л молекулы ГВ путем самосборки образуют НМО.

Установлено, что при культивировании *Saitozyma podzolica* и *Solicocozyma terricola* микроорганизмы развиваются активнее при нахождении в питательных средах ГВ в виде частиц-молекул. Также показано, что при фолиарной обработке растений огурцов растворами гуматов с концентрацией ниже барьерной эффект стимуляции возрастает.

Таким образом, результаты опытов дополняют представления о биологической активности растворов. По-видимому, НМО в отличие от частиц-молекул, не проникают через клеточные стенки растений и микроорганизмов, что приводит к снижению эффективности применения растворов гуматов для стимуляции растений и микроорганизмов.

Литература

1. Angelico R. et al. Humic Substances: From Supramolecular Aggregation to Fractal Conformation—Is There Time for a New Paradigm? //Applied Sciences. 2023. Vol. 13. №. 4. P. 2236.
2. Österberg R., Mortensen K. Fractal dimension of humic acids: A small angle neutron scattering study //European biophysics journal. 1992. Vol. 21. P. 163-167.

Влияние минеральных удобрений на содержание нитратного азота в почве при выращивании нута

Ерин В.А., Илюшечкин В.А.

Магистрант, 2 год обучения

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

E-mail: dimka12345111@gmail.com

В последние годы наблюдаются резкие колебания климата, что требует от возделываемых культур высокой пластичности. Возделываемые культуры должны не только обладать засухоустойчивостью, но и выдерживать возврат холодов в начальные фазы развития [1]. В Ростовской области возможности нута используются недостаточно, особенно при внедрении новых ресурсосберегающих технологий, в том числе и технологии No-till.

Исследования проводили на базе ИП Мокриков В.И. Октябрьского района Ростовской области. Исследуемая почва – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. В опыте использовали удобрения

ЖКУ 11:37:0 и КАС-32 в дозах 50 и 100 л/га. Для определения нитратного азота в почве использовали потенциалометрический метод с ионселективными электродами по ГОСТ 26951–86.

Согласно проведенным исследованиям, в условиях 2023 года при выращивании нута обеспеченность почвы нитратным азотом на контроле очень низкая по всем срокам отбора образцов. Применение удобрений значительно увеличивает содержание этого элемента в почве (рис. 1). Следует отметить, что влияние удобрений на интенсивность процесса нитрификации определяется не только их свойствами, но и дозой внесения.

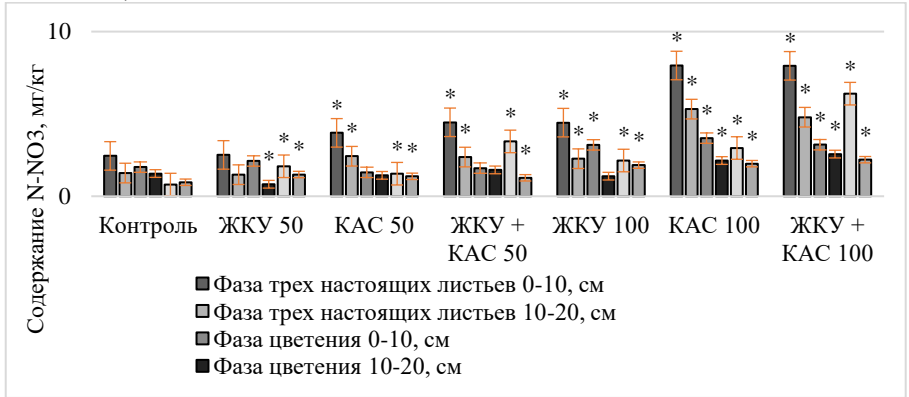


Рис.1. Содержание нитратного азота в почве под нутом при внесении удобрений, мг/кг (* - достоверно значимое отличие от контроля при $p < 0,05$)

Использование КАС 50, как отдельно, так и совместно с ЖКУ 50 повышает содержание азота в 1,5 раза. Максимальный уровень нитратного азота выявлен при применении КАС 100 и ЖКУ+КАС 100, рассматриваемый показатель увеличивается более 3 раз при сравнении с контролем. Несмотря на отмеченное повышение содержания нитратного азота при внесении минеральных удобрений обеспеченность почвы этим элементом, как и на контроле, очень низкая [2], что обусловлено его поглощением растениями нута в процессе формирования урожая.

Таким образом применение ЖКУ 11:37:0 и КАС-32 улучшают нитратный режим чернозема обыкновенного карбонатного при выращивании нута в условиях прямого посева.

Литература

1. Бородычѐв В.В., Пимонов К.И., Михайличенко Е.Н. Агрохимическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании нута в Ростовской области // Плодородие. 2018. №1. С. 34–37.
2. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применение азотных удобрений в севооборотах // Плодородие. 2018. №1. С. 8–14.

Моделирование динамики углерода в пахотных почвах Нечернозѐмной зоны

Ильичев И.А., Романенков В.А., Красильников П.В.

Аспирант, 4 год обучения
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, фа-
культет почвоведения, Москва, Россия
E-mail: igor.ilichev.msu@gmail.com

Концентрация углекислого газа (CO₂) в атмосфере увеличивается с беспрецедентной скоростью: она возросла с доиндустриальных значений 280 ppm до 415 ppm в наши дни, что во многом является результатом антропогенной деятельности. Часть потерянного при распашке почв углерода (C) может быть возвращена в почву при изменении агротехнологий, тем самым уменьшая концентрацию CO₂ в атмосфере [1]. Управление процессом накопления углерода в пахотных почвах требует точного учета влияния специфических взаимодействий между климатом, почвой и системами земледелия на его секвестрацию. Эта задача может быть решена при моделировании динамики запасов почвенного углерода на основе данных длительных полевых наблюдений.

В настоящей работе была воспроизведена динамика запасов почвенного углерода в пахотных горизонтах дерново-слабоподзолистой супесчаной почвы на суглинистой морене и дерново-среднеподзолистой песчано-легкосуглинистой почвы на карбонатном моренном суглинке за длительный период полевых наблюдений, а также получен прогноз динамики почвенного углерода до 2090 года с учетом двух климатических и двух экономических сценариев. Длительный опыт «Влияние длительного применения систем удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота, качество продукции и плодородие дерново-подзолистой почвы» был заложен в 1968 г. на полях Верхневолжского ФАНЦ, Владимирская область. Опыт был законсервирован с 1987 по 1990 гг. Длительный опыт «Обосновать оптимальный уровень насыщенности льняного севооборота органическими и минеральными удобрениями на основе изучения длительного их воздействия на агрохимические свойства почвы» был заложен в 1955 г. на полях ВНИИ льна, Тверская область. Севооборот опыта Верхневолжского ФАНЦ: люпин – озимая пшеница – картофель – ячмень. Севооборот опыта ВНИИ льна: чистый чёрный пар - озимая рожь с подсевом клевера и тимофеевки - травы 1 г.п. - травы 2 г.п. - лен-долгунец – картофель - яровая пшеница – овёс. Начальное содержание углерода в слое 0–20 см составляло 16,9 т/га для опыта Верхневолжского ФАНЦ и 30,9 т/га для опыта ВНИИ льна. В обоих случаях для моделирования были взяты контрастные варианты опытов. Для опыта Верхневолжского ФАНЦ: абсолютный контроль, NPK (N50P25K60), 2NPK+2навоз (навоз 10 т/га+N100P50K120). Для опыта ВНИИ льна: абсолютный контроль, 2Навоз (навоз 10 т/га), NPK+навоз (навоз 10 т/га+N90P45K90).

Для моделирования была использована Ротамстедская Модель, описывающая круговорот органического углерода в автоморфных почвах и учитывающая влияние типа почвы, температуры, влажности и типа растительного покрова на процесс круговорота углерода. Модель работает с месячным шагом, рассчитывая запас общего C (т га⁻¹) и динамику его четырёх изменяющихся пулов во временном диапазоне от года до столетий [2]. Настройка модели проводилась по контрольным вариантам опытов, с использованием остальных вариантов в качестве независимых для проверки качества настройки. Статистическая оценка результатов моделирования, проводившаяся с использованием программы Modeval, обнаружила удовлетворительную сходимость экспериментальных данных опыта с расчетными для всех исследуемых вариантов.

Воспроизведение наблюдаемой динамики почвенного углерода показало, что в случае опыта Верхневолжского ФАНЦ в период 1968-1990 гг. наблюдалась потеря запасов органического С во всех вариантах. В период 1990-2017 гг. (после консервации опыта), наблюдалось положительная динамика запасов С во всех сравниваемых вариантах. При этом увеличение запаса углерода наблюдалось только в варианте максимальной дозы органо-минеральных удобрений, составив 21% от первоначального содержания. В случае опыта ВНИИ льна во всех вариантах наблюдалась постепенная потеря запасов органического углерода.

Прогнозное моделирование динамики С до 2090 г. показало, что при реализации адаптационных приемов в агротехнологиях (изменении севооборотов, использовании альтернативных источников органических удобрений, а также минимальной и нулевой обработки почвы) возможно добиться стабильного прироста запасов органического углерода в исследуемых почвах. Период накопления может составить более 40 лет, что обеспечивает относительное накопление до 50% С к 2090 г. Наибольший прирост запасов углерода в исследуемых почвах ожидается к 2045 - 2060 гг.

Литература

1. Smith P., Martino D., Cai Z. et al. Greenhouse gas mitigation in agriculture // *Philos. Trans. R. Soc. B*. 2008. Vol. 363. P. 789–813.

2. Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 – a model for the turnover of carbon in soil // *Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets* (eds. D.S. Powlson, P. Smith and J.U. Smith). *Proceedings of the NATO Advanced Research workshop. NATO ASI Series I*. Berlin: Springer Verlag, 1996. Vol. 38. P. 237-246.

Содержание нитратного азота в почве при внесении минеральных удобрений в посевах гороха

Илюшечкин В.А., Ерин В.А.

Магистрант, 2 год обучения

Научный руководитель Бирюкова О.А.

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

E-mail: vital2018@mail.ru

Горох является одной из самых распространенных и важных зернобобовых культур в мире. Он широко используется в качестве пищи для людей и корма для животных, а также является источником азота в почве. Горох – одна из самых ценных культур, благодаря своей высокой урожайности и содержанию белка [3]. Кроме того, можно отметить высокую резистентность гороха к патогенам и вредителям, что делает его пригодным для культивирования в различных климатических условиях [5].

Исследования проводили на базе ИП Мокриков В.И. Октябрьского района Ростовской области при использовании технологии No-till. Исследуемая почва – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. В полевых опытах применяли минеральные удобрения – ЖКУ(11:37:0) и КАС(Н32). Для определения нитратного азота в почве использовали потенциально-метрический метод с ионселективными электродами по ГОСТ 26951–86 [2]. При

выращивании гороха на всех исследованных вариантах наблюдалось уменьшение содержания нитратного азота от фазы ветвления до минимального значения в фазу цветения и увеличение в фазу полной спелости. Эта закономерность выявлена в обоих исследуемых почвенных слоях – 0-10 и 10-20 см. Минимальное содержание нитратного азота было отмечено на контрольном варианте во все изученные фазы развития гороха, и характеризуется низким уровнем обеспеченности [1]. Максимальные значения содержания нитратного азота в фазы ветвления и полной спелости были установлены на варианте ЖКУ+КАС 100 – 8,54 мг/кг и 12,76 мг/кг соответственно.

Следует отметить, что совместное применение ЖКУ + КАС 100 существенно повышает содержание нитратного азота в фазы ветвления и цветения гороха, но степень обеспеченности остается на низком уровне. Значительное увеличение содержания нитратного азота установлено и при внесении КАС 100, но меньше, чем в предыдущем варианте. Указанные закономерности наблюдаются как в слое 0–10, так и в слое 10–20 см. При этом проявляется дифференциация содержания нитратного азота по слоям почвы. По всем фазам развития гороха содержание нитратного азота в слое 0–10 см больше, чем в слое 10–20 см, что характерно для технологии No-till [4].

Литература

1. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах // Плодородие. 2018. №1 – С. 7-14.
2. ГОСТ 26951–86 – Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
3. Грядунова Н.В., Почутина Н.А., Милюткина Т.Г., Косогова Т.А. Влияние регуляторов роста на развитие и продуктивность растений гороха // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018 – С. 49-52
4. Ильченко Я. И., Бирюкова О. А. Влияние минеральных удобрений на плодородие чернозема обыкновенного при возделывании озимой пшеницы по технологии No-till: монография. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2023. – 120 с.
5. Saggerson L. E., Webb C. A., Wilson G. R.. Pea crop losses due to pests and diseases in Australia.: Australian Journal of Agricultural Research, 2011 - p. 853-863

Повышение эффективности выщелачивания солей из почв сложного генезиса, при улучшении их физико-химических свойств

Кодиров Дилшод Тохирович
PhD докторант (аспирант)

*Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем,
г.Ташкент, Узбекистан
E-mail: qdt1004@umail.uz*

Вопрос выщелачивания солей из почв со сложными физико-химическими свойствами остается открытым. В 70-е годы 20 века, при освоении Голодной степи проведено множество исследований, направленных на улучшение водно-

физических свойств почв, подлежащих промывке. Однако в некоторых случаях [2], при больших подачах воды, уплотнение почвы восстанавливалось от весны к осени.

Промывка по бороздам (2023 г.) проведена на исходно уплотненных и рыхлѐных почвах Мирзаабадского района. Почвы по мехсоставу среднесуглинистые в слое 0-20 см, 20 - 124 см, - легкосуглинистые, ниже - супесчаные. В верхнем полуметре, плотность равна $1,78 \text{ г/см}^3$, а ниже $1,47- 1,57 \text{ г/см}^3$. Почва засолена: в слое 0-30 см от $4,0 - 6,0 \text{ дС/м}$ и в слое 30-70 см от $5,0-14,3 \text{ дС/м}$. Содержание карбонатов кальция и магния равномерно по всему профилю почвы и составляет $16,5-19,4 \%$ к массе, из них $82-85 \%$ карбонатов представлены карбонатом кальция [1]. Очевидно, вследствие этого, почва имеет очень низкую инфильтрацию воды в почву ($<0,003 \text{ мм/мин}$).

Для усиления эффекта промывки, по тупиковым 100 м бороздам, в вариантах опыта, кроме глубокого рыхления (70 см), применяли опрыскивание почвы 10% раствором местного химического препарата Биосолвент, содержащий безводную полиамлеиновую кислоту. Заливка борозд проведена форсированной подачей воды расходом $1-2 \text{ л/с}$ в каждую борозду [3-4]. Влияние полива на рассоление почвы оценено сопоставлением данных анализа показателей засоления почвы до и после промывки.

Цель исследования, при ограниченном количестве воды и отсутствии дренажа, установить возможность рассоления почв промывкой по бороздам, в качестве альтернативы промывки по чекам.

Варианты промывки по бороздам в Мирзаабадском районе.

- К-Контроль, - промывка по бороздам на не рыхлѐной почве;
- КБ- то же, с опрыскиванием борозд Биосолвентом перед подачей воды (10% раствор, 5 л препарата на 1 га);
- Р. - промывка по бороздам на предварительно рыхлѐной почве (на глубину 70 см);
- РБ – то же, с опрыскиванием борозд Биосолвентом перед подачей воды.

По результатам промывки, удовлетворительного опреснения верхнего 0-30 см слоя почвы, не произошло, и нижний слой 30-70 см опреснился недостаточно (табл.). Причина - неполное наполнение борозд, «прокатывание» воды по поверхности поля, за счёт форсированной подачи воды в борозды, расходом $1-2 \text{ л/с}$, при продольном уклоне поля $0,003$, при слабом нисходящем потоке и напоре воды, и низкой фильтрации. Подача воды на промывку была невысокой $700-1400 \text{ м}^3/\text{га}$, и, вероятно, недостаточной для выщелачивания солей в этих «сложных» почвах.

Из таблицы видно, что обычная промывка (Контроль-К) при подаче воды $700 \text{ м}^3/\text{га}$, изменила засоление почвы на $1,0 \text{ дС/м}$, а в варианте с Биосолвентом (без рыхления почвы, вариант КБ), на $1,9 \text{ дС/м}$, при затратах воды $850 \text{ м}^3/\text{га}$. Соотношение ЕСе в вариантах КБ/К равно $1,9$ раза. То есть по этим данным, применение Биосолвента на не рыхлѐнной почве, увеличило выщелачивание солей из почвы, против контроля, на 90% [4]. Если сравнить промывку рыхленной и не рыхлѐной почвы Р./К, то получается, что рыхление почвы в данном опыте увеличило вынос солей на 80% (таблица).

Таблица – Результаты промывки почвы по вариантам опыта для горизонта 30-70 см

Варианты	Засоление почвы по ЕСе, dS/m, в слое 30-70 см			Норма промывки (затраты воды), м ³ /га	Удельные затраты воды, м ³ /га на 1 dS/m
	До промывки	После промывки	Изменение		
К	7,2	6,2	-1,0	700	700
КБ	7,7	5,8	-1,9	1000	526
Р	9,6	7,7	-1,8	850	472
РБ	14,3	11,3	-3,0	1400	467

Обычная промывка по фону рыхления, изменила засоление почвы (вариант Р, норма подачи воды 850 м³/га) на 1,8 dS/m. В варианте с Биосолвентом на рыхленной почве (вариант РБ), выщелачивание солей составило 1,7 dS/m, при подаче воды 1400 м³/га.

Таким образом, исследованием выявлено воздействие на эффективность выщелачивания солей при промывке почвы по бороздам с предварительным рыхлением почвы и с опрыскиванием не рыхленной и рыхленной почвы Биосолвентом. В сравнении с контролем, выщелачивание солей, увеличивается: в 1,9 раза, - при применении Биосолвента, без рыхления; в 1,8 раза, - только при рыхлении почвы, а Биосолвент, по фону рыхления, усилил выщелачивание солей в 3 раза. Экономия воды для расщелачивания почвы составила 25-33 %, в зависимости от степени исходного засоления почвы.

Из опыта предшествующих исследований [4], на почвах с более благоприятными свойствами при промывке по чекам, удельные затраты воды на 1 dS/m, были значительно выше, полученных в данном опыте и превышали 1000 м³/га. Очевидно, промывку по бороздам целесообразно проводить при засолении почвы не выше 6 dS/m, двумя тактами (возможно через борозду). При этом, улучшение свойств почв, позволит снизить удельные затраты воды на 1 dS/m до 500 м³/га (таблица). Для опреснения почвы до 2 dS/m, тогда потребуется: $6 - 2 = 4 \times 500 = 2000$ м³/га. Кроме полученных прикладных результатов промывки, предполагается теоретически обосновать взаимодействие физических, водных и химических факторов на процесс выщелачивания солей при применении рыхления и Биосолвента.

Литература

1. Горохова И.Н., Чурсин И.Н. Карбонаты в орошаемых почвах прикаспийской низменности // Аридные экосистемы. 2021. №2 (87). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/karbonaty-v-oroshaemyh-pochvah-prikaspiyskoy-nizmennosti>. (дата обращения: 11.03.2024).
2. Мансуров Н.Х. Почвенно-мелиоративные условия юго-восточной части голодной степи (на примере совхоза "Пахтакор"). // Автореферат дис. к.с/х.н.: 03.00.27 / АН УзССР. Ин-т почвовед. и агрохим. - Ташкент, 1991. 26 с.: ил. РГБ ОД, 9 91-5/3019-8
3. Садиев Ф.Ф., Юлдашев М.З., Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Якубов М.А. О методах восстановления гипсоносных и сильнозасоленных почв Сырдарьинской области в современных условиях. // Ж. Irrigatsiya va melioratsiya. № 4(18). 2019. С.7-13. <http://tiame.uz/ru/article/phdforlan>

4. Yulia Shirokova, Gauharay Paluashova, Dilshod Kodirov, and Farkhod Sadiev. Assessment of the effectiveness of methods for reducing soil salinization based on experimental data for Uzbekistan. // Published online: 22 February 2024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449402002>

Изменение численности бактерий в горно-луговой черноземовидной почве при воздействии разными дозами цинка

Кузина А.А., Храпай Е.С.

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологий им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия;

e-mail: nyuta_1990@mail.ru

Загрязнение почв цинком влияет как на физические и химические свойства, так и на структурное состояние почв и количественный состав органического вещества [3] При больших концентрациях цинка наблюдается ухудшение биологического состояния почв [1].

На территории Карачаево-Черкесской Республики находится крупнейший на Юге России горно-обогатительный комбинат. В состав добываемой руды входят медь и цинк.

Цель работы – оценить изменение численности бактерий в горно-луговой черноземовидной почве при воздействии разными дозами цинка.

Для модельных экспериментов использовали незагрязненную фоновую почву из верхнего слоя 0-10 см. Цинк в почву вносили в форме оксида (ZnO), в концентрации 10, 25, 50, 100, 250, 500 мг/кг. Срок экспозиции составил 30 суток. По истечению указанного периода определяли общую численность бактерий в почве с помощью прямой люминесцентной микроскопии по методике Д.Г. Звягинцева [2].

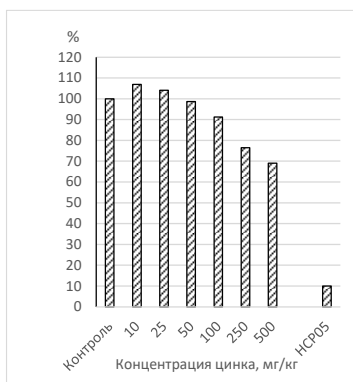


Рис. Влияние оксида цинка на общую численность бактерий в горно-луговой черноземовидной почве

В результате было установлено, что цинк в концентрации 10, 25, 50, 100 мг/кг достоверно не влиял на общую численность бактерий. Отмечалась статистически недостоверное стимулирование численности бактерий на 7 % при 10 мг/кг цинка. Ингибирование общей численности бактерий на 24 и 31 % зафиксировано при концентрации оксида цинка 250 и 500 мг/кг соответственно (рис.).

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

Литература:

1. Дауд Р.М., Колесников С.И., Минникова Т.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В. Биодиагностика устойчивости аридных почв Юга России к загрязнению тяжелыми металлами, нефтяными углеводородами и биоцидами. Таганрог: Издательство Южного федерального университета; 2021. DOI 10.18522/801273509
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Звягинцева Д.Г. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 304 с.
3. Bauer T, Minkina T, Pinski D, Zamulina I, Mandzhieva S, Nevidomskaya D, Burachevskaya M. Soil physical and chemical properties changes after zinc contamination. Bio. Comm. 2019;64(1):46–54. <https://doi.org/10.21638/spbu03.2019.106>

Технология утилизации жидких стоков животноводческих комплексов и повышения плодородия почв

Кульчев А.Ю., Боровая А.К.

Аспирант 1 года обучения, м.н.с.

ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», Москва, Россия

E-mail: andreykulchev@rambler.ru

Животноводческие комплексы являются источником загрязнения атмосферного воздуха вредными выбросами, такими как аммиак, сероводород, диоксид азота, микроорганизмы, пыль и др. Все это может повлиять не только на здоровье животных, но и на здоровье человека.

В связи с переводом на бесподстилочное содержание животных с применением систем гидросмыва, в большом объеме появились животноводческие стоки, что привело к серьезному обострению проблемы охраны окружающей среды: нитратному и микробному загрязнению почв, воздуха, поверхностных и грунтовых вод.

Для решения данной проблемы учеными Отдела управления плодородием мелиорируемых земель Нечерноземной зоны ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова был разработан способ утилизации жидких фракций животноводческих стоков, который включает разделение животноводческих стоков на фракции, обеззараживание жидкой фракции и ее утилизацию, причем после разделения жидкую фракцию отстаивают в лагуне, после чего обеззараживают при перемешивании в межэлектродном пространстве при прохождении постоянного тока [1].

Во время прохождения постоянного тока напряжением не менее 8 В и силой 5 А, жидкая фракция насыщается веществами – окислителями и восстановителями, а также под его действием происходит разрушение микроорганизмов. В результате обработки общее микробное число и коли-индекс снижается в 1000 раз.

Время экспозиции 1 минута, для емкости объемом 1 м³. Во время экспозиции в емкости для обеззараживания происходит перемешивание жидкой фракции шнековым смесителем, который является анодом, и расположен в полем цилиндре являющимся катодом, что обеспечивает равномерности обработки.

Затем обработанная таким образом жидкая фракция подается в узел смешивания, где происходит перемешивание с торфом влажность 50–70 %, в соотношении 1:1 по массе и направляют на площадку складирования, где полученную смесь компостируют в течение не менее 30 суток при естественном разогревании под влиянием микробиологических процессов до 50–60 С°, после чего полученное таким образом экологически безопасное удобрение вносят непосредственно на поверхность поля [1].

Компостирование жидкой фракции животноводческих стоков с торфом сокращает потери азота, содержащегося в ней. Такие превращения происходят под влиянием микробиологических процессов. Этим обеспечивается возможность внесения его на поверхность поля существующими для органических удобрений машинами.

Преимущество данной технологии заключается в отсутствии необходимости использовать химические вещества, штаммы бактерий и производить сброс в водосточники. Данная технология утилизации жидкой фракции животноводческих комплексов является экологически безопасной и природоподобной, и предназначена для разгрузки лагун, чтобы не допустить их переполнения в период времени, когда жидкую фракцию невозможно утилизировать на полях.

Литература

1. Патент № 2767075 С1 Российская Федерация, МПК C05F 3/00, C05F 11/02. Способ утилизации жидкой фракции животноводческих стоков: № 2021121743: заявл. 22.07.2021; опубл. 16.03.2022 / С. И. Харитонов, В. А. Шевченко, Г. И. Бондарева, А. В. Евграфов; заявитель ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова".

Оценка влияния биопрепаратов на скорость разложения органической фракции навоза КРС

Кутенкова М.В. Сулова М.Н. Каушкаль М.О.

Студент

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.

Костякова

Москва, Россия

LizaAndMaha@gmail.com

Целью исследования является оценка влияния биопрепаратов на процесс компостирования навоза (побочного продукта животноводства, в посл. ППЖ) крупного рогатого скота (в посл. КРС).

Материалы и методы исследования. Опыт был заложен 01.08.2023 г. в лабораторных условиях ООО «Терра Экология Инжиниринг» по адресу: Московская область, г. Серпухов, ул. Рабоче-Крестьянская, д. 51/7. В качестве исходного субстрата использовали навоз КРС, представленный представителями АНО

«ИСРПО» и ООО «Стройинжсервис-2», а также 4 биопрепарата, представленные ООО «Терра Экология Инжиниринг».

Для увеличения пористости смеси, удерживания влажности и поддержания температуры в процессе компостирования к субстрату добавляли сухие компоненты (опилки) в соотношении 10:1 (на 2 кг. навоза 0,2 кг. Опилки). Биопрепараты разбавлялись водой также в соотношении 10:1 (на литр воды 0,1 л. биопрепарата). Всего в исследовании 5 образцов, один из которых контрольный, в другие были добавлены биопрепараты одной серии, но разных марок (различаются штампами бактерий в их составе) (в посл. БП).

Для оценки влияния биопрепаратов на процесс органического разложения навоза в режиме мониторинга (1 раз в неделю) фиксировались следующие показатели: температура °С, рН, общий органический углерод %, общий азот %, отношение углерода к азоту (C/N), масса кг, влажность %, запах, фаза компостирования, стадия разложения.

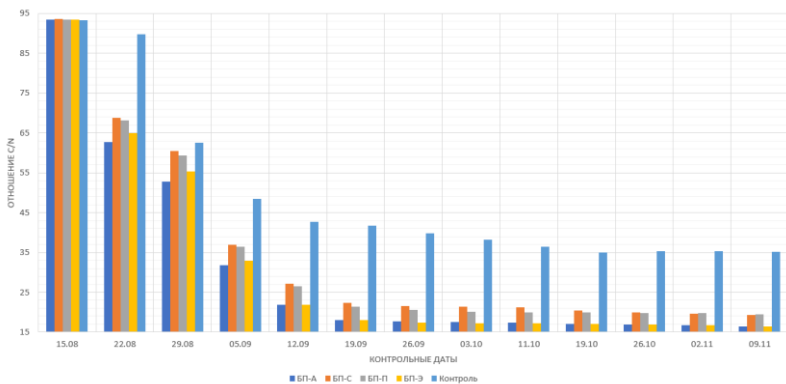


Рисунок №1. Отношение углерода к азоту в пять образцах за период исследования.

Результаты. Применение биопрепаратов ускоряет процесс компостирования на 30 дней при соблюдении условий аэрирования, нейтрализует неприятные запахи, увеличивает скорость минерализации органических остатков. После завершения процесса компостирования субстрат становится рассыпчатым и структурированным материалом с землистым (приемлимым) запахом.

Из рис. №1 видно, что наилучший результат показывает образец, обработанный биопрепаратом «БП — А»: зафиксирован максимальный рост температуры смеси до 51°С, соотношение углерода и азот, характерное для полуперепревшего навоза достигнуто значительно раньше других образцов.

Работа рекомендована старшим преподавателем С.Ю. Ермаковым.

Содержание и распределение железа в черноземе южном плодового агроценоза

Кучеренко А.В.

Аспирант, 3 год обучения

Развитие садоводства является одним из важнейших направлений сельского хозяйства. Природно-климатические условия Ростовской области в достаточной мере позволяют возделывать и получать плодую продукцию высокого качества. Недостаток микроэлементов является причиной проявления различных заболеваний, снижения продуктивности и получения некачественной продукции. Железо является важным микроэлементом необходимым для нормального роста и развития растений. Различные соединения железа представляют большой интерес как для мониторинга содержания и распределения в почвенном профиле под изучаемой культурой, так и для получения высоких и устойчивых урожаев [1].

Исследования проведены в производственных условиях на базе ОАО «Янтарное» Мартыновского района Ростовской области. Объект исследования - чернозём южный среднего мощной тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке. Для определения подвижных соединений железа в почве использовали ацетатно – аммонийный буферный раствор (рН 4,8) с последующим применением атомно – абсорбционной спектрометрии (отношение почвы к раствору 1:10) [2]. Содержание валовых соединений изучаемого элемента определяли с помощью рентгено – флуоресцентного анализа на приборе «Спектроскан МАКС - GV» [3].

Внутрипрофильное распределение валового Fe в чернозёме южном под плодовым агроценозом характеризуется снижением его концентрации по мере увеличения глубины. Наибольшая концентрация (39563 мг/кг) отмечена в гумусово-аккумулятивном горизонте. Как для черноземов, так и большинства типов почв при адсорбции минералами и органическими компонентами в верхних слоях происходит накопление Fe [4]. Для представления полученных данных была использована аппроксимирующая функция, также называемая линией тренда. Коэффициент детерминации для валового железа составляет 0,94, что говорит об адекватном описании явления ($0,75 \leq R^2 < 0,95$).

В подвижном состоянии железо находится не более 0,75-0,92 % от общего количества. Основная его часть связана в органические и труднодоступные для растений соединения [5]. Установлено, что с увеличением глубины происходит постепенное снижение содержания подвижного железа на 17% с 9,50 мг/кг до 7,92 мг/кг. Даже при достаточном количестве железа в почве его биологическая доступность может быть низкой из-за образования малорастворимых соединений при нейтральном уровне рН [1]. Реакция почвенной среды объекта исследования с глубиной возрастает от 7,1 до 7,7 рН и характеризуется как слабощелочная. Коэффициент детерминации подвижного Fe ($R^2 = 0,83$) указывает на удовлетворительную аппроксимацию ($0,75 \leq R^2 < 0,95$). Полученные коэффициенты радиальной дифференциации указывают на постепенное снижение железа по профилю чернозёма южного.

Недостаток железа чаще всего наблюдается на карбонатных почвах, что связано с образованием малодоступных соединений этого элемента [1]. Отмечена обратная корреляционная связь между подвижным Fe и СаО ($r = -0,82$, при 0,95 уровне доверительной вероятности). Степень подвижности Fe во всех горизонтах чернозёма южного низкая (0,02-0,03 %), что обусловлено влиянием содержания

гумуса, карбонатов, щелочной реакцией почвенного раствора и тяжелым гранулометрическим составом.

Литература

1. Иванишев В. В. Доступность железа в почве и его влияние на рост и развитие растений // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2019. № 3. С.127-138.
2. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001.
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственной и продукции растениеводства. М.ЦИНАО. 1992.
4. Водяницкий Ю.Н. Химия и минералогия почвенного железа. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2003.
5. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Гуторова О. А. [и др.] Содержание и состояние железа в черноземе выщелоченном западного предкавказья в условиях агрогенеза //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 967-983.

Физиологическая основа предпосевной обработки семян амаранта *Amaranthus* sp.

Лазарева Мария Николаевна

Студентка 1-го курса магистратуры

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, кафедра агрохимии и биохимии растений, Москва, Россия
E-mail: lazarevamn2001@mail.ru

Научный руководитель: д. б. н., профессор Верховцева Надежда Владимировна

На сегодняшний день одной из важнейших задач, стоящих перед сельскохозяйственным производством, является обеспечение продовольственной безопасности населения. Для того, чтобы этого достигнуть, необходимо создать условия для получения качественной продукции в достаточном количестве. В данной работе, поддерживая тенденцию к поиску способов производства качественного растительного сырья, обладающего высокой питательной ценностью, предлагается обратить внимание на перспективную в настоящее время культуру амаранта (*Amaranthus* sp. L.), имеющую многоцелевое использование. Её выращивают в качестве лекарственного, овощного, кормового растения, а также применяют в ландшафтном дизайне [1]. Семена амаранта относятся к мелким [1], и приемы их подготовки к проращиванию имеют свои особенности, которые не рассматриваются в существующем ГОСТе [2].

Целью исследования было оценить степень влияния предпосевной обработки семян амаранта разными метаболически значимыми соединениями на всхожесть семян культуры.

Научная новизна работы заключается в том, что в основе постановки нашего исследования лежало рассмотрение прорастания семян на основе теоретического знания физиологических этапов этого процесса для мелких семян и возможности их стимулирования.

В ходе выполнения работы была проработана теория прорастания семян амаранта и возможность активации этого процесса различными соединениями, в

частности органическими кислотами (для стимулирования синтеза хлорофилла); аминокислотами первичного аминирования (аланином, глутамином, аспарагином); никотинамидадениндинуклеотидом восстановленным (НАДН), который, выступая в роли энергетического компонента, обеспечивает эти этапы синтеза; комплексными регуляторами роста природного происхождения (Альбит, Амир, Амисосел), а также используя другие технологические приёмы. Полученные данные создают базу, которую в дальнейшем можно предложить искусственному интеллекту для того, чтобы «увидеть» его мнение о рассмотренных предпосевных обработках семян.

Итак, проведенная работа показала значимость обоснованного с научной точки зрения поиска приёмов предпосевной обработки семян растения амаранта, выращиваемого в нетипичных для него условиях (в Нечерноземной зоне РФ). Предполагается проведение дальнейшего исследования, целью которого стоит оценка степени влияния предлагаемых вариантов предпосевной обработки на качество выращенной продукции и на содержание в ней соединений лекарственной природы.

Литература

1. Кононков, П.Ф. Амарант. Интродукция в России / Кононков, П.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К. – М.: ООО «Луч», 2018. – 320 с.
2. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : межгосударственный стандарт : дата введения 01.07.86. – Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2011. – 64 с.

Влияние загрязнения чернозёма обыкновенного оксидом меди на физиолого – биохимические показатели пшеницы мягкой

Литвинова А.В., Аллилуев И.А., Лысенко Д.С., Крепакова М.Р., Черникова Н.П., Бурачевская М.В.

Студентка

ФГБОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов,

Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: litvinova.aleksasha@bk.ru

Медь является важным металлом, который участвует во многих биохимических процессах. Однако, она является токсичным элементом, который может вызывать негативные реакции, если её содержание в клетках превышает пороговые значения [2]. Медь способствует образованию активных форм кислорода (АФК) и инициирует окислительный стресс. Ферменты играют важную роль в антиоксидантной системе растений, нейтрализуя АФК [2]. Основные ферменты, которые способны нейтрализовать АФК являются аскорбатпероксидаза (АскПО) и супероксиддисмутаза (СОД). Цель исследования заключалась в изучении активности антиоксидантных ферментов СОД и АскПО в пшенице мягкой при загрязнении чернозёма обыкновенного оксидом меди.

Для модельного эксперимента были выбраны семена пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) в количестве 20 штук на каждый вегетационный сосуд и почва

(0-20 см) чернозем обыкновенный карбонатный, отобранный на целинном участке. В почву добавлялись различные дозы CuO: 660 мкг/кг (5 ОДК) и 1320 мкг/кг (10 ОДК). Отбор растений для анализов проводился в фазе кущения.

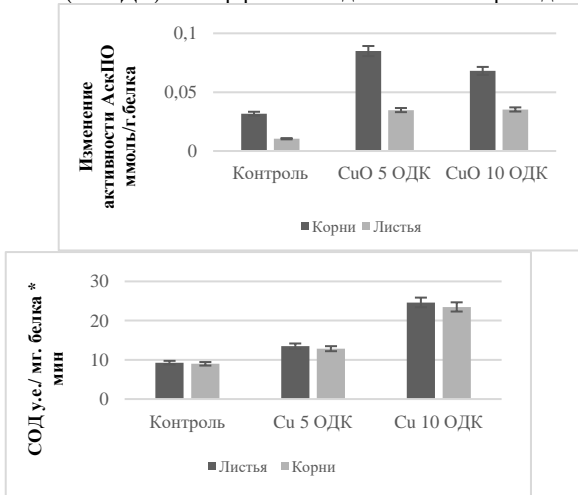


Рисунок 1. Изменение активности АскПО и СОД в листьях и корнях при различных дозах CuO

Значимые изменения активности АскПО в листьях и корнях наблюдались во всех вариантах опыта. Повышение активности АскПО относительно контроля наблюдается в вариантах 5 ОДК CuO в 2,7 и 3 раз и 10 ОДК CuO в 2 и в 3,4 раза в листьях и корнях. АскПО демонстрируют двухфазные реакции в зависимости от концентрации меди. Низкие концентрации меди могут иметь стимулирующий эффект для антиоксидантных ферментов, вызывая активную индукцию фермента. Это может способствовать защите клеток от воздействия свободных радикалов и предотвращать окислительный стресс [1].

Значимые изменения активности СОД в листьях и корнях наблюдались во всех вариантах опыта. Повышение активности СОД относительно контроля наблюдается в вариантах 10 ОДК CuO в 1,8 и 1,7 раз и 5 ОДК CuO в 1,5 и 1,4 раз в листьях и корнях. Увеличенная активность этих ферментов помогает снизить уровень АФК, защищая клетки растений от повреждений и сохраняя их жизнеспособность.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект No 23-24-00646) в Южном федеральном университете.

Литература

1. Caverzan, A., Passaia, G., Rosa, S.B., Ribeiro, C. W., Lazzarotto, F. & MargisPinheiro, M. (2012). Plant responses to stresses: role of ascorbate peroxidase in the antioxidant protection. *Genet. Mol. Biol.*, 35(4), pp. 1011-1019.
2. 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.

Влияние гуминовых препаратов из вермикомпоста на физиологические параметры проростков ячменя

Мельникова И.П., Запорожко Ф.С.

студент

Южный федеральный университет

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

E-mail: i.melnikova7@mail.ru

Преимущества препаратов из вермикомпоста перед другими органическими удобрениями связаны с тем, что при меньшей концентрации гуминовых веществ, они содержат культуру полезных микроорганизмов, главным образом бактерий рода *Bacillus*. [2]. Такие препараты получают из местного сырья, что важно для тех регионов, где отсутствуют залежи торфа и бурого угля.

В качестве объекта исследования был взят конский навоз, обработанный микроорганизмами и подвергшийся гумификации в течение полутора месяцев, который компостировался в вермикультуре (гибридный красный калифорнийский червь Старатель, относящийся к компостным червям вида *Eisenia foetida*). Затем из компоста были получены экстракты гуминовых соединений, с которыми велись дальнейшие исследования. Предметом исследования являлось влияние экстрактов гуминовых веществ из конского навоза на рост проростков ярового ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare* L. сорта «Ратник» [1].

Экстракты гуминовых кислот получали путем использования растворов щелочи (NaOH), соли натрия (Na_2CO_3) и горячей воды (H_2O). Затем провели модельный эксперимент. Опыты проводили с использованием метода гидропонного выращивания растений, в качестве питательного субстрата использовали смесь Прянишникова. Проращивание длилось 2 дня. После этого мы отобрали приблизительно равные по размеру ростки в количестве 5 образцов и измерили длину стеблей и корней каждого из них. На основе проведенных экспериментов, были получены следующие данные: экстракт на основе гидроксида натрия оказал максимальное влияние на длину побега, увеличив ее на 115,8% (по сравнению с контрольным образцом). В свою очередь, карбонат натрия в большей степени влияет на корень – увеличение на 155,8%. Экстракт, полученный с использованием горячей дистиллированной воды, также продемонстрировал статистически значимый положительный результат, хоть и менее выраженный: увеличение на 118,4% для корня и на 108,2% для побега.

Таким образом, гуминовые препараты по степени воздействия на растение в целом (побег + корень) можно расположить в следующий ряд $\text{ГВ}_{\text{H}_2\text{O}} < \text{ГВ}_{\text{NaOH}} < \text{ГВ}_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$. Учитывая, что исследовалось действие гуминовых препаратов на начальных стадиях развития проростков, можно предположить, что в дальнейшем вариант с более развитой корневой системой может оказаться более предпочтительным.

Исследование выполнено в рамках программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030»)

Литература

1. Мельникова И.П., Хатламаджиян А.А., Лесниченко Д.А., Запорожко Ф.С., Плотина Е.В., Горбов С.Н. Влияние гуминовых удобрений из вермикомпоста на агрохимические свойства чернозёма и физиологические параметры сельскохозяйственных растений на примере ячменя // Экология и природопользование:

устойчивое развитие сельских территорий : сб. ст. по материалам III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – С.161-164.

2. Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горовцов А.В. и др. Влияние гуминового удобрения ВЮ-Дон на качество зерна мягкой озимой пшеницы Дон-Эко //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. №3 (53). С. 171—173.

Физико-химические свойства почв засушливого региона

Мукабенова Раиса Александровна, Адыянова Алтана Бадмаевна, Джимбеев Никита Владимирович

Младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Калмыцкий научный центр Российской академии наук»

E-mail: raisa.mukabenova@mail.ru

В условиях нарастающего антропогенного воздействия на земельные угодья отмечается неуклонное ухудшение их экологического состояния. Основными негативными процессами в республике является эрозия почв, заболачивание земель, засоление, осолонцевание, опустынивание территорий и деградация природных кормовых угодий. Все вышеперечисленные процессы приводят к ухудшению многих физико-химических свойств почв, в т.ч. к ухудшению почвенной структуры. Изучение физико-химических свойств почв, распространённых в экстремальных климатических условиях, приобретает повышенную актуальность.

Целью работы является мониторинг физико-химических свойств почв селитебных территорий республики Калмыкия. Исследования были проведены в Кетченеровском районе, центральной зоне Республики Калмыкия. Основным направлением развития исследуемого района принадлежит животноводству, а также отраслям по переработке продукции животноводства.

Объектом исследований служили почвы 8 населенных пунктов Кетченеровского района: поселки Бургсун, Гашун-Бургуста. Годжур, Ергенинский, Кегульта, Кетченеры, Тугтун, Шин-Мер, отобранные в ходе сезонных экспедиций. Для оценки физико-химических свойств почв селитебных территорий были заложены по три мониторинговые площадки: в центре населённого пункта или на территории образовательного учреждения (школа), на границе и в 500 м от границы селитебной зоны. Образцы почв отобраны в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019. В отобранных почвенных образцах определение кислотности проводили потенциометрическим методом по ГОСТ 26483-85 [2], определение органического углерода проводили по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, определение содержания обменных катионов Ca^{+2} и Mg^{+2} - комплексометрическим методом [1].

В результате проведённых исследований было установлено, содержание органического углерода сельских почв Кетченеровского района варьируется в диапазоне от 0,31 до 1,89 %. Наименьшее его содержание отмечено на территории населенного поселка Годжур (0,31–0,37 %). В центре населенного пункта Гашун-Бургуста и на фоновых территориях поселка Кегульта зафиксировано максимальное содержание органического углерода (1,87 и 1,89 %). Для почв Кетченеровского района свойственна в основном щелочная реакция ($\text{pH}>8$) почвенного раствора, однако встречается и слабощелочная реакция ($\text{pH } 7,7 - 8,0$) В исследуемых

образцах почв обменные катионы практически в равной степени представлены солями кальция и магния. Содержание CaCO_3 находится в диапазоне ($V=7\%$) от 1,60 % до 2,30 % (п. Кетченеры, школа), MgCO_3 ($V=7\%$) от 1,93 % до 2,52 % (п. Кегульта, край населенного пункта)

Исследование проведено в рамках государственной субсидии – «Асимметрично развивающиеся территории перед традиционными и новыми вызовами: исследование динамики социально-экономических процессов и изменчивости экологической ситуации» (номер государственного учета научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы гражданского назначения (далее-НИОКТР): 122022700133-9).

Список литературы

1. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
2. ГОСТ 26423-85: Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. М.: Стандартинформ, 2011.

Влияние минеральных удобрений на интенсивность высвобождения фосфатов в агрочерноземе Красноярской лесостепи

Наседкина Виктория Андреевна

Студентка

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия

E-mail: nasedkinavika@bk.ru

В агрохимической практике земледельческой зоны Красноярского края остро стоит вопрос о совершенствовании качества диагностики отдельных макроэлементов, в частности фосфора. Используемая для определения запаса подвижных фосфатов уксуснокислая вытяжка, извлекая значительное количество труднодоступных растениям фосфатов, не позволяет правильно охарактеризовать условия фосфорного питания [1, 3]. Так как количество доступных растениям фосфатов неадекватно количеству труднодоступных, сравнивать их на основе метода Ф.В. Чирикова и сформированных на разных породах, невозможно [2]. Наши исследования были сосредоточены на поиске методического приема, который позволит обнаружить, то количество подвижных фосфатов, которые непосредственно будут участвовать в питании растений. *Цель исследования:* сравнить диагностическую ценность методов определения и уровни обеспеченности растений сои подвижным фосфором в условиях применения минеральных удобрений. В пределах опытного поля была выражена пятнистость чернозёмов выщелоченных и обыкновенных высокогумусных среднетощих легкоглинистых. Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1) сульфаммофос – САФ (10) + K_c (60); 2) сульфаммофос – САФ (20) + K_c (60); 3) аммофос – АФ (20) + K_c (60) – стандарт; 4) аммофос – АФ (40) + K_c (60); 5) нитроаммофоска – НАФК (10) + K_c (60); 6) нитроаммофоска – НАФК (20) + K_c (60); 7) фосфоритная мука – P_ϕ (1 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60); 8) фосфоритная мука – P_ϕ (1,5 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60). В почвенных пробах в слоях 0-10 и 10-20 см определяли содержание

подвижного фосфора по Чирикову, а также легкоподвижный фосфор (фактор интенсивности) по Карпинскому-Замятиной [2].

Оценка обеспеченности агрочерноземов подвижным фосфором по методу Ф.В. Чирикова свидетельствовала о высоком уровне его содержания в течение всего периода наблюдений. С другой стороны, определение «фактора интенсивности» выявило низкий уровень содержания легкорастворимых соединений фосфора в допосевной период (фоновое содержание). К фазе второго тройчатого листа сои (через 30 дней после внесения удобрений) достоверно высокая концентрация легкоподвижных фосфатов найдена в почве вариантов с внесением нитроаммофоски. В период бутонизации повышенный уровень высвобождения был, достигнут при внесении аммофоса в дозе 40 кг/га. Таким образом, в условиях Сибирского региона, для рационального выбора и расчета доз минеральных удобрений в весенний период, необходимо проводить определение содержания легкоподвижных соединений фосфора.

Литература

1. Аверкина С.С., Якутина О.П. Методы определения подвижных фосфатов в почвах Западной Сибири и их диагностическая ценность // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 2. – с. 53-60.
2. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв / Л.А. Воробьева М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
3. Рудой Н.Г. Производительная способность почв Приенисейской Сибири. – Красноярск, 2010. – 240 с.

Устойчивость культурных растений к загрязнению почвы Си **Попов В.Р., Черникова Н.П., Барбашев А.И., Великая О.С., Дудникова Т.С.**

Студент, 1 курс магистратуры

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

vladikus1010101@gmail.com

Изучение чувствительности и устойчивости культурных растений к загрязнению почвы тяжелыми металлами является актуальной проблемой, имеющей важное значение для развития продовольственной безопасности страны.

Целью данной работы являлось сравнение морфо-анатомических изменений ярового ячменя и томата при загрязнении почвы Си.

Яровой ячмень (*Hordeum sativum distichum*) сорта Ратник и томаты раннеспелого сорта Белый налив 241 в количестве 20 шт. на вегетационный сосуд и 3 шт., соответственно, выращивали до фазы полной спелости в условиях искусственно загрязненного чернозема обыкновенного Си в дозе 2000 мг/кг. Опыты заложены в 3-х кратной повторности. Изучены морфобиометрические показатели отобранных растений: длина корней, высота растений, урожайность, а также анатомическое строение корней и листьев. Подготовку тканей растений проводили с использованием общепринятых методических приемов [1], и исследовали на светооптическом микроскопе LOMO (Россия).

Установлено снижение урожайности на 23% у ярового ячменя и на 41% у томата. Ингибирование роста растений проявлялось в большей степени для подземных органов по сравнению с надземными. Так, уменьшение длины корней и высоты растений томатов составило 35% и 21%. Яровой ячмень проявил большую устойчивость к Cu, так как снижение длины корней и высоты растений составило 15% и 7%.

Анатомическое строение корней ячменя имело ряд существенных различий с контрольными образцами: редуцированы клетки эпиблемы и мезодермы, угнетены длина и количество корневых волосков, несколько клеток мезодермы объединены в одну полость, центральный цилиндр имел один крупный сосуд. При этом структурная организация тканей листьев ячменя не имела каких-либо изменений: клетки хлоренхимы упорядоченно организованы и равномерно локализованы, как на контроле. Результаты светооптических исследований корней томатов показали, морфобиометрические изменения растения при внесении поллюганта.

У корней томата при загрязнении почвы Cu в зоне всасывания выявлена рыхлая эпиблема, уменьшение площади корового слоя, увеличение межклеточного пространства, а также размера клеток коровой паренхимы и ксилемных сосудов. В структуре тканей листовой пластины томата также наблюдались изменения: эпидермис стал более тонким, уменьшился тургор и размер клеток.

Таким образом, было выявлено, что ячмень яровой обладает большей устойчивостью к загрязнению почвы Cu по сравнению с томатом.

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

Литература

1. Fedorenko G.M., Fedorenko A. G., Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Rajput V. D., Usatov A. V., & Sushkova S. N. Method for hydrophytic plant sample preparation for light and electron microscopy, *Phragmites australis* Cav. // *MethodsX*.– 2018. – V. 5. – P. 1213-1220.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сатыбалдин М.А.

аспирант

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, факультет - почвоведение, Астрахань, Россия

E-mail: satybaldin.maksat@mail.ru

Для изучения влияния лесных полос на химические показатели каштановых почв было заложено 3 почвенных разреза на территории Алгинского района в насаждениях вяза и на целине: разрез №1 (P1) – насаждения возрастом 39 лет, разрез №2 (P2) – насаждения возрастом 44 года, разрез №3 (P3) – целина.

Анализ гранулометрического состава показал, что в почвенном профиле под насаждениями наблюдается его облегчение от тяжело- к легкосуглинистому, а на целине наблюдается утяжеление от тяжелого суглинка к тяжелой глине. Ана-

лиз структурного состояния так же показывает резкое ухудшение на целине с глубины от 12 см и ниже. Структурное состояние почв под насаждениями сохраняется удовлетворительной до глубины 30-69 см.

Данные по содержанию гумуса показывают, что мощность гумусового горизонта целины (12 см) более чем в два раза меньше, чем под насаждениями (P1–29 см, P2–30 см). Так же по содержанию гумуса наблюдается небольшое различие: P1-0,54%, P2-0,61%, P3-0,50%.

Анализ водной вытяжки показывает, что по всем разрезам наблюдается промывание почвенного профиля от легкорастворимых солей до горизонта В (12-39 см). В почвенном профиле P1 наблюдается засоление хлоридно-сульфатного типа (сухой остаток 0,797%) на глубине 39 см, на целине засоление сульфатного типа (сухой остаток 0,620%) на глубине 12 см. Почвенный профиль под насаждениями возрастом 44 года относится к незасоленным. По кислотности почвенного раствора все исследуемые почвы относят к слабощелочным и увеличиваются с понижением почвенных горизонтов до щелочных почв. Катионы кальция превышают содержание катионов магния в 1,5-3 раза по почвенному профилю всех разрезов.

Биогенная аккумуляция азота, фосфора и калия отмечается в верхних слоях почв как на целине, так и под насаждениями. Однако накопление, особенно азота и калия отмечены в почвах на целине ($N_{\text{общ.}}$ 27,09 мг/кг, $P_{\text{подв.}}$ 25,0 мг/кг, $K_{\text{подв.}}$ 341,8 мг/кг). В почвах под насаждениями отмечается увеличение всех показателей с увеличением возраста насаждений ($N_{\text{общ.}}$ P1-3,40 мг/кг, P2-5,37 мг/кг; $P_{\text{подв.}}$ P1-17,4 мг/кг, P2-52,3 мг/кг; $K_{\text{подв.}}$ P1-120,1 мг/кг, P2-502,3 мг/кг).

Результаты анализа гигроскопической влаги в почве показывает тенденцию снижения влаги с понижением горизонтов в почвах под насаждениями. В почвах на целине наоборот отмечается увеличение влаги с понижением почвенного горизонта.

Таким образом, в ходе исследований установлено что лесные полосы благоприятно влияют на структурное состояние почв, увеличивает биогенную аккумуляцию гумуса, благодаря более глубокому промачиванию способствуют лучшему рассолению почв. Однако, в почвах под лесными полосами отмечается снижение питательных элементов и почвенной влаги, что связано с большим количеством растительности. Схожие результаты были получены при исследовании почв под лесными полосами в Темирском районе [1].

Литература

1. Сатыбалдин М.А., Яковлева Л.В. Влияние лесомелиорации на химические свойства светло-каштановых почв Темирского района Актыубинской области Республики Казахстан // II Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах»

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

Изменение ферментативной активности чернозёма при переходе на технологию прямого посева

Собина А.С.

Студент, 2 курс бакалавриата

Южный федеральный университет,

Минимизация обработки почвы и особенно систематическое применение No-till технологий требует системного изучения при освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия и наукоемких агротехнологий [1]. Исследования показывают противоречивые результаты, что делает изучение показателей плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур основным направлением работы в этой области.

Цель работы – оценить изменение ферментативной активности почв при переходе на нулевую технологию обработки. Местом проведения полевых опытов является стационар агрохимии и защиты растений ФГБНУ ФРАНЦ, где распространены черноземы обыкновенные [2, 3]. До 2022 г. исследуемые почвы обрабатывали традиционной технологией с отвальной вспашкой. В июне 2023 г. изучены 8 опытных площадок: с традиционной технологией и с технологией прямого посева, удобренные по той же схеме, что и участки с традиционной технологией. На делянках выращивали озимую пшеницу, подсолнечник, лён масличный, горох посевной. Отбор почвенных проб производили из двух почвенных слоев: 0–10 и 10–20 см. В лабораторных условиях провели определение активности гидролаз (инвертазы, β -глюкозидазы) и оксидоредуктаз (дегидрогеназы) [4].

Наибольший показатель активности дегидрогеназы в обоих слоях отбора отмечен на участке с посевом льна, обрабатываемого по традиционной технологии. Наименьшие значения зафиксированы на участке гороха посевного, также обрабатываемого по технологии отвальной вспашки. Активность β -глюкозидазы не была информативной, на всех вариантах опыта значения варьировали в пределах 5–9% от максимального значения (верхний слой делянки подсолнечника). Значения активности инвертазы практически на всех участках, обрабатываемых по технологии No-till, кроме участка с посевом льна и верхнего слоя в посеве озимой пшеницы, превышают значения с участков, обрабатываемых по традиционной технологии.

Таким образом, нельзя сделать однозначный вывод о влиянии перехода на нулевую технологию на активность ферментов. Однако в последующие годы применения No-till в Ростовской области удастся выявить закономерность с повышением активности инвертазы, фосфатазы и каталазы [5].

Литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов: учебник. СПб.: ООО «Квадро», 2018. 568 с.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во Эверест, 2008. 276 с.
3. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 492 с.
4. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. 174 с.
5. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Экологическая оценка применения технологии No-Till в Ростовской области. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. 332 с.

Влияние покровных культур на ферментативную активность чернозема в условиях применения нулевой технологии обработки почв

Федоренко А.Н.

Аспирант, 1 год обучения

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

E-mail: fedorenko-N13@yandex.ru

Нулевая технология обработки почв является одним из методов минимального воздействия техники на почву. Использование технологий с минимальной обработкой почвы способствует, наряду с экономией ресурсов, повышению плодородия и снижению негативного воздействия физических факторов на агроландшафты [1]. Возделывание покровных культур в севооборотах при прямом посеве является одним из наиболее эффективных приемов снижения деградации почвы и ее оздоровления. Покровные культуры уменьшают эрозию почвы от ветра и воды и сокращают выбросы твердых частиц от ветра и деятельности машин. Использование покровных культур может быть надежным подходом к наращиванию сельскохозяйственного производства, поскольку эта технология способствует улучшению качества почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур [2].

Цель исследований заключалась в оценке влияния покровных культур на ферментативную активность чернозема при нулевой технологии обработки почв.

Объектами исследований были почвы агроценозов хозяйства ИП Мокриков В.И. в Октябрьском районе Ростовской области на площади 5500 га. Поля хозяйства ИП Мокриков обрабатываются в течение 16 лет по технологии прямого посева. Почвенный покров представлен черноземами разной мощности и гумусированности. Полевые исследования почв были проведены в рамках комплексных эколого-биологических исследований в 2023 году. На поле площадью 54 га около поселка Новосветловский после уборки озимого ячменя были расположены 4 варианта с разным количеством семян покровных культур: 0.5; 1.0; 1.5 и 2.0 расчетного норматива. О ферментативной активности почвы судили по активности оксидоредуктаз (каталаза и дегидрогеназа), гидролаз (инвертаза, уреазы и фосфатаза) и рассчитанного на их основе интегрального показателя биологических свойств почв [3].

Анализ результатов, полученных в ходе исследований ферментативной активности почв, показал следующее: результаты ИПБС почв в слое 10–20 см выявлено повышение ИПБС относительно контрольных значений почти во всех вариантах опыта. При этом наибольшее увеличение значений отмечено в вариантах с двойной (на 12 %) и полудвойной (на 38 %) нормами высева.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы РФ (НШ-449.2022.5), гранта Минобрнауки на создание Лаборатории молодых ученых (ЛабНОЦ-21-01АБ) и Программы стратегического академического лидерства ЮФУ («Приоритет 2030», СП-12-22-9).

Литература

1. Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Влияние технологии No-Till на эколого-биологическое состояние почв. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2017. – 140 с.

2. Fageria N., Baligar V., Bailey B. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2005. Vol. 36. P. 2733–2757.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы био-диагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2016. – 356 с.

Структурное состояние солонца и каштановой почвы биосферного заповедника «Ростовский»

Шеванюк Дарья Сергеевна

Студент, 2 курс бакалавриата

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: dasha.sheva8@yandex.ru

В современном мире вопрос почвенного плодородия является одним из важнейших, так как именно данное свойство почв представляет собой гарант благополучия жизни человека в отношении обеспечения продовольствием. Структурное состояние почв, в свою очередь, считается весьма важным определяющим плодородие показателем.

Целью исследовательской работы является изучение и оценка структурного состояния основных типов почв биосферного заповедника «Ростовский», расположенного в сухостепной зоне Ростовской области (Орловский р-он). В данном исследовании рассматривались два основных объекта: 1) каштановый солонец, автоморфный, глубокий, столбчато-крупноореховатый, тяжелосуглинистый; 2) каштановая солонцеватая почва, среднемошная, тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках. В работе были использованы полевые, лабораторные и аналитические методы исследования для выявления особенностей структурного состояния. Изучение структуры генетических горизонтов каштановой почвы и солонца каштанового проводилось по методу Н.И. Саввинова [2] с использованием колонки сит с последующим взвешиванием фракций структурных агрегатов и определением их процентного содержания в почве (отношение веса фракции к весу всей пробы). Далее давалась оценка структурного состояния по грациям из источников [1], с упором на содержание мезоагрегатов как наиболее агрономически ценных структурных отдельностей [3]. Также был рассчитан коэффициент структурности (1):

$$K_{стр} = \frac{\sum 10-0,25 \text{ мм}}{\sum (>10 \text{ мм}, <0,25 \text{ мм})}, \quad (1)$$

характеризующий оструктуренность почв, и проведен анализ полученных данных для агрономической оценки. Материал исследовательской работы представлен по большей части таблицами.

Согласно результатам исследования, состояние верхних горизонтов рассматриваемых почв оценивается по содержанию агрономически ценной структуры как «плохое» и «неудовлетворительное», а нижних горизонтов – как «хорошее». Показатели коэффициента структурности также подтверждают неудовлетворительное состояние верхних горизонтов по сравнению с нижними и

солонца, и каштановой почвы. Это свидетельствует о необходимости и дальнейшего восстановления почв в отсутствие антропогенной нагрузки в условиях заповедного режима. На данный момент к теоретически возможному сельскохозяйственному использованию ни одна из данных почв не пригодна.

Литература

1. Методические указания к лабораторным занятиям по физике почв, Часть 2 – Ростов н / Д, РГУ, 1988 – 26 с.
2. Качинский, Н.А., Физика почвы: [Учебник для ун-тов]. - Москва: Высш. школа, [Ч. 1]. - 1965. - 323 с.: ил.
3. Почвоведение. Учеб. для студентов. В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1 Почва и почвообразование / Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988 — 400 с: ил.

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

Дигрессия как фактор падения плодородия почв (на примере Астраханской области)

Бурукина Екатерина Андреевна

Ассистент, аспирант

Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, агро-биологический факультет, Астрахань, Россия

E-mail: pro100-ekaterina@mail.ru

Процесс опустынивания является важной экологической и экономической проблемой, весьма актуальной для Астраханской области. Причиной дигрессии пастбищ в регионе может быть не только длительная аридизация климата, которая приводит к изменению состава ботанических групп и доминированию ксерофитных видов, но и нерациональный выпас сельскохозяйственных животных, ускоряющий развитие эрозии почвенного покрова и ухудшение состояния экосистем.

Одним из главных показателей плодородия почв является содержание гумуса в верхних почвенных горизонтах.

Цель исследования состояла в изучении содержания гумуса в почве, подверженной разной степени пастбищной дигрессии в Астраханской области.

Объектом исследования выбраны почвы Астраханской области, подверженные пастбищной дигрессии. Всего было заложено 3 площадки для отбора образцов - в Наримановском р-не п. Барханы (Б), Харабалинском р-не п. Кордон Харабалинский (КХ), Наримановском р-не с. Рассвет (Т). Стадии дигрессии степных пастбищ определяли с учетом оценок, представленных по Л.Г. Раменскому (1956) [1].

На каждой из площадок были разные стадии пастбищной дигрессии от стадии, где наблюдается достаточно большое количество растительности, до стадии абсолютного соя, где почва оголена, и на ней наблюдаются лишь единичные разнообразные растения (сорняки), покрывающие незначительную часть площади.

Почвенный покров исследуемых территории представлен песками полупустынными незакрепленными, песками полупустынными слабозакрепленными, песками полупустынными закрепленными и бурыми полупустынными почвами в комплексе с песками закрепленными.

В лаборатории было определено содержание гумуса, результаты представлены на рисунке.

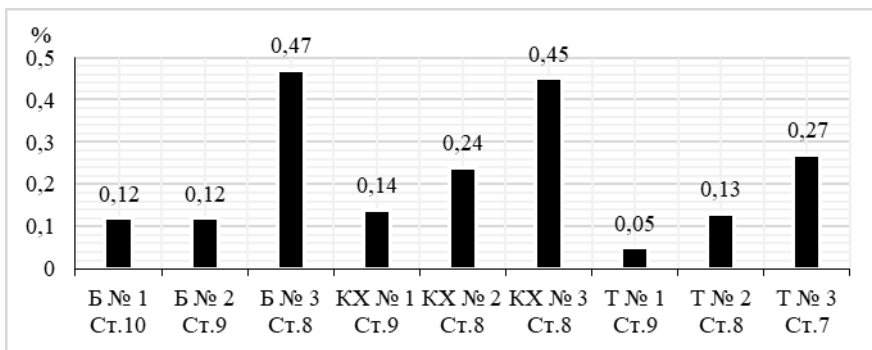


Рисунок – Зависимость содержания гумуса в верхнем горизонте от степени пастбищной дигрессии

Как видно из рисунка, содержание гумуса в верхнем слое не превышает 0,5%, что соответствует очень низкой степени обеспеченности.

Таким образом, можно сделать предварительный вывод, что чем выше степень пастбищной дигрессии, тем ниже содержание гумуса.

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

Литература

1. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижииков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Восстановление некоторых физических свойств высушенных почвенных образцов до состояния исходных почв

Горепекин И.В.¹

Научный сотрудник

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Евразийский центр по продовольственной безопасности, Москва, Россия
E-mail: decembrist96@yandex.ru

Ранее установлено, что высушивание почв изменяет их свойства и, в частности, характеристики органического вещества почв [1, 2]. Специфическое органическое вещество почв – гуминовые вещества – являются основой почвенных органоминеральных гелей, которые покрывают и связывают почвенные частицы. При удалении из почв воды происходит гидрофобизация и сжатие гелей, в результате чего свойства почвенных образцов могут меняться. Восстановление почвенных гелей воздушно-сухих образцов должно повысить достоверность данных, получаемых при изучении почвенных свойств. Цель работы – поиск путей восстановления структуры почвенных гелей.

Исследованы образцы 6 типов почв. В работе использовали методы вибрационной вискозиметрии, лазерной дифрактометрии, растровой электронной микроскопии, фотоколориметрии и электропроводности.

Установлено, что высушивание почвенных образцов увеличивает размер надмолекулярных образований (НМО) из гуминовых веществ. Для восстановления структуры почвенных гелей предложено разделять НМО из гуминовых веществ до исходного размера. Разделение НМО воздушно-сухих образцов проводили путем увлажнения почв и последующей обработкой различными воздействиями: температурой, ультразвуком и замораживанием. Показано, что нагрев и обработка ультразвуком не восстанавливают размер НМО до состояния образцов, не подвергавшихся высушиванию. Увлажнение воздушно-сухих почв, выдержка во влажном состоянии 2 недели и последующее замораживание приближают вязкость паст – параметр, характеризующий структуру и способность гелей к набуханию – изученных зональных почв к состоянию образцов, не подвергавшихся высушиванию. Этот процесс происходит за счёт возврата размера НМО к исходным значениям, о чём свидетельствуют данные лазерной дифрактометрии.

Литература

1. Kaiser M., Kleber M., Berhe A. A. How air-drying and rewetting modify soil organic matter characteristics: an assessment to improve data interpretation and inference // *Soil Biol. & Biochem.* 2015. Vol. 80. P. 324-340.

2. Федотов Г.Н., Шеин Е.В., Ушкова Д.А., Салимгареева О.А., Горепекин И.В., Потапов Д.И. Надмолекулярные образования из молекул гуминовых веществ и их фрактальная организация // *Почвоведение.* 2023. №8. С. 903-910.

Перемещение фосфора и углерода на склоне в агрегатах разной размерности в дерново-подзолистой почве

Денисова Г. И.

Аспирант

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва, Россия
galya-denisova787@yandex.ru*

Фосфор – крайне важный макроэлемент в жизни растений, способствующий росту и развитию. В среднем по России в дерново-подзолистых почвах содержание валового фосфора колеблется от 1050 мг/кг до 1170 мг/кг. Чуть больше четверти этого объёма занимают органические формы фосфора [1]. Большая часть этого фосфора недоступна для растений. Сам по себе в профиле фосфор распределён неравномерно, в дерново-подзолистых содержание фосфора резко снижается в элювиальном горизонте (почти в 5-10 раз), по сравнению с гумусовым горизонтом, а в агропочвах максимум фосфора в большинстве случаев привязан к точкам внесения удобрений [2]. Основная проблема использования фосфорных удобрений – их малоэффективность, так как лишь 25-35% внесённого фосфора может быть усвоено растениями [1]. Это часто приводит к выносу фосфорных удобрений в процессе эрозии, с последующей эвтрофикацией водоёмов. Для половины земель, страдающих от недостатка фосфора, первопричиной является водная эрозия [3]. Основными формами миграции фосфора в почве являются органические фосфаты, а также фосфаты, ассоциированные с органическим веществом с помощью кальциевых мостиков [1].

Работа была проведена на дерново-подзолистых почвах УОПЭЦ Чащниково. Исследуемый участок пашни отличается неоднородным рельефом со склонами северной и восточной экспозиции. Это приводит к тому, что на исследуемом участке пахота ведётся вдоль склона. В поле ежегодно вносят высокие дозы органических удобрений в форме конского навоза. На склоне были отобраны 9 образцов: три у подножия склона, 3 на склоне, и 3 на вершине. Были проведены агрегатный анализ, анализ на содержание углерода, а также подвижного, минерального, органического и валового фосфора.

В результате, больше всего органического углерода, а также подвижного, минерального и валового фосфора было обнаружено на вершине. Почвы склона и подножия статистически незначимо отличались между собой, и меньшие значения фосфора и углерода могут указывать на транзитную функцию данного ландшафта. Свидетельствует этому и ниже расположенный Ольгин пруд, с зафиксированными в нём высокими дозами фосфора и сульфатов [4]. В свою очередь, размер агрегатов незначимо влиял на распределения углерода и фосфора, за исключением агрегатов 5-2 миллиметров диаметром, которые аккумулировали минеральные формы фосфора, что особенно заметно на склоне. Можно сделать вывод, что агрономический-ценные агрегаты 5-2 мм способны аккумулировать минеральный P, и защищать его от вымывания в процессе эрозии.

Список Литературы

1. Иванов А.Л., 2012. Агробιοгеохимический цикл фосфора / Ред. Иванов А. Л. / Сычев В.Г., Державин Л.М., Адрианов С.Н., Бражникова Н.В., Карпова Д.В., Карпухин А.И., Кирпичников Н.А., Конончук В.Д., Саймолов Л.Н. // М.: Россельхозакадемия. 512 с.

2. Минеев В.Г., 2004. Агрохимия: Учебник – 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 720 с

3. Alewell C., Ringeval B., Ballabio C., Robinson D. A., Panagos P., Borrelli P., 2020/ Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion// Nature Communications, V. 11

Богатырёв Л.Г., Бенедиктова А.И., Жилин Н.И., Карпухин М.М., Стрелецкий Р.А., Погожева Е.А., Якушев Н.Л., 2016. Природные воды в системе сопряженных ландшафтов// Вестник Московского Университета. Серия 17, Почвоведение. № 3. С. 16-24

Физические свойства опустыненных почв аридных зон

Емельяненко В.И. Кучерова А.Н.

Студентки, сотрудницы

Астраханский Государственный Университет, Астрахань Россия

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

E-mail: emelyanenko-v@v fanc.ru kucherova-a@v fanc.ru

Аридная природная зона является одной из самых экстремальных сред мира. Суровые условия сухих и жарких климатов формируют почвы с уникальными физическими свойствами. Зачастую почвы таких зон подвержены эрозии. Регулярные аномально высокие летние температуры приводят к засухам, а сильные, зачастую штормовые ветра приводят к песчаным бурям. Физическая деградация почв приводит к образованию открытых песков. Интерес представляет оценка

физического состояния опустыненных песчаных почв. Объектом исследования выбраны два участка, являющиеся очагами опустынивания в Астраханской области, представленные массивами открытых песков в виде барханов, расположенные в дельте Волги (объект № 1, Наримановский район, с. Барханы) и Волго-Ахтубинской пойме (объект № 2, Харабалинский район, с. Кордон).

Климат изучаемых районов классифицируется как резко-континентальный. Лето долгое и жаркое длительностью 130-150 дней, в самый теплый месяц июль среднесуточная температура достигает +25°C, зима относительно теплая со средней температурой -6, -9°C. Среднегодовое количество осадков колеблется от 160 до 160 мм. В летний период поверхность почвы может нагреваться до +70-80°C [1].

В работе использовали традиционные методы определения физических свойств почв, принятые в почвоведении и физике почв [2]. Гранулометрический состав определялся на лазерном анализаторе частиц «ЛАСКА», после чего почвы были классифицированы по методике Качинского.

На исследуемых участках были отобраны почвенные образцы и проведены лабораторные анализы по определению физических свойств. Представлены усредненные данные для глубины 0-30 см. Результаты показали, что почвы объекта № 1 представлены пылеватым суглинком. Плотность почвы не превышает 0,69 г см-3, плотность твердой фазы от 2,36 до 2,54 г см-3. Влажность почв в момент определения плотности составляла от 3 до 6%.

Для объекта № 2 плотность почвы находится в пределах от 1,41 г см-3 до 1,68 г см-3, плотность твердой фазы от 2,23 до 2,52 г см-3. По классификации Качинского почвы по гранулометрическому составу относятся к средней и легкой глине и среднему и тяжелому суглинку. Влажность почв в момент определения плотности составляла от 0,58 до 0,84%.

Результаты показали, что физические свойства исследованных почв, несмотря на схожую форму и степень деградации различаются. Так, влажность, плотность, как и плотность твердой фазы, выше в почвах участка №1. Также среднее процентное содержание физической глины по отношению к содержанию физического песка выше в почвах участка №1 Наримановского района 60%-40%, по сравнению с участком №2, где физической глины 53%, а физического песка 47%.

Литература

1. Календжян Т. В. Региональные особенности климата Астраханской области //Современные проблемы географии. – 2019. – С. 132-135.
2. Шеин Е. В. и др. Теории и методы физики почв. – 2007.

Гранулометрический состав почв: современные инструментальные методы определения, расчетов и интерпретации

Жансия Женис

Бакалавр

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

E-mail: zheniszhansaea@gmail.com

Гранулометрический состав почвы является одной из важнейших ее характеристик. Он определяет физические, водно-физические свойства почв, а значит определяет ее водный, тепловой, питательный режимы. В современной физике

почв под гранулометрическим составом почв и почвообразующих пород понижающую относительное содержание в почве элементарных почвенных частиц различного диаметра независимо от их минералогического и химического состава. Применяемые в современной физике почв методы определения гранулометрического состава почв можно разделить на две группы:

1. Седиментационные, основанные на использовании закона Стокса:
 - 1.2 Метод пипетки Качинского-Робинсона-Кехля
 - 1.2 Метод ареометра (гигрометр Бойюкоса)
 - 1.3 Метод измерения давления в суспензии (прибор Pario),
2. Другой физический принцип (не седиментационный)
 - 2.1 Лазерная дифрактометрия

Цель нашей работы - изучить современные инструментальные методы определения: метод Pario и метод лазерной дифрактометрии и сравнить их с методом пипетки Качинского-Робинсона-Кехля. Объектами исследования были дерново-подзолистые почвы (Тверская обл., Опытное поле Всероссийского института мелиорированных земель). Гранулометрический состав исследованной дерново-подзолистой почвы варьирует от супеси до легкого суглинка (по данным пипет-метода Качинского-Робинсона-Кехля). Сравнительный анализ данных классического пипет-метода Качинского, метода Pario и метода лазерной дифрактометрии показал хорошую сходимость для крупной фракции пыли (50 мкм). Наибольшие различия наблюдаются в области илстых частиц. По сравнению с пипет-методом метод лазерной дифракции и метод Pario показывает заниженные данные по илистой фракции, что может быть связано с разными физическими основами указанных методов, и не учитывающие в полной мере такие параметры частиц, как сферичность и разную плотность. Также нужно учитывать, что исследуемые почвы легкого гранулометрического состава и содержание илистой фракции небольшое, вследствие чего ошибки могут возрастать.

Основные литературные источники:

1. Шейн Е.В. Курс физики почв: Учебник. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 2005.
2. Шейн Е.В., Иванов Д.А., Болотов А.Г., Дембовецкий А.В. Гранулометрический состав почв конечно-моренной гряды Верхневолжского постледникового района (Восточно-Европейская равнина, Тверская область). Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2022. Вып. 110. С. 5-21. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-5-21.
3. Теории и методы физики почв / под ред. Шеина Е.В., Л.О. Карпачевского. М.: "Гриф и Ко", 2007. 616 с.
4. Березин П.Н. 1983. Особенности распределения гранулометрических элементов почв и почвообразующих пород. Почвоведение, 1983, № 2, с.64-72.

Влияние механической активации на свойства почв и развитие растений

Конкина У. А.

Студент 4 курса

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: ulka.konkina@yandex.ru

Гуминовые вещества (ГВ) почвах и растворах существуют не в виде отдельных молекул, а в виде надмолекулярных образований (НМО). Следовательно, НМО должны влиять на свойства почв. Так как эти образования прочно связаны между собой, для оценки их влияния на свойства почв необходимо их разделение. Это можно осуществить путем механической активации – повышения реакционной способности (активности) веществ путем их механической обработки. Так, при выделении гуминовых веществ из торфа механическая активация в 1.5 раза увеличивает выход этих соединений.

Целью исследования являлось изучение влияния механической активации на некоторые свойства почв и на развитие в активированных почвах растений.

Исследования проводили на почвах зонального ряда: дерново-подзолистая почва, серая лесная почва, чернозем выщелоченный. Тест культура – яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорт Гранни.

Механическую активацию почв осуществляли путем разрушения почвенных агрегатов влажностью примерно 0.7–0.8 наименьшей влагоемкости (НВ) при их продавливании пестиком с резиновым наконечником через сита с разным диаметром отверстий. Влияние механической активации оценивали путем определения наименьшей влагоемкости, оптической плотности водных вытяжек из почв, вязкости почвенных паст и определения биологической активности почв по прорастанию семян.

Показано, что механическая активация образцов зональных почв увеличивает их наименьшую влагоемкость до 35% от исходной величины. Результаты объяснены с позиций снижения подвижности гравитационной воды Ф-кластерами в макрокапиллярах. Оптическая плотность водных вытяжек из чернозема возрастала на 75%, вязкость почвенных паст – на 57% за счет увеличения в почвенном растворе количества НМО. Активированные почвы стимулировали прорастание семян пшеницы на 26%. Этот эффект может быть связан с образованием на поверхности семян пленок из Ф-кластеров, которые закрепляют почвенные аллелотоксины, замедляющие развитие семян.

Проведенные исследования показали, что механическая активация влияет на почвенные свойства за счёт разрыва связей между НМО и повышения их подвижности.

Исследование влияния деградации земель на производство продукции растениеводства на примере Белгородской области

Марахова Нина Алексеевна

Сотрудник

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Москва, Россия

E-mail: marakhova2013@yandex.ru

Деградация земель является актуальнейшей проблемой современности, приводящей к снижению потока поставляемых экосистемных услуг, сказывающейся на производстве и продовольственной безопасности. На сегодняшний день в

мире считаются деградированными порядка трети всех земель и более 50% сельскохозяйственных [1]. Причём последние заслуживают особого внимания, ведь их деградация приводит к подрыву самой базы агропроизводства. Ввиду этого целью настоящего исследования была оценка влияния деградации на производство растениеводческой продукции на примере Белгородской области – одного из ведущих сельскохозяйственных регионов страны. На долю сельскохозяйственных земель здесь приходится 1,74 млн га, в том числе 1,5 млн га на пашню [2]. Исследования велись на 2015 год.

Оценка связи деградационных процессов с агропроизводством (растениеводством) была проведена при помощи регрессионно-корреляционного анализа. В качестве показателя, характеризующего растениеводство, была взята урожайность основных сельскохозяйственных культур (культур с наибольшим количеством посевной площади): пшеницы озимой, ячменя ярового, кукурузы на зерно, сои, подсолнечника и сахарной свеклы. Для отражения деградации использовались данные о доле деградированных земель, рассчитанные на основании базовой и модифицированной методики нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), данные сравнения почвенных данных за разные циклы агрохимического обследования территории, сравнения реальных данных о почвенных характеристиках с эталонными, доля эродированных земель. Также в анализ были добавлены дополнительные факторы: количество внесённых минеральных удобрений, базовые почвенные свойства, информация о затратах на растениеводческую продукцию. В ходе анализа часть факторов была исключена из рассмотрения ввиду наличия мультиколлинеарности.

Проведённый корреляционно-регрессионный анализ показал, что на урожайность основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области в 2015 году влияли факторы «доля эродированных земель» и «затраты на производство продукции растениеводства». Влияние показателей деградации, отражающих снижение продуктивности и смены наземного покрова (методики НБДЗ), а также снижение содержания органического вещества, фосфора, калия, изменения кислотности, в результате анализа были зафиксированы статистически незначимыми. Можно предположить, что в данном случае происходит «маскировка» развития деградационных процессов за счёт больших вложений. Затраты на удобрения, средства защиты растений, новые сорта, агротехнику приводят к росту продукции, делая незаметным влияние деградации на производство продукции сегодня. При этом влияние эрозии удалось подтвердить статистически, поскольку она приводит не только к выносу питательных веществ из почвы, но и к прямому нарушению среды обитания растений.

1. Spatial assessment of land degradation through key ecosystem services: The role of globally available data / S. Cerretelli, L. Poggio, A. Gimona [et al.] // The Science of the total environment. – 2018. – Vol. 628-629. – P.539–555.

2. Сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области. URL: <http://belg.gks.ru>.

**Закономерности изменения плотности подзолистых почв в результате разного числа проездов колесной лесозаготовительной техники (средняя тайга, Республика Коми)
Огородняя С.А.¹, Севергина Д.А.²**

студент 2 курса магистратуры, аспирант 3 года обучения/младший научный сотрудник

1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедрa физики и мелиорации почв, Москва, Россия

2Институт биологии ФИЦ Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия

sofya.ogorodnyaya@gmail.com

Нарушения лесных почв в значительной степени связаны с современными лесозаготовительными мероприятиями. При рубках леса, особенно при использовании тяжелой лесозаготовительной техники в безморозный период характерна существенная трансформация верхних генетических горизонтов почв [1]. К настоящему времени достаточно детально оценены изменения морфологических и химических свойств почв при лесозаготовках [2]. Физические свойства лесных почв, изменённых при рубках леса, изучены в значительно меньшей степени. С одной стороны, ожидается уплотнение почвы при сдавливании в результате проходов техники. С другой стороны, при большом количестве проходов происходит перемешивание верхнего минерального горизонта, подстилки и послерубочных остатков, что может привести к разрыхлению. Цель работы – проанализировать закономерности изменения плотности подзолистых почв в результате разного числа проходов техники и мероприятий по выравниванию колеи.

Исследования проводили на мониторинговых площадках, расположенных вблизи станции Язель в июне 2023 года. Исходный тип леса – хвойно-лиственное насаждение, почвы – подзолистые. Рубка проведена в декабре 2020 года (на момент исследований – третий год после рубки). Исследовали волокна после трех проходов техники и после десяти проходов, а также участок, на котором производили выравнивание колеи после десяти проходов. В качестве контроля был выбран пасечный участок, с которого происходит рубка, однако, нет воздействия техники, поэтому он остается механически ненарушенным. На перечисленных участках произвели определение плотности генетических горизонтов буровым методом, влажность оценивали термостатно-весовым методом. Диапазон полученных значений плотности составил 1,60–2,01 г/см³, что значительно превышает оптимальные показатели в суглинистых почвах.

Помимо этого, из верхнего минерального горизонта были отобраны монолиты для томографического исследования на томографе Bruker SkyScan 1172G. При качественном анализе полученных снимков выявлено уменьшение содержания крупных межагрегатных пор на волокне ЗП в результате сдавливания. Так как при большем количестве проходов происходит перемешивание верхнего минерального горизонта и лесной подстилки, то геометрия порового пространства участка 10П близка к почве пасечного участка. В то же время на участке 10Р напротив наблюдается тенденция к образованию агрегатов и дифференциации порового пространства, что коррелирует с относительно низкой плотностью.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-10007, <https://rscf.ru/project/23-74-10007/>.

1. *Дымов А.А.* Сукцессии почв в бореальных лесах Республики Коми. М.: ГЕОС, 2020. 336 с. DOI: 10.34756/GEOS.2020.10.37828
2. *Дымов А.А., Старцев В.В., Горбач Н.М., Севергина Д.А., Кутявин И.Н., Осипов А.Ф., Дубровский Ю.А.* Изменение почв и растительности при разном числе проездов колесной лесозаготовительной техники (средняя

**Агрегатный состав чернозема типичного мощного разного
землепользования**

Паришина Евгения Андреевна

Студент (бакалавр)

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А.

Тимирязева,

Почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Москва, Россия

E-mail: Crying.ocean.girl@yandex.ru

Интенсификация земледелия значительно возрастает интенсивность обработки почв часто с применением тяжелой сельскохозяйственной техники нередко вызывает деградацию ее структурного состояния. Агрегатная структура почвы определяет такие ключевые экологические функции почвы как водный и питательный режимы, температурный режимы, определяет судьбу и транспорт загрязнителей.

Цель нашего исследования – исследовать структуру чернозема типичного мощного на агрегатном уровне ее организации в воздушно-сухом состоянии при разном землепользовании – на пашне и в лесополосе.

Объекты исследования расположены на территории Курского Федерального Аграрного Научного Центра (Курская область, Россия). Образцы почв были отобраны в 2010 году. Почва – типичный чернозем (по WRB – *Typic Chernozems*), слой 0 - 10 см., пашня с зернопаропропашным севооборотом (51°37'17.0"N 36°15'41.8"E). Типичный чернозем, слой 0 – 10 см, под прилегающей к пашне лесополосой (51°37'19.1"N 36°15'42.4"E). Растительность лесополосы: дуб черешчатый, (*Quercus robur*), ясень высокий (*Fraxinus excelsio*), клен полевой (*Acer campestre*). Травянистый ярус отсутствует.

Сухое просеивание проводили через сита 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.25 мм на виброгрохоте AS 200 control (фирма Retsch, Германия). Амплитуда 1,53 мм, время 4 мин [1].

До посадки лесополосы (60-е года прошлого века) чернозем более 100 лет находился под пашней. Данные сухого просеивания демонстрируют восстановление агрегатной структуры чернозема под лесополосой. Длительное использование чернозема под пашню приводит к значительным изменениям в почвенной структуре, что и приводит к негативным изменениям агрегатного состава. При этом происходит разрушение агрономически ценных агрегатов 5 - 3, 3 - 2 мм и происходит образование более мелких агрегатов (0.25-1 мм – 25%) повышается также содержание крупно-комковатых фракций > 10мм (>8%). Почва под лесополосой начинает восстанавливать свою структуру, о чем свидетельствует образование и преобладание агрономически ценных фракций агрегатов 3 - 2 мм, 5 - 3 - 23 и 25 % соответственно, в распределении агрегатов. Одной из наиболее вероятных причин восстановления структуры черноземов являются постоянное накопление органического вещества без его существенного выноса за пределы почвенного профиля.

Литература

1. Шейн Е.В., Милановский Е.Ю., Хайдапова Д.Д. и др. Практикум по физике твердой фазы почв. М.: Буки Веди, 2017. 119 с.

Влияние городской пыли на влажность устойчивого завядания растений для различных почвенных субстратов.

Садыков А.Н.,

аспирант 1 года обучения

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедра физики и мелиорации почв, Москва, Россия

mouube@gmail.com

Влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) является одной из важнейших почвенно-гидрологических констант, значения которой зависят от свойств почв и вида растений [1]. Данная характеристика представляет собой критическую величину влажности, достижение которой ведет к необратимому завяданию растений. Она используется в сельском хозяйстве для расчета минимальных значений запасов влаги в целях оптимизации водного режима почв и может быть весьма полезна в городском озеленении. Однако, городская территория сильно отличается от природного ландшафта, что обусловлено, в первую очередь, застройкой и транспортными коммуникациями, способствующими образованию колоссального количества городской пыли, содержащей значительные количества загрязняющих элементов. Оседание городской пыли на поверхности почв ведет к изменению свойств поверхностных горизонтов, в том числе, гидрологических. Городские почвы зачастую представлены конструкторскими и урбаноземами, в состав которых входят субстраты разного генезиса, такие как верхние горизонты естественных почв, песок и торф [2]. Весьма актуальным представляется исследование влажности устойчивого завядания растений для различных почвенных субстратов.

Для определения влажности завядания был использован метод вегетационных миниатюр (ГОСТ 28268-89). Были выбраны следующие субстраты: гор. Апах урбанозема территории почвенного стационара МГУ, песок карьерный (с преобладающей фракцией 1-0,5 мм), торф низинный обогащенный (ООО "Селигер"), а также смесь песка, торфа и урбанозема (1:1:1) и растения: овес обыкновенный (используется для определения ВЗ в российской практике), подсолнечник (используется для определения ВЗ в практике многих зарубежных стран), пшеница обыкновенная (служит как стандарт для сравнения свойств сельскохозяйственных культур) и горчица белая (зачастую используемая в практике городского озеленения как фитомелиорант).

В лабораторных условиях почвенные субстраты были модельно загрязнены дорожной пылью, отобранной на Минской улице г. Москвы. Анализ пыли показал, что она обогащена фракциями мелкого и среднего песка, плотность ее твердой фазы составляет 2,55 г/см³, а удельная поверхность - 0,47 м²/г. рН водной вытяжки имеет слабощелочную реакцию, содержание углерода 3,97%, количество ПАУ – 2,54 мкг/г, что превышает в 25 раз значения в естественных почвах. В ее элементном составе присутствуют тяжелые металлы, но они находятся в пре-

делах ОДК и ПДК. Внесение дорожной пыли в почву привело к изменению гранулометрического состава, повышению содержания углерода, сдвигу рН в щелочную среду и появлению токсичных веществ. Изменение влажности завядания наблюдалось для всех исследованных растений на фоне уменьшения биомассы и ухудшения их состояния. Отметим, что исследованных растений овес проявил наибольшую устойчивость к воздействию дорожной пыли.

1. Комаров С. А., Миронов В. Л., Рычкова Н. В. Способ определения влажности устойчивого завядания. – 1997.
2. Белобров В. П., Замотаев И. В. Почвогрунты и зеленые газоны спортивных и технических сооружений. М.: ГЕОС, 2007.

Изменения порового пространства зональных почв в наномасштабе под влиянием сельскохозяйственной нагрузки методом FIB-SEM

Силаев М.В.^{1,2}, Толстыгин К.Д.^{1,2}, Романенко К.А.^{1,2}

Студент; аспирант, сотрудник; сотрудник

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

2 - ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва, Россия

E-mail: silaevmv@my.msu.ru

Сельскохозяйственная нагрузка оказывает непосредственное влияние на поровое пространство почв, в том числе и на агрегатную пористость. Сама же структура порового пространства определяет многочисленные почвенные свойства и процессы. Так структура порового пространства напрямую влияет на процессы и механизмы транспорта веществ в жидкой и газовой фазах, а также имеет диагностическое значение для изучения генетических процессов в почве. Изучение микропористости прямыми методами позволит получить достоверную информацию о строении образцов, которая в дальнейшем может быть использована для моделирования процессов транспорта веществ и более глубокого понимания формирования и функционирования почв.

Метод FIB-SEM (Focused Ion Beam Scanning Electron Microscopy) является прямым методом изучения строения образцов на наномасштабе. Разрешающая способность растровых электронных микроскопов достигает десятков нм, что позволяет увидеть нано-элементы пространственной организации почв. Саму же установку FIB-SEM можно разделить на две принципиальные части растровый электронный микроскоп и ионную колонну FIB. Ионная колонна путем послойного травления и полировки почвенного материала позволяет снять серию микрошлифов, которые можно описать с морфометрическими методами.

Основная цель исследования заключалась в изучении изменения наноструктуры порового пространства суглинистых почв зонального ряда под влиянием сельскохозяйственного использования с помощью метода FIB-SEM.

Объектами исследования были выбраны почвенные агрегаты фракции 1-2 мм из гумусовых горизонтов дерново-подзолистой почвы естественного сложения (МО, с. Ельдигино), дерново-подзолистой пахотной (МО, д. Тишково), чернозема естественного сложения (Курск, ЦЧЗ им. Алёхина) и чернозема пахотного (Курск, НИИ АПП).

Для достижения данной цели были проведены экспериментальные работы по получению нано-шлифов на базе оборудования объекта инфраструктуры центра наноматериалов МФТИ, морфометрия порового пространства и дальнейший анализ результатов. В результате эксперимента мы получили послойные снимки микрошлифов почвенных агрегатов, которые в дальнейшем были сегментированы вручную экспертно. Сегментация проводилась вручную из-за того, что на данный момент не существует методик автоматической сегментации почвенных образцов. В результате были получены данные о пористости и распределении пор по размерам в исследуемых образцах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 23-74-00061.

Литература

1. Gerke K. M. et al. Going submicron in the precise analysis of soil structure: A FIB-SEM imaging study at nanoscale // *Geoderma*. – 2021. – Т. 383. – С. 114739.

Некоторые почвенные свойства с позиций гелевой модели почв

Сухарев А.И.¹, Ушкова Д.А.¹

Студент, 3 курс бакалавриата

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: suharevai@my.msu.ru

В настоящее время большинство представлений в физике почв базируется на трехфазной модели (далее — ТМП), основанной на существовании в почвах трех агрегатных состояний. В последние десятилетия для объяснения полученных результатов стали активно привлекать гелевую модель почв (далее — ГМП), которая основана на том, что почвенные частицы покрыты и связаны между собой почвенными органо-минеральными гелями, основой которых являются надмолекулярные образования, состоящие преимущественно из гуминовых веществ (ГВ).

Целью настоящей работы является анализ физических свойств почв с позиций гелевой модели почв. Предлагается рассмотреть некоторые характерные для почв свойства и явления с позиций трёхфазной и гелевой моделей почв.

Для дисперсных систем известно явление реопексии. Будучи характерной и для почв, реопексия в них проявляется в увеличении вязкости почвенных паст при увеличении степени механического воздействия на эти пасты. С точки зрения ТМП объяснить реопексию для почв достаточно трудно. С позиций ГМП, по всей видимости, она проявляется вследствие образования фрагментов гелей, включающих в свой состав воду и ограничивающих её подвижность.

Следующий пример касается одной из почвенно-гидрологических констант — влажности разрыва капилляров (ВРК). Физический смысл ВРК предполагает, что удельная электропроводность почвенных образцов при достижении ВРК должна скачкообразно меняться, поскольку происходит разрыв проводящей

среды. Однако эксперименты этого не подтверждают, то есть скачка не наблюдается. Объяснением этому по ГМП является возможность протекания тока по воде, входящей в состав гелей.

В качестве ещё одного примера рассмотрим процесс взаимодействия воды с почвой. Экспериментально установлено, что почвенные образцы влажностью 0,7-0,8 НВ, находясь в насыщенном водными парами воздухе, вопреки термодинамическим представлениям, не поглощают влагу из паровой фазы, а сохнут. С позиций ТМП неясно, какие причины обуславливают потерю влаги почвенным образцом в виде пара, когда при этом сохраняется возможность поглощения почвой воды в жидком состоянии. Объяснить данное явление с позиций термодинамики можно, если принять образование гидрофобной поверхности почвенных частиц. Это происходит при испарении воды из геля, покрывающего частицы. В основе данного процесса лежит амфифильность частиц-молекул ГВ, показанная в исследованиях Е.Ю. Милановского. Таким образом, когда вода покидает участок геля, в нём происходит структурная перестройка, ведущая к гидрофобизации поверхности почвенной частицы. Попаданию же воды в гель из паровой фазы как раз препятствует образованная гидрофобная поверхность. Это и обуславливает потерю влаги почвой в эксикаторе.

Таким образом, показано, что аспекты, которые не представляется возможным объяснить с позиций ТМП, объяснимы с точки зрения ГМП.

Эрозионная стойкость и водоустойчивость почв

Ушкова Д.А.¹

Студентка, 1 курс магистратуры

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: ushkova_dasha@mail.ru

Эрозионную стойкость почв характеризуют двумя переменными: размером водопрочных агрегатов и сцеплением их друг с другом. В таком контексте почвенные частицы воспринимают как неделимые водоустойчивые образования, перенос которых требует разрыва межагрегатных связей. Цель работы состояла в уточнении механизма эрозионной стойкости почв.

В работе использовали почвы: дерново-подзолистую и чернозем выщелоченный. Для получения образцов с одним агрегатным составом, но отличающихся по эрозионной стойкости в работе предложено использовать почвенные полимерные мелиоранты (ППМ). Эрозионную стойкость почв определяли на гидрлотке и рассчитывали критическую скорость смыва. Водоустойчивость почв определяли методом лезвий. Размер частиц в растворах оценивали методом лазерной дифрактометрии.

В литературе отмечено наличие связи между эрозионной стойкостью и водоустойчивостью почв. Эрозионная стойкость обеспечивается межагрегатными связями, а водоустойчивость – внутриагрегатными. Экспериментальная проверка на почвах, обработанных ППМ, показала, что результаты методов лотка и лезвий коррелируют на 99%. При этом метод лезвий в 20-

30 раз производительнее метода лотка. Полученные результаты говорят о единой природе внутри- и межагрегатных связей.

Считается, что для водоустойчивости почв эти связи гидрофобные и, обеспечивая их гуминовые вещества, которые при взаимодействии с глинистыми минералами формируют почвенные гели. Для проверки роли органического вещества и, в частности, гидрофобных взаимодействий в формировании агрегатов в модельном эксперименте к водным растворам гуматов добавили полимеры разной степени гидрофобности: полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиакриламид (ПАА) и поливиниловый спирт (ПВС). Параллельно оценили водоустойчивость почв, обработанных ПЭГ, ПАА и ПВС. Анализ результатов показал, что методы лезвий и дифрактометрии согласуются: наибольшая водоустойчивость агрегатов отмечена при добавлении в почвы самого гидрофобного полимера – поливинилового спирта, который формировал наиболее крупные частицы при взаимодействии с гуматом в модельном опыте.

Эти результаты подтверждают роль гидрофобных взаимодействий в образовании агрегатов и свидетельствуют, что в качестве «мишени» при подборе полимеров следует использовать не просто глинистые минералы, а почвенные гели, которые включают в себя глинистые минералы и гуминовые вещества. Это, в свою очередь, подводит к вопросу о влажности почвенных образцов при внесении в них полимерных композиций. Ведь с изменением влажности почв происходят изменения в свойствах гелей. Результаты эксперимента показали значимые отличия в эффективности полимеров при их внесении в сухие и влажные почвы, что говорит о том, что при подборе ППМ следует использовать образцы почв, не подвергавшиеся высушиванию.

УДК 631.43

Гранулометрический состав и агрохимические свойства почвенного покрова Астраханской области

Хасанова Амина Ханпашаевна, Сизоненко Карина Ильнуровна

Младшие научные сотрудники

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева», Астрахань, Россия

E-mail: khasanova.amie@gmail.com

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

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

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

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

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

Изучаемые почвы характеризуются легким гранулометрическим составом. Преобладающими фракциями являются мелкий песок, песок и крупная пыль, составляющими в сумме более 58%. Наблюдается обеднение содержания ила в поверхностных горизонтах, до 1%. Изменение содержания фракции ила по глубине неравномерно. Накопление илистых частиц в нижележащих горизонтах происходит из-за более легкой структуры в поверхностных горизонтах.

Анализ гумусного состояния установил, что содержание гумуса низкое (до 1%). Общий углерод на исследуемых территориях залежи, неоднородный. Процентное содержание гумуса понижается с глубиной. Процесс гумусообразования протекает в исследуемых почвах на фоне слабощелочной реакции (рН 7,35-7,81) почвенного раствора.

Исследования содержания общего азота показали, что содержание азота не превышает 0,68%. Исключением являются отдельные объекты почвенного покрова, где содержание общего азота составило от 1,58% до 1,81%.

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

Литература

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

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

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

Подсекция «Химия и минералогия почв»

Сравнение эффективности очистки воды бассейнов от металлов органическими и неорганическими сорбентами.

Бурмистрова М.Д.

Студент, 3 курс, бакалавр

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

E-mail: mdburmistrova@mail.ru

Вода бассейна оказывает непосредственное влияние на здоровье человека. Наряду с оздоровительным эффектом существует возможность негативного влияния загрязнителей воды. Для поддержания оптимального состояния и обеспечения качества воды в бассейнах применяются различные методы очистки, в том числе и сорбционные. Сорбенты природного и искусственного происхождения обеспечивают почти полное удаление примесей, поэтому метод сорбции является перспективным способом очистки воды, как при удалении органических веществ, так и неорганических загрязняющих веществ, в том числе и тяжелых металлов [1, 2].

Целью данной работы является сравнение эффективности очистки слабозагрязненных вод от Cu, Mn, Zn органическим сорбентом – антрацитом и неорганическими – цеолитом, диатомитом, песком и стеклом. Объектами исследования являются неорганические сорбенты: кварцевый песок («Поликварц» Москва), стекло (AFM Шотландия), цеолит (Казань, $t=500\text{ }^{\circ}\text{C}$), диатомит (Инза, $t=900\text{ }^{\circ}\text{C}$) и органические: антрацит (Екатеринбург).

Для проведения эксперимента были приготовлены растворы, содержащие загрязняющие вещества (Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) в концентрациях 0, 0.01 ммоль/л; 0.02 ммоль/л; 0.2 ммоль/л; 1 ммоль/л и 2 ммоль/л. В ходе статического эксперимента сорбент с рабочим раствором смешивали в соотношении 1:167, затем перемешивали на ротаторе в течение 12 часов, далее оставляли на 12 часов, операцию повторяли два раза. После 48 часов растворы фильтровали. Остаточную концентрацию ионов металлов определяли при помощи метода атомно-абсорбционной спектроскопии.

Как видно из рисунка 1, сорбция Cu и Zn выше на неорганических сорбентах, чем на органических. Наиболее эффективным сорбентом в отношении изученных металлов является цеолит, что согласуется с данными полученными ElSayed E. (2018) и Zasadko I. (2019) и объясняется более высокой площадью поверхности.

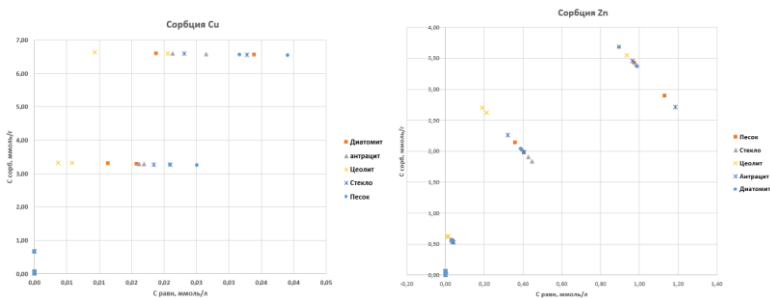


Рис. 1. Сорбция Cu и Zn на органических и неорганических сорбентах
 Список использованной литературы:

1. ElSayed E. S. E. B. Natural diatomite as an effective adsorbent for heavy metals in water and wastewater treatment (a batch study) //Water Science. – 2018. – Т. 32. – №. 1. – С. 32-43.
2. Zasadko I. et al. Complex technology of sewage purification from heavy-metal ions by natural adsorbents and utilization of sewage sludge //Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Т. 20. – №. 5. – С. 209-216.

Растворение биотита под действием биотических и абиотических факторов в условиях модельного эксперимента

Воробьева Анастасия Антоновна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

факультет почвоведения, Москва, Россия

E-mail: vorobyova_96@list.ru

Биотит является источником доступного К для растений и микроорганизмов в почве. Выветривание биотита приводит к высвобождению из кристаллической решетки межслоевого К и трансформации биотита в другие слоистые алюмосиликаты, такие как вермикулит, монтмориллонит и почвенный хлорит, что приводит к изменению сорбционных свойств почвы [1]. В условиях почвообразования биотит выветривается под действием биотических и абиотических факторов/

Целью нашей работы было оценить влияние абиотических и биотических факторов на процесс трансформации биотита в модельном эксперименте. Для изучения абиотических факторов навески биотита обрабатывались 0,0005М растворами соляной, щавелевой, лимонной, салициловой и бензойной кислот в присутствии азида натрия в течение 5, 12, 22, 42, 71, 107, 161 суток при начальном значении pH=4,5.

Роль биотических факторов в трансформации биотита оценивали в экспериментах в присутствии бактерий и грибов, выделенных из органогенного горизонта подзолистой почвы. Биотит инкубировали с бактериями и грибами в среде, не содержащей К и Mg.

В течение всего срока проведения экспериментов контролировали значение pH. После инкубации изучали катионный состав жидкой фазы с помощью ICP-OES. Содержание органических кислот измеряли методом капиллярного электро-

фореза со спектрофотометрическим детектором. Для биотита до и после инкубации были получены рентгендифрактограммы на приборе MiniFlex 600, Ригаку (Япония).

Инкубация биотита с органическими кислотами привела к большему растворению минерала по сравнению с воздействием соляной кислоты. Органические кислоты можно выстроить в последовательность по силе воздействия на биотит: лимонная > щавелевая > салициловая > бензойная. Воздействие кислот коррелирует с константами устойчивости комплексных соединений анионов перечисленных кислот с катионами кристаллической решетки биотита. Несмотря на увеличение концентрации К, Mg, Fe, Al, Si в жидкой фазе во время инкубации методом XRD изменения в кристаллической решетке обнаружены не были.

Взаимодействие биотита с почвенными микроорганизмами привело к более значимым изменениям в структуре минерала. На четвертый день эксперимента с грибами биотит частично трансформировался в вермикулит и смешанослойный биотит-вермикулит. Аналогичные изменения произошли и при воздействии на биотит бактерий, однако вермикулит образовался только на 11 день эксперимента.

Установлено, что в условиях проведенного эксперимента органические кислоты, продуцируемые бактериями и грибами, способствуют более интенсивному растворению и более глубоким трансформационным изменениям биотита в лабильные структуры по сравнению с соляной кислотой. Грибы трансформировали кристаллическую решетку биотита быстрее, чем бактерии.

Литература:

1. И. И. Толпешта, Т. А. Соколова, А. А. Воробьева, Ю. Г. Изосимова Трансформация триоктаэдрической слюды в верхнем минеральном горизонте подзолистой почвы по результатам двухлетнего полевого эксперимента // *Почвоведение*. — 2018. — № 7. — С. 868–881.

Содержание органического углерода в поверхностных горизонтах прибрежных почв Камчатского края

Гилёв А.М., Брикманс А.В.

Студент

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Институт Мирового океана, кафедра почвоведения, Владивосток, Россия

E-mail: andrey.gilev2001@mail.ru

Исследование содержания органического углерода ($C_{орг}$) в почвах Камчатского края играет важную роль в моделировании углеродного цикла и выявлении особенностей образования гумуса в этом регионе. Углерод является показателем гумусного состояния почв, что важно для определения процесса гумусообразования. Прибрежные почвы п-ова Камчатки характеризуются специфичным типом растительности и гранулометрическим составом, не способствующим к накоплению высоких концентраций $C_{орг}$ [2]. Цель работы - исследование содержания органического углерода в поверхностных горизонтах прибрежных почв Камчатского края.

Объектами исследования являются поверхностные горизонты прибрежных почв, сформированных в зоне перехода от континента к океану. Исследуемые

почвы относятся к слоисто-аллювиальным и литостратам. Отбор почв происходил в трех районах: бухта Малая лагерная, Халактырский пляж и набережная г. Петропавловска-Камчатского. Определение органического углерода осуществлялось в лаборатории мокрым сжиганием по Тюрину [1]. Данные по содержанию органического углерода представлены в таблице.

Таблица. Содержание $S_{орг}$ в поверхностных слоях почв Камчатского края

Объекты исследования	$S_{орг}$ (%)
б. Завойко, пляж Большая Лагерная	0,53
б. Завойко, пляж Большая Лагерная, литострат	0,13
б. Завойко, пляж Малая Лагерная, севернее м. Черные скалы	0,23
б. Завойко, пляж Малая Лагерная, севернее м. Черные скалы литострат	0,16
б. Завойко, пляж Вертолетка	0,20
б. Завойко, пляж Вертолетка, литострат	0,19
Набережная г. Петропавловск-Камчатский	4,21
Халактырский пляж, напротив скалы Ворота	0,08
Халактырский пляж, напротив скалы Ворота, литострат	0,06
Территория базы серферов, Халактырский пляж	0,11
Территория базы серферов, Халактырский пляж литострат	0,06
Северная часть Халактырского пляжа	0,08
Северная часть Халактырского пляжа, литострат	0,06

Результаты исследований показали высокое содержание $S_{орг}$ на Набережной г. Петропавловск-Камчатский (4,21%), за счет переуплотнения, тяжелого гранулометрического состава и формирования дернины под травянистой растительностью в поверхностном горизонте. В остальных почвах содержание $S_{орг}$ варьировалось от 0,08%–0,53% в ненарушенных почвах и от 0,06%–0,19% в литостратах. Таким образом, как нарушенные, так и ненарушенные почвы исследуемой территории являются низкогумусированными за счет специфики почвообразования и базовых параметров почв.

Работа выполнена по гос. заданию Минобрнауки РФ №FZNS-2023–0020.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М., Изд.-во МГУ, 1970. – 480 с.

Казаков, Н. В. Особенности некоторых камчатских почв и необходимость их сохранения / Н. В. Казаков // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2022. – № 61. – С. 82-92. – DOI 10.17217/2079-0333-2022-61-82-92.

**Металл-органические каркасные полимеры для ремедиации почв,
загрязненных тяжелыми металлами**
Грицай М.А.¹, Бауэр Т.В.², Поляков В.А.¹, Бутова В.В.¹

Аспирант

¹Южный федеральный университет, Международный исследовательский институт интеллектуальных материалов, Ростов-на-Дону, Россия

²Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: gribsai@sfedu.ru

Загрязнение почвы тяжелыми металлами (ТМ) является одной из серьезных проблем, с которыми мир столкнулся в последние десятилетия в результате быстрой индустриализации. Ионы тяжелых металлов весьма токсичны даже при низкой концентрации, не поддаются химическому и микробному разложению и трудно удаляются после попадания в почву. Кроме того, повышенная концентрация ТМ в почве делает ее непригодной для дальнейшего сельскохозяйственного использования. Для решения этой проблемы могут быть использованы различные методы ремедиации, например, выемка грунта и его локализация, промывка почвы и химическая стабилизация, фиторемедиация. Химическая стабилизация является достаточно практичным, экономичным и экологически чистым методом ремедиации загрязненных почв, позволяющим стабилизировать ТМ и минимизировать их миграцию.Metalлоорганические каркасные полимеры (МОКП) представляют собой весьма конкурентоспособный стабилизатор, благодаря своим исключительным свойствам, таким как большая площадь удельной поверхности, хорошо развитая пористая структура, химическая и термическая стабильность, что может способствовать адсорбции и иммобилизации ТМ в загрязненных почвах. Структура данных полимеров состоит из ионов металлов или их кластеров, связанных органическими лигандами, выбор которых позволяет настраивать размеры пор под конкретные задачи.

В представленной работе проведено исследование сорбционных свойств разных семейств МОКП, таких как UiO-66, UiO-66-BA, UiO-66-NH₂, UiO-66-NH₂-BA, MIL-100(Fe), MOF-801, MOF-801 FA и ZIF-8 ST, ZIF-8 MW. Эти МОКП выбраны благодаря их высоким значениям удельной площади поверхности и адсорбционной эффективности. Синтезированные образцы были полностью охарактеризованы с использованием порошковой рентгеновской дифракции (XRD), ИК-спектроскопии, термогравиметрического анализа (ТГА), электронной микроскопии и низкотемпературной адсорбции азота. Во всех синтезированных образцах проведены исследования адсорбции ионов Zn²⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Ni²⁺, Cr³⁺, Cd²⁺, Mn²⁺ из растворов азотнокислой соли различных концентраций (0,005; 0,02; 0,06; 0,1 М). Сохранение кристаллической структуры МОКП контролировалось с помощью XRD, а сорбционная емкость материала была определена методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (XRF).

Во всех случаях образец MIL-100(Fe) проявил наибольшую сорбционную емкость по отношению к металлам из-за наибольшей удельной площади поверхности (1930 м²/г) и наибольшего размера пор (25 и 29 Å). Наименьшей поглощательной способностью по отношению к ТМ показал MOF-801. Семейство МОКП ZIF-8 подвержены деградации каркаса при сорбции металлов.

Таким образом, синтезированные металлоорганические каркасные полимеры могут быть использованы как новый высокоэффективный материал для ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

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

Влияние бинарных полиэлектролитных составов на подвижность тяжелых металлов в модельном эксперименте

Добровольская Варвара Валерьевна

Студент, 4 курс бакалавриата

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

E-mail: dobr.varvara.2002@gmail.com

За последние десятилетия в разработке экологически безопасных агротехнологий особое внимание уделяется полимерным материалам. Современные полимерные рецептуры применяют в качестве влагоудерживающих агентов, для стабилизации почвенной структуры, рекультивации загрязненных территорий.

Помимо индивидуальных полимеров, перспективно использование бинарных композитов, состоящих из различных полиэлектролитов (ПЭ). В качестве их составляющих выступают гуминовые препараты. Они способны связывать токсиканты.

Отрицательно заряженные полиэлектролиты (ПЭ) способны связывать катионы ТМ и снижать их подвижность в почве. Известна способность гуминовых веществ (природных полиамфолитов) связывать ТМ.

Целью исследования было изучить влияние бинарных композитов на основе ГИПАНа и 2х видов гуминовых препаратов на подвижность Cu, Zn, Pb и Cd в дерново-подзолистой почве в условиях модельного загрязнения. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: в лабораторном эксперименте на почвенно-полимерных смесях с модельным загрязнением тяжелых металлов в дозе 4 ОДК определить содержание Cu, Zn, Pb и Cd в водной и аммонийно-ацетатной вытяжках.

Объектами исследования были выбраны: дерново-подзолистая почва, горизонт Апах. А также следующие полиэлектролиты: гидролизированный полиакрилонитрил, лигногумат, сахалинский гумат и их смеси в соотношении 1:1 или 1:2.

Эксперимент проводился с использованием полимерно-почвенных смесей, где полиэлектролиты добавлялись к почве в дозе 0,9% по сухому веществу. Эксперимент также включал модельное загрязнение токсичными металлами с формой внесения в виде растворов солей. После инкубации смесей в течение 10 дней было проведено определение содержания токсичных металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты исследования показали, что внесение полиэлектролитов и их комплексов в почву приводит к изменению подвижности тяжелых металлов и снижению их токсичности. Этот эффект был продемонстрирован при проведении фитотеста.

Литература

- 1) Пукальчик, М. А., Терехова, В. А., Якименко, О. С., & Акулова, М. И. (2016). Сравнение ремедиационных эффектов Биочара и Лигногумата на почвы при полиметаллическом загрязнении. Теоретическая и прикладная экология, (2), 79-85.

- 2) Степанов А. А., Якименко О. С. Ремедиация загрязненных городских почв с применением гуминовых препаратов //Живые и биокосные системы. – 2016. – №. 18. –С. 5-5.

**Механизм сорбции бенз(а)пирена почвой прибрежных территорий
Таганрогского залива**

Дудникова Т.С., Попов В.Р., Немцева А.А., Шуваев Е.Г., Иванцов А.В.

Аспирант 2-го года

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

E-mail: tyto98@yandex.ru

Бенз(а)пирен является веществом первого класса опасности, содержание которого в почве не должно превышать 20 нг/г согласно ГН 2.1.7.2041-06. Поступление поллютанта в почвы прибрежных территорий связано прежде всего с разливами топлив. При этом его содержание в эпицентрах или вблизи разливов соответствует концентрациям в сотни раз превышающим ПДК (Dudnikova et al., 2023), что может создавать угрозу перетолжения полиарена вследствие течения рек, апвеллинга и приливно-отливных явлений, характерных береговой зоне. В этой связи требуется создание системы прогнозирования содержания бенз(а)пирена в почве побережья. Основой подобной системы прогнозирования являются исследования, посвященные механизмам сорбции поллютанта почвой прибрежных территорий. Цель исследования состояла в изучении механизма сорбции бенз(а)пирена почвами прибрежных территорий.

Анализ сорбции бенз(а)пирена выполнен на аллювиальной луговой почве (0-20), как наиболее распространенном типе прибрежной зоны Таганрогского залива. Для изучения особенностей адсорбции ПАУ почвой использовали методику сорбции ПАУ по Gao et al (2007) и Yu et al (2011). Почва характеризуется как тяжелый суглинок с содержанием физической глины – 46,4%, ила – 25,9%, pH – 7,5, Сорб – 1,4%. Поскольку растворимость в воде ПАУ очень низкая, рабочий раствор был приготовлен в ацетонитриле в концентрации бенз(а)пирена 3 мг/мл. Концентрация рабочего раствора составляла 3 мг/мл. Массовое отношение жидкой и твердой фаз составляло - 1:40. Для чего в навески массой 0,25 г внесли 0,33, 1,0, 2,0, 2,7 и 3,3 рабочего раствора и доводили до 10 мл общего объема для достижения заданных концентраций: 0,099, 0,3, 0,6, 1,2, 2,4 мг/мл. После чего смесь центрифугировали в течение 15 минут. Содержание ПАУ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1260. Исследование механизмов сорбции ПАУ проведено с использованием двухпараметрического уравнения Ленгмюра.

В результате исследования установлено, что при концентрации Бенз(а)пирена в растворе 0,1, 0,3, 0,6, 0,8 и 1,0 мг/л равновесная концентрация поллютанта в растворе соответствует 0,07, 0,24, 0,51, 1,09 и 2,29 мг/л, а поглощенная – 0,03, 0,06, 0,09, 0,11 и 0,11 мг/л. Экспериментально полученная изотерма сорбции бенз(а)пирена почвой схожа с S и L-формой по классификации Джэйлса (1987) и с I(b) группой по классификации ИЮПАК, что свидетельствует о наличии микропор в изучаемом образце. Уравнение Ленгмюра, основанное на предположении

о мономолекулярном характере адсорбции вещества описывает полученную изотерму с $R^2 = 0,95$.

Таким образом, изучен механизм сорбции бенз(а)пирена аллювиальной луговой почвой прибрежной зоны Таганрогского залива. Показано, что модель адсорбции Лэнгмюра описывает изотермы адсорбции бенз(а)пирена с $R^2=0,95$, что свидетельствует о наличие микропор в образце аллювиальной луговой насыщенной почве, а также указывает на монослойный характер поглощения поллютанта.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФ № 20-14-00317.

Оценка физико-химических характеристик грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива на примере экосистемы Невской губы

Ефременко Валерия Викторовна

Аспирант

Чебыкина Екатерина Юрьевна

К.б.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: valeriyaefr@gmail.com

Прибрежно-водные территории Финского залива представляют собой экосистемы, обладающие значительной экологической и социо-экономической значимостью. Они являются очагами биологического разнообразия и играют ключевую роль в региональной экономике, связанной с рыболовством, туризмом и рекреацией. Защита этих территорий от антропогенных воздействий, в частности от аварийных разливов нефти, становится всё более важной задачей в контексте устойчивого развития региона [1].

Целью настоящего исследования является анализ физико-химических характеристик грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива на примере Невской губы. Исследование направлено на выявление особенностей природной среды данного региона и получение исходных данных для разработки стратегии защиты участков береговой линии Невской губы при аварийном разливе нефти и нефтепродуктов.

Разнообразие береговой линии Невской губы требует комплексного подхода к управлению рисками нефтеразливов, учитывая как естественные, так и техногенные аспекты для обеспечения эффективной защиты и устойчивости этих территорий.

По результатам проведённого анализа содержание углерода органических соединений в пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы без водной растительности варьирует от 0,01 до 0,47% (рисунок 1, а).

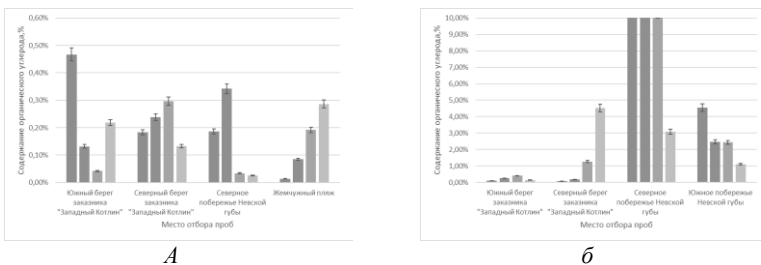


Рисунок 1 - Содержание углерода органических соединений по методу И.В.Тюрина [6] в отобранных пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы

а - без водной растительности, *б* - с водной растительности

В пробах с водной растительностью концентрация углерода значительно выше, варьируется от 0,07% до 12,27% (рисунок 1, б). Подобное различие в содержании углерода указывает на ключевую роль водной растительности в накоплении и сохранении органического вещества в прибрежных экосистемах.

Содержание углерода органических соединений ($C_{орг}$) в пробах с водной растительностью превышает $C_{орг}$ в пробах без водной растительности. Статистический анализ показал, что это различие является статистически значимым на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Механический состав имеет значительное влияние на устойчивость грунта к нефтяному загрязнению. Анализ механического состава грунтов показал, что во всех исследованных точках преобладают пески рыхлые и супеси. Супеси по результатам определения емкости катионного обмена имеют большую поглощательную способность по сравнению с песками. Более высокая емкость катионного обмена у супесей по сравнению с песками способствует эффективному удержанию нефтяных загрязнений. Обменные ионы на поверхности супесей могут связываться с нефтепродуктами и удерживать их в верхних слоях грунта.

Таким образом, участки с преобладанием супесей и наличием водной растительности оказались более устойчивыми к нефте разливам. Водная растительность в сочетании с более высокой емкостью катионного обмена супесей по сравнению с песками, способствует удержанию и биоразложению нефтепродуктов, ограничивая глубину проникновения и распространение загрязнения.

Результаты оценки экологической устойчивости грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива к нефте разливам на примере Невской губы подчеркивают несколько основных факторов, влияющих на эту устойчивость, таких как механический состав грунта и наличие водной растительности. В работе также рассмотрены сценарии аварийного разлива нефти относительно близости участков береговой линии к судоходным маршрутам. Комбинация этих элементов обеспечивает более точную картину потенциальной экологической устойчивости конкретных участков. Таким образом, именно комплексный подход к оценке различных факторов и сценариев является наиболее показательным для определения устойчивости прибрежных территорий к нефте разливам.

В качестве превентивных мер рекомендуется следующее:

1. Акцентировать внимание на постоянном мониторинге уязвимых участков и разработке превентивных мер для минимизации рисков разливов нефти.
2. Усилить готовность к оперативному реагированию на разливы нефти, обеспечив в том числе ресурсы для быстрой и эффективной ликвидации загрязнения.
3. Рассмотреть возможности для улучшения устойчивости уязвимых участков, включая реабилитацию и укрепление экосистем.
4. Развивать межсекторальное сотрудничество для обмена знаниями, опыта и ресурсов для противодействия и минимизации нефтезагрязнения. Данный подход направлен на объединение усилий различных отраслей экономики и сфер общественной жизни для решения сложных задач, включая разработку совместных планов аварийного реагирования, обмен технологиями очистки и восстановления грунтов, а также совместное финансирование исследований и разработку законодательных инициатив для защиты окружающей среды.

Литература

1. Бредис О. А. Геоэкологическая оценка побережья Финского залива в пределах Курортного района Санкт-Петербурга // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2012. №147. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskaya-otsenka-poberezhya-finskogo-zaliva-v-predelah-kurortnogo-rayona-sankt-peterburga> (дата обращения: 30.09.2023).
2. Atlas of geological and environmental geological maps of the Russian area of the Baltic Sea / Гл. ред. О. В. Петров; авт.: А. В. Амантов и др. - Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2010. - 1 атл. (77 с.): цв., карты, схемы, текст, табл., диагр., профили, разрезы, ил.; 31x44см.; ISBN 978-5-93761-165-9, : 500 экз.
3. 17.4.3.01-2017 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»
4. ГОСТ ISO 11464-2015 «Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа»
5. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава»
6. Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. Химический анализ почв: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1995. 264 с. ISBN 5-288-01019-6.

Химические свойства гуминового биостимулятора «Лигногумат» на разных стадиях его синтеза

Журба В.С.

Студентка 3 курса

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

E-mail: zhurbaviktoria@mail.ru

Гуминовые продукты (ГП) все шире используются в сельском хозяйстве, рассматриваясь в настоящее время как основная категория биостимуляторов. Химический состав и эффективность ГП как стимуляторов роста растений варьируются в зависимости от источника органического вещества, процессов экстракции

и модификации технологий, используемых для получения продуктов [1]. Поэтому химическая характеристика поступающих на рынок ГП в сочетании с проверкой их эффективности в качестве биостимуляторов является актуальной комплексной задачей. Технология производства одного из ГП - «Лигногумат» - основана на термической гидролитико-окислительной конверсии технических лигносульфонатов под высоким давлением.

Целью данной работы было охарактеризовать химический состав продукта «Лигногумат» в нескольких пробах, взятых в разные сроки технологического процесса, а также выявить качественные различия состава ЛГ в зависимости от времени. В качестве объектов были выбраны образцы «Лигногумат» с периодом варки 15, 30, 60, 80 и 120 минут, а также рабочий раствор лигносульфоната с временем варки 0 минут.

В результате исследования установлено, что рН растворов составляет 8-10 и уменьшается в процессе синтеза ЛГ из сырья с 0 до 120 минут, а плотность увеличивается от 1,08 г/мл – до 1,14 г/мл, при этом процент сухого вещества находится приблизительно на одном уровне – 23,4%. Содержание общего углерода С в процессе варки до 60 минут увеличивается с 58,22 г/л до 65,87 г/л, потом постепенно снижается. Идет постепенный синтез гуминоподобных веществ (ГПВ): доля ГК в составе ОВ возрастает от 40-50% в первые 60 минут синтеза, а после 80 мин достигает 80%. Трансформацию органического вещества оценивали по оптическим свойствам растворов в УФ и видимой областях спектра. Спектр поглощения рабочего раствора отличался от спектров проб, подверженных искусственной гумификации. Спектр рабочего раствора характеризуется наименьшей оптической плотностью, наличием максимума при 285 нм и плечом при 235 нм, что указывает на присутствие фенольных соединений. С увеличением продолжительности обработки (времени окисления) поглощение возрастает, плечо при 235 нм исчезает, а интенсивность пика при 285 нм становится менее выраженной. Вероятно, происходит уменьшение низкомолекулярных фенольных соединений за счет поликонденсации и синтеза гуминоподобных веществ с повышенной степенью конденсации. Рассчитанные спектральные показатели свидетельствуют о том, что молекулярные массы со временем варки снижаются, тоже самое происходит со степенью сопряженности ароматического кольца, а ароматичность возрастает. Также было получено подтверждение того, что после 60 мин синтеза образуются стабильные гумино-подобные вещества.

Литература

1. Якименко О. С., Терехова В. А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации //Почвоведение. – 2011. – №. 11. – С. 1334-1343.

Экстракция лабильных форм углерода и азота в водной и солевой вытяжках

Кирюхина С.А., Кадулин М.С.

Студент; научный сотрудник

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, Россия
arm54yet@yandex.ru; tubmaxxl@mail.ru

Традиционно определение содержания лабильных форм углерода и азота в почве проводят в солевых вытяжках с применением сульфата калия и хлоридов кальция, калия и натрия в концентрации, нехарактерной для незасоленных почв. В этой связи водная вытяжка является большим приближением к почвенному раствору, чем солевая.

Ранее проводились исследования, в которых была показана возможность экстракции С и N из почвы в солевой вытяжке с низкой, по сравнению со стандартной методикой, концентрацией сульфата калия. В связи с этим, целью моей работы является показать возможность использования водной вытяжки для характеристики содержания лабильных форм углерода и азота в почве.

В работе поставлены следующие задачи:

1. Определение содержания растворимых форм углерода и азота, а также С и N микробной биомассы
2. Оценка качественного состава экстрагируемого органического вещества
3. Оценка влияния почвенных свойств на эффективность водной экстракции лабильных форм С и N в водной вытяжке по сравнению с солевой (0,05M K₂SO₄) вытяжкой

Объектами исследования являются органогенные горизонты, а также гумусово-аккумулятивные горизонты зональных почв: дерново-подзолистой, светло-серой лесной, темно-серой лесной, чернозёма, каштановой, бурой полупустынной. Помимо этого, исследовались донные отложения Карского моря.

Для исследования почв используются следующие методы:

1. Получение вытяжек почва:раствор в соотношении 1:5 и 1:50 и последовательной фильтрацией через синюю ленту и мембранный фильтр
2. Кислотность (рН_{Н2О}) и окислительно-восстановительный потенциал вытяжек – потенциометрическим методом
3. Экстрагируемые формы углерода и азота – на автоматическом анализаторе TOC-VCPN, а также углерод и азот микробной биомассы – методом флуориметрии-экстракции

В ходе работы было показано, что водную вытяжку можно напрямую использовать для оценки содержания:

1.1. в гумусово-аккумулятивных и органогенных горизонтах - углерода микробной биомассы (С_{микр}), в органогенных горизонтах - растворимого углерода (С_{эстр}), а также растворимого (N_{эстр}) и микробного азота (N_{микр}).

2. В гумусово-аккумулятивных горизонтах в водной вытяжке по сравнению с солевой происходит завышение содержания растворимого углерода (С_{эстр}), а также занижение растворимого (N_{эстр}) и микробного азота (N_{микр}).

Список использованных источников

1. Абакумов Е. В., Попов А. И. Определение в одной пробе почвы углерода, азота, окисляемости органического вещества и углерода карбонатов //Почвоведение. –2005. №. 2.С. 186-194.
2. Ганжара Н. Ф., Борисов Б. А. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв. – 1997.
3. Гришина Л. А., Орлов Д. С. Система показателей гумусного состояния почв//Проблемы почвоведения. М.: Наука. – 1978. – С. 42-47.

4. Евдокимов И.В. Методы определения биомассы почвенных микроорганизмов //Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. №. 3. С. 1-20.
5. Макаров М.И., Шулева М.С., Малышева Т.И., Меняйло О.В. Растворимость лабильных форм азота и углерода почв в K₂SO₄ разной концентрации //Почвоведение. 2013. №. 4. С. 408.
6. Мамонтов В.Г., Мамутов Ж., Кузелев М.М. О лабильной форме органических веществ почвы //Почвоведение и агрохимия. 2011. №. 3. С. 55-66.
7. Орлов Д.С. Химия почв: учебник, 2-е издание, переработанное и дополненное.1992.
8. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование:(Методы и результаты изучения). – Наука. Ленингр. отд-ние, 1980.
9. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии //Л.: Сельхозгиз. 1937.
10. Чернов Т.И., Железова А.Д. Динамика микробных сообществ почвы в различных диапазонах времени (обзор) //Почвоведение. 2020. №. 5. С. 590-600.
11. Brookes P.C., Landman A., Pruden, G., & Jenkinson, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil // Soil biology and biochemistry. 1985. V. 17. №. 6.P. 837-842. 52
12. Durenkamp M., Luo Y., Brookes P.C. Impact of black carbon addition to soil on the determination of soil microbial biomass by fumigation extraction //Soil Biology and Biochemistry. 2010. V . 42. №. 11. P. 2026-2029.
13. Gregorich E.G., Liang B.C., Drury C.F., Mackenzie A.F., McGill W.B. Elucidation of the source and turnover of water soluble and microbial biomass carbon in agricultural soils // Soil Biol. Biochem. 2000. V. 32. P. 581– 587.
14. Haney R.L., Franzluebbbers A.J., Hons F.M., Hossner L.R., Zuberer D.A. Molar concentration of K₂SO₄ and soil pH affect estimation of extractable C with chloroform fumigation–extraction // Soil Biology and Biochemistry. 2001. V. 33. №. 11. P. 1501-1507.
15. Haney R.L., Franzluebbbers A.J., Hons F.M., Zuberer D.A. Soil C extracted with water or K₂SO₄: pH effect on determination of microbial biomass // Canadian Journal of Soil Science. 1999. V. 79. №. 4. P. 529-533.
16. Jenkinson D.S. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil //Advances in nitrogen cycling. 1988. P. 368-386.
17. Jenkinson D.S. Studies on the decomposition of plant material in soil: II. Partial sterilization of soil and the soil biomass //Journal of Soil Science. 1966. V. 17. №. 2. P. 280-302.
18. Jenkinson D.S., Powlson D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil—V: a method for measuring soil biomass //Soil biology and Biochemistry. 1976. V. 8. №. 3. P. 209-213.
19. Joergensen R.G. The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: extraction with 0.01 M CaCl₂ // Agribiological research (Germany). 1995. 20. Lu C. et al. Reactive nitrogen in turfgrass systems: Relations to soil physical, chemical, and biological properties //Journal of environmental quality. 2015. V. 44. №. 1. P. 210-218.
21. Murage E.W., Voroney P.R. Modification of the original chloroform fumigation extraction technique to allow measurement of $\delta^{13}\text{C}$ of soil microbial biomass carbon //Soil Biology and Biochemistry. 2007. V. 39. №. 7. P. 1724-1729. 53

22. Ross D. J. Influence of sieve mesh size on estimates of microbial carbon and nitrogen by fumigation-extraction procedures in soils under pasture //Soil biology and biochemistry. 1992. V. 24. №. 4. P. 343-350.

23. Swenson T.L., Jenkins S., Bowen B.P., Northen T.R. Untargeted soil metabolomics methods for analysis of extractable organic matter //Soil Biology and Biochemistry. 2015. V. 80. P. 189-198.

24. Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C // Soil biology and Biochemistry. 1987. V. 19. №. 6. P. 703- 707.

25. Weishaar., James L. Evaluation of specific ultraviolet absorbance as an indicator of the chemical composition and reactivity of dissolved organic carbon //Environmental science & technology. 2003. V. 37. №. 20. P. 4702-4708.

26. Xiaodong Zheng X. C., Chengming Liang Y. H., Jinshui Wu Y. S. Influence of extractants and filter materials in the extraction of dissolved organic matter (DOM) from subtropical agricultural soil //Emirates Journal of Food and Agriculture. 2018. P. 165-172.

**Кислотно-основная буферность чернозема южного разного
гранулометрического состава при загрязнении кадмием, свинцом и
мышьяком**

*Ларина Э.В., Лацынник Е.С., Аллилуев И.А., Хатламаджиян А.А., Николай-
чук А.А., Бурачевская М.В.*

Студент, 1 курса магистратуры

*ФГБОУ ВО "Южный федеральный университет", Академия биологии и
биотехнологии им. Д.И. Иваноцкого, кафедра почвоведения и оценки земельных
ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: elarina@sfnu.ru

Кислотно-основная буферность почвы является одной из фундаментальных почвенно-химических характеристик и фактором противодействия к некоторым видам физико-химической деградаци почв [1]. Оценивая способность почвы противостоять изменению значений рН при добавлении кислоты или основания, можно описать особенности почвенных процессов с участием протонов и общее экологическое состояние почв. Выявление изменения параметров кислотно-основной буферности почв необходимо для разработки объективного критерия оценки их качественного состояния.

Цель исследования – оценка кислотно-основной буферности чернозема южного разного гранулометрического состава в условиях загрязнения. Для этого был заложен модельный опыт. Отбирали слой (0-20 см) чернозема южного (Narlic Chernozem, WRB, 2015) среднемощного тяжелосуглинистого с целинного участка, находящегося вдали от возможных источников загрязнения. В сосуды с дренажем помещали по 2 кг подготовленной почвы и вносили водные растворы Na_3AsO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ в дозах 10 ОДК отдельно и совместно. Данная доза соответствует высокому уровню загрязнения. Разный гранулометрический состав почв был получен путем смешивания почвы и прокаленного кварцевого песка в разных соотношениях (25, 50 и 75% от массы почвы). Инкубация проходила при температуре +20-22°C, 60 % от полной влагоемкости и естественном освещении в течение 6 месяцев.

Буферность к основанию и кислоте исследована методом непрерывного потенциометрического титрования водных суспензий (почва : вода – 1 : 25). Изменения проводили от начальной точки титрования до значения pH 3 при титровании 0.1н HCl и до pH 10 при титровании 0.1н NaOH [2]. Титрование проводилось с шагом 0,2 мл и с регистрацией величины pH через 4 минуты после добавления очередной порции титранта. По результатам титрования построены кривые титрования, рассчитаны величина общей буферности и интенсивность буферности.

Выявлено, что чернозем южный обладает высокой устойчивостью к подкислению, что обусловлено физико-химическими свойствами. Суммарная буферность по отношению к кислоте составляет 72 смоль/кг, к основанию – 42 смоль/кг. С облегчением гранулометрического состава общая буферность по отношению к кислоте и щелочи снижается более чем 75% по сравнению с контролем (до 12 и 11 смоль/кг, соответственно). Интенсивность буферности по интервалам pH существенно меняется, максимальные значения этой величины наблюдаются в области самых высоких и самых низких значений pH. Влияние внесения 10 ОДК Cd, Pb, As заключается в смещении основных буферных зон в область более низких pH, что становится особенно заметно с облегчением гранулометрического состава.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-24-00646) в Южном федеральном университете.

Литература

1. Надточий П.П. Кислотно-основная буферность почвы – критерий оценки ее качественного состояния // Почвоведение. – 1998. - №9. – с. 1094-1102.

2. Соколова Т.И., Мотузова Г.В., Малинина М.С., Обуховская Т.Д. Химические основы буферности почв. - М.: МГУ, 1991. – 106 с.

Особенности развития ячменя ярового в условиях загрязнения почв сухостепной зоны бенз(а)пиреном

Немцева А.А., Балабай М.С., Дерябкина И.Г., Попов В.Р., Черникова Н.П.

Студент 1 курса магистратуры

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Email: annetceva@sfnu.ru

Деятельность промышленных предприятий – значимый фактор, оказывающий влияние на все компоненты окружающей среды, в том числе и почву. К наиболее опасным веществам относят бенз(а)пирен (БаП), относящийся к канцерогенам и мутагенам 1 класса опасности. Его содержание в почве подлежит нормированию, предельно допустимая концентрация (ПДК) составляет 20 нг/г. Накопление БаП в наиболее плодородных почвах сухостепной зоны, вовлеченных в сельскохозяйственный оборот может привести к аккумуляции БаП в культурных растениях, потерям их урожайности, снижению качества и безопасности производимой продукции растениеводства. В этой связи цель работы состояла в определении особенностей развития ячменя ярового в условиях загрязнения разных типов почв БаП.

Объектом исследования являлись солонец и каштановая слабосолонцеватая почва, отобранные на особо охраняемой природной территории государственного биосферного заповедника «Ростовский» (0–20 см). Содержание физической глины в почвах составляло 52% и 50%, ила – 31% и 35%, Сорг - 2,8% и 2,1%, плотного остатка - 0,12% и 0,33%, обменного Na^+ 1,22 смоль (экв)/кг и 4,45 смоль (экв)/кг, рН составили - 8,0 и 8,6 в каштановой почве и солонце, соответственно. Предварительно просушенную и просеянную почву в количестве 100 г помещали в чашки Петри. На поверхность почвы вносили раствор БаП в ацетонитриле для создания концентрации загрязняющего вещества в почве 400 нг/г, 800 нг/г и 1200 нг/г, что соответствует 20 ПДК, 40 ПДК и 60 ПДК. Период инкубации почвы, загрязненной БаП, составил 7 суток, по истечению которых почвы засеивались тест-культурой - ячменем яровым (*Hordeum Sativum*) сорта «Ратник» в количестве 15 семян на 1 чашку Петри. Отбор проб растений осуществляли через 10 дней, при этом наблюдалась фаза развития второго листа. Повторность опыта трехкратная. После отбора проб измеряли длину корней и стеблей тест культуры.

В результате исследования установлено, что длина корней и стеблей ячменя, произрастающего на незагрязненной каштановой почве, составила 96 и 104 мм, на солонце - 90 и 91 мм соответственно. При внесении 20 ПДК БаП в каштановую почву длина корня и стебля ячменя снизилась на 22 и 17 %, в случае с ячменем, выращенном в солонце – на 22 и 31 %. При увеличении концентрации поллютанта до 40 ПДК длина корня и стебля в варианте с каштановой почвой снизилась на 44% и 45 %, в варианте с солонцом – на 49% и 41% соответственно. Наибольшее угнетение измеряемых показателей наблюдалось при повышении концентрации БаП до 60 ПДК (каштановая почва – 95 и 94 %, солонец – 94 и 95 % соответственно).

Таким образом при внесении БаП в каштановую почву и солонец наблюдается замедление роста и развития ячменя ярового. Снижение морфобиометрических характеристик ячменя, произрастающего в условиях загрязнения солонца 20–40 ПДК БаП, значительно ниже, чем у растений, произрастающих на каштановой почве. По мере увеличения дозы с 20 ПДК БаП до 60 ПДК БаП эффект усиливается, длина корней и стеблей снижается на 94–95% по отношению к варианту без загрязнения, что характерно для рассматриваемых типов почв.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 19-74-10046.

**Оценка содержания нитратного азота в почвах Ботанического сада
Оренбургского Государственного Университета**
Петрова Е.Н., Иванова А.А.

Студенты

Оренбургский государственный университет, химико-биологический факультет, Россия

E-mail: katya_05_01_2004@mail.ru, 88551016@mail.ru

Органический азот входит в состав гумуса и органических остатков. Основная масса азотистых соединений почвы недоступна для высших растений и за редкими исключениями подвергается очень медленной минерализации. Процессы превращения соединений азота в почве весьма сложны и многообразны.

Без азота рост и развитие растений невозможны, так как он отвечает за обменные процессы.

Объектом исследования является участок, расположенный в Ботаническом саду ОГУ.

В данной работе применялся ионометрический метод определения нитратного азота. Заключается данный метод в извлечении нитратов раствором алюмокалиевых квасцов с массовой долей 1% или раствором сернокислого калия концентрации ($1/2 \text{ K}_2\text{SO}_4$) = 1 моль/дм³ (1 н.) при соотношении массы пробы почвы и объема раствора 1:2,5 и последующем определении нитратов в вытяжке с помощью ионоселективного электрода [1].

Результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных исследований, показаны на рисунке 1.

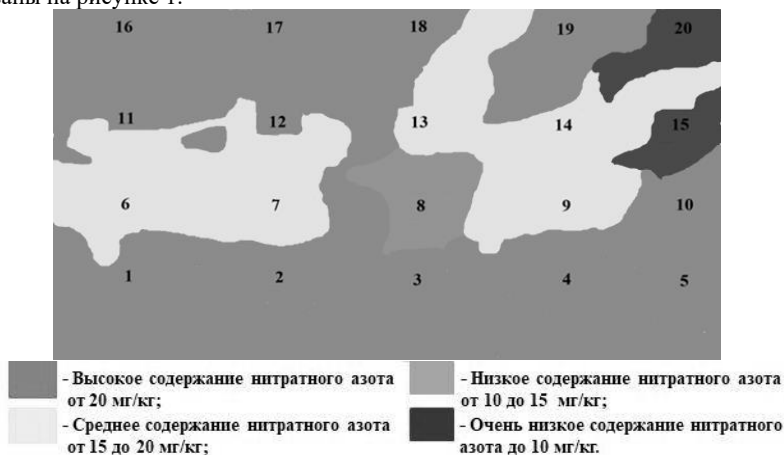


Рисунок 1. Содержание нитратного азота в почвах Ботанического сада

В представленных образцах чернозёма южного содержание нитратного азота варьирует от 7,0 мг/кг до 43,15 мг/кг. Чернозем южный характеризуется высокой обеспеченностью нитратной формы азота. На долю высоко обеспеченных приходится около 60% площади территории, на средне обеспеченных приходится около 25%, на очень низко и низко обеспеченных площади 10% и 5% соответственно.

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод, что почвы Ботанического сада ОГУ имеют высокий уровень содержания нитратного азота. Такая обогащенность азотом позволяет не вносить в почву дополнительные минеральные удобрения.

Литература

1. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом : ГОСТ 26951-86 : государственный стандарт союза СССР : дата введения 30-06-1986.

Лабильное органическое вещество и биологическая активность буроземов Приморского края

Сердюк Валерия Владимировна

Студент 4 курса

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

E-mail: Lerases01@gmail.com

Почвы Дальнего Востока, в частности Приморского края, характеризуются широким типовым разнообразием. Регион отличается особенностями рельефа, климата, состава растительности и материнских пород, а также непосредственным влиянием Тихого океана, что создает уникальные условия для формирования буроземов [1]. На данный момент есть проблемы в классификации данных почв, так как они встречаются на разных породах, в разных широтах, под разной растительностью – поэтому необходимо дальнейшее изучение различных свойств органического вещества (ОВ) и биологической активности для характеристики особенностей формирования буроземов Приморского края.

Цель и задачи работы: охарактеризовать содержание лабильного органического вещества (ЛОВ) и биологическую активность буроземов Приморского края

Объекты исследования: буроземы ненасыщенные на элювиально-делювиальных отложениях, расположенные на юге Приморского края (в Уссурийском городском округе и Надеждинском р-не)

Содержание углерода органических соединений (Сорг) убывает вниз по профилю в каждом из разрезов. В гумусовых горизонтах содержание Сорг максимально в буроземе глееватом мелком легко-средне-тяжелосуглинистом под широколиственным лесом (6,51%), а минимально – в буроземе типичном мелком легко-среднесуглинистом под травянистой растительностью (1,64%). Лабильное органическое вещество (ЛОВ) принимает непосредственное участие в питании растений, формирует водопрочную структуру, служит энергетическим материалом для микроорганизмов [3]. Содержание Слгв было определено в гумусовых и переходных горизонтах и колеблется от 0,67% до 1,54%, достигая максимального содержания также в буроземе глееватом мелком под широколиственным лесом. По градации почв по содержанию лабильных гумусовых веществ [2], исследованные почвы характеризуются высоким содержанием ЛГВ и в гумусовых, и в переходных горизонтах.

Биологическая активность буроземов была охарактеризована по показателям базального (БД) и субстрат-индуцированного дыхания (СИД) и содержанию ферментов (каталазы, инвертазы, дегидрогеназы). Полученные результаты свидетельствуют о высокой биологической активности как по показателям дыхания, так и по содержанию ферментов. Максимальная биологическая активность наблюдается в гумусовых горизонтах и снижается с глубиной во всех разрезах, что говорит о благоприятных условиях для поддержания жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и формирования ОВ.

Список литературы:

1. Иванов Г.И. Почвы Приморского края // Дальневосточное книжное издательство, Владивосток, 1964, 112 с.

2. Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Брусевич О.М. Уровни содержания лабильных гумусовых веществ в пахотных почвах // Известия ТСХА. Выпуск 4, 2009, с. 121-123.

3. Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Быковский Ф.Ф., Сирадж А. Лабильное органическое вещество почвы: номенклатурная схема, методы изучения и агроэкологические функции // Известия ТСХА. Выпуск 4, 2000, с. 93-108

Механизм адсорбции тяжелых металлов черноземом обыкновенным в присутствии биочара

Хронюк Олег Евгеньевич, Бауэр Татьяна Владимировна, Барахов Анатолий Вадимович, Болдырева Вероника Эдуардовна

студент, старший научный сотрудник, научный сотрудник, преподаватель

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: hronyuk@sfedu.ru

Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) является одной из наиболее важных проблем для окружающей среды и здоровья человека. За последние годы разработаны различные in-situ и ex-situ технологии ремедиации загрязненных почв, получившие широкое распространение. Отдельного внимания заслуживают подходы, связанные с внесением различных сорбентов. Основной принцип их внесения основан на сорбции и, как следствие, стабилизации поллютантов. Биочар является перспективным сорбентом, ввиду своих характеристик и низкой стоимости производства, получаемый в ходе пиролиза органических отходов. В данной работе изучено влияние биочара на адсорбционную способность чернозема обыкновенного карбонатного по отношению к ТМ (на примере Cd) с использованием метода построения изотерм в сочетании с методами XRD и SEM-EDX.

Исследование поглощательной способности почвы без и с добавлением биочара в дозе $2_{\text{масс}}\%$ по отношению к Cd было проведено в серии лабораторных экспериментов с использованием растворов нитратных солей металла в концентрациях 0,5; 1; 2; 4; 6; 8 и 10 $\text{мМ}\cdot\text{л}^{-1}$. Массовое отношение жидкой и твердой фаз составляло 1:10, взбалтывание в течение часа и суточное отстаивание. Концентрация ионов ТМ в водном растворе определены методом ААС.

Установлено, что рассчитанные с использованием уравнения Ленгмюра значения максимальной адсорбционной емкости (C_{∞}) и прочности связи адсорбата с адсорбентом (K_L) больше на варианте с добавлением к почве биочара ($C_{\infty} = 70,9 \text{ мМ}\cdot\text{кг}^{-1}$ и $K_L = 60,7 \text{ л}\cdot\text{мМ}^{-1}$) по сравнению с почвой без внесения сорбента ($C_{\infty} = 29,9 \text{ мМ}\cdot\text{кг}^{-1}$ и $K_L = 18,2 \text{ л}\cdot\text{мМ}^{-1}$).

Рассчитанный по K_L параметр изменения свободной энергии Гиббса ($-\Delta G = 7,2 \text{ кДж}\cdot\text{М}^{-1}$ и $10,2 \text{ кДж}\cdot\text{М}^{-1}$ для почвы без и с добавлением биочара, соответственно) указывает на самопроизвольность процесса адсорбции, величины прямо пропорциональны.

С использованием метода XRD установлен фазовый состав образцов почвы без и с добавлением биочара после адсорбции кадмия. Показано, что исследуемые образцы характеризуются наличием минеральных фаз кварца (SiO_2), пироксена (MgSiO_3) и гетита ($\text{FeO}(\text{OH})$). В случае образца почвы без сорбента характерно также образование аутигенной фазы CdN_2O_6 . Образец почвы с добавлением биочара содержит фазу CdCO_3 .

С использованием метода SEM-EDX исследованы морфология и элементный состав образцов почвы с биочаром до и после адсорбции Cd. Выявлено, что для образца после сорбции металла наблюдается снижение содержания катионов Na (с 0,42% до 0,38%, Mg (с 2,03% до 0,16%), K (с 3,07% до 1,39%) и Ca (с 5,23% до 0,06%), что свидетельствует об ионном обмене между металлом и катионами.

Таким образом, внесение биочара в чернозем обыкновенный карбонатный привело к более высокой сорбционной способности Cd. С использованием методов электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа выявлены основные механизмы взаимодействия Cd с почвой и биочаром: катионный обмен и возможность осадкообразования в виде металлсодержащих солей и минеральных фаз.

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

Подсекция «Цифровые технологии в почвоведении и экологии»

Использование LSTM модели с целью предсказания состояния агроэкосистем

Лебедев И.И., Бабердина В.П.

Студент, 4 курс бакалавриата

Московского авиационного института (национального исследовательского университета),

НИО-614, Москва, Россия

E-mail: lebedev.ivan.ig@yandex.ru

Развитие методов машинного обучения сопровождается их внедрением в технологические процессы различных отраслей народного хозяйства, в том числе агропромышленного сектора [1,3,4].

Исследование по анализу агроклиматических условий Куркинского района Тульской области предполагает комплексное использование данных ДЗЗ, полученных с помощью спутника Sentinel-2 L2A. Специально разработанная асинхронная программа на C++ позволяет эффективно скачивать спутниковые снимки за различные даты. Изображения с 2017 по 2023 год были занесены в нереляционную базу данных MongoDB. Для получения достоверных результатов ключевую роль приобретает нормализация значений NDVI. На основе анализа колоколов NDVI формируется доверительный интервал развития растения. Выбор LSTM обусловлен её способностью учитывать временные зависимости в данных, что особенно важно при работе с сезонными изменениями в сельском хозяйстве [2]. Модель получает на вход снимки с 2017 по 2022 год, после чего осуществляется предсказание состояния полей за 2023 год. Такой подход позволяет не только учесть многолетнюю динамику использования полей, но и адаптировать прогнозы под изменяющиеся агроклиматические условия и агротехнические практики.

Результаты исследования свидетельствуют об эффективности интеграции данных ДЗЗ и передовых технологий машинного обучения для решения задач агромониторинга.

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

Литература

1. Мурманцева Е.Ю. Использование данных дистанционного зондирования в агроменеджменте фермерских хозяйств // Естественные и технические науки. 2020. №12. С. 117-118.
2. Огородников С.С., Сорокин А.Е. Использование данных дистанционного зондирования аэрокосмическими средствами в оценке состояния земель // СТИН. 2022. №4. С. 38-40.
3. Integration of Deep Learning and Sparrow Search Algorithms to Optimize Greenhouse Microclimate Prediction for Seedling Environment Suitability / Shi D. [et al.] // Agronomy. 2024. Vol.14. P. 254
4. RNN-Based Approach for Broccoli Harvest Time Forecast / Lohachov M. [et al.] // Agronomy. 2024. Vol. 14. P. 361.

Создание ЦМР дна и берегов водохранилищ энергетического назначения Щекотихин Ф.А.¹

Студент, 4 курс бакалавриата

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Географический факультет, Москва, Россия

E-mail: fedor02@mail.ru

Гидроэлектростанции (ГЭС) в процессе производства электроэнергии не используют технологии сжигания ископаемого топлива. При этом единое мнение экспертных сообществ относительно выбросов и поглощений парниковых газов с поверхности речных водохранилищ, которые, в свою очередь, связаны непосредственно с гидрохимическими характеристиками водохранилищ, отсутствует. В связи с этим до настоящего момента отсутствует определённость и в отношении углеродной нейтральности ГЭС, использующих водные ресурсы водохранилищ для выработки электроэнергии [1, 2].

Однако опровержение или подтверждение гипотезы углеродной нейтральности ГЭС требует не только проведения цикла полевых исследований, включающие в себя сбор данных по гидрохимическим характеристикам водохранилищ, но и наличие но и наличие полноценных трёхмерных моделей водохранилищ, включающие себя рельеф дна и распределение гидрохимических и гидрофизических характеристик по объёму водной толщи. Трёхмерная цифровая модель водохранилища (ЦМВ), сочетающая в себе как рельеф дна водохранилища, так и трёхмерные цифровые модели (геополя) пространственного распределения различных гидрохимических и гидрофизических характеристик, базируется на корректно построенной цифровой модели рельефа (ЦМР).

В ходе экспериментальных работ во время создания ЦМР различных водохранилищ было установлено, что наиболее точным источником данных среди всех остальных являются космические снимки, а потому изогипсы (береговые линии с определённым значением уровня), векторизованные по космическим снимкам, считались опорными во всех возможных случаях). Далее по убыванию точности (в подавляющем большинстве случаев) идут: полевые точечные промеры глубин, OpenToroMap, местные топографические планы масштаба 1 : 10 000 и крупнее, топографические карты масштаба 1 : 100 000, речные карты-лоции и проектные топографические схемы. Для любого из водохранилищ при построении и верификации ЦМР было необходимо применять уникальный порядок действий в связи с уникальными физико-географическими характеристиками, гидрологическим режимом, климатом и рельефом.

В результате были построены и верифицированы ЦМР 9-и водохранилищ: Бурейского, Рыбинского, Зейского, Богучанского, Куйбышевского, Чиркейского, Колымского, Волгоградского и Саяно-Шушенского водохранилищ.

Наиболее точной по площади (по результатам верификации) оказалась ЦМР Богучанского водохранилища, наименее точной — Куйбышевского. Был сделан вывод, что речные лоции оказались наименее достоверным источником данных по глубинам водохранилищ, а космические снимки с различным положением береговой линии — наиболее достоверным.

Проведенное исследование показало, что наибольшее влияние на точность построенной ЦМР оказывает фактор пространственной точности исходных данных, использование которых зависит от гидрологического режима, истории заполнения и краткой физико-географической характеристики водохранилища. Из-за того, что эти факторы носят несистематический характер, само по себе построение ЦМР максимально возможной точности является нетривиальной задачей, в связи с чем верификация проводилась с учётом допущений по точности в рамках решения последующих задач, непосредственно связанных с созданием ЦМВ.

Литература

1. Forster P. и др. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing Chapter 2. United Kingdom: Cambridge University Press, 2007. 234 с.
2. Коротеев М. П., Ульбаев Т. С., Артамонова И. В. Роль метана в парниковом эффекте // Природообустройство. 2009. № 1. С. 44–49.