Третья открытая конференция молодых ученых
Почвенного института имени В.В. Докучаева

"ПОЧВОВЕДЕНИЕ: ГОРИЗОНТЫ БУДУЩЕГО. 2019"

СБОРНИК КРАТКИХ ТЕЗИСОВ

13-15 ФЕВРАЛЯ,
МОСКВА

Оглавление

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ 13

Почвы и феномен высокой продуктивности растительности в Субарктике 13

Лойко С.В., Кузьмина Д.М., Лим А.Г., Климова Н.В.

Цианобактерии - ценный биологический ресурс для развития сельского хозяйства и устойчивости экосистем 15

Кокшарова О.А.

Временная динамика, тренд изменчивости и уровни квазистабилизации содержания органического углерода в типичном черноземе 17

Когут Б.М.

От структуры почв к её физическим свойствам 18

Карсанина М.В.

Математические модели водной эрозии почв и перспективы их практического применения 19

Жидкин А.П., Шамшурина Е.Н.

Память почв: теория, современное состояние, развитие концепции 21

Бронникова М.А., Таргульян В.О., Горячкин С.В.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ» 22

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ 22

Разнообразие прокариотных сообществ почв островов Российской Арктики 22

Бадмадашиев Д.В.

Бактериальные сообщества пустынь Сахара и Гибсона: стресс-толерантность и таксономическая структура 24

Белов А.А., Чепцов В.С., Воробьева Е.А.

Прокариотные сообщества целинных почв тропических лесов Южного Вьетнама 26

Железова А.Д., Чернов Т.И., Тхакахова А.К., Ксенофонтова Н.А.

Прокариотные сообщества хроносерии подзолистых почв, сформированных на береговых валах Южного Приладожья 27

Иванова Е.А., Першина Е.В., Андронов Е.Е., Абакумов Е.В

Влияние лесных насаждений на запасы углерода в почвах и экосистемах ЕТР 28

Каганов В.В.

Слабонарушенные экосистемы как показатели качества среды 30

Кузнецова О.Г.

Аккумуляция химических элементов на фронте промерзания в полигональных болотах 33

Лим А.Г., Лойко С.В., Кузьмина Д.М., Гербер А.А.

Влияние пирогенного фактора на состояние почв криолитозоны 35

Сулкарнаев Ф.Р.

Взаимодействие минерального и биологического миров в подземных карстовых ландшафтах 37

Турчинская С.М.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ 39

Влияние инвазий дождевых червей на катионный состав почв (метод мезокосмов) 39

Бабий К.А., Князев С.Ю., Голованова Е.В.

Состав и содержание н-алканов и н-метил-кетонов в дерново-подзолистой почве под широколиственным растительным сообществом 41

Бажанова А.Е., Завгородняя Ю.А.

Почвенно-грунтовые факторы устойчивости еловых насаждений в Московском учебно-опытном лесничестве 43

Бараненкова А.А., Крылова Е.Н., Югай Е.С., Королькова И.О., Петрухин К.А.

Механизмы накопления органического углерода в мерзлотных почвах южной тундры Западной Сибири 45

Гербер А.А, Лойко С.В., Кулижский С.П.

Таксономическая структура и экофизиологический статус микробиома серой лесной почвы при различных удобрительных нагрузках 47

Голиков М.В., Семенов М.В.

Распределение тяжелых металлов в надземной фитомассе растений Центрально-Лесного государственного природного заповедника и связь с составом почв 49

Енчилик П. Р., Асеева Е. Н., Семенков И. Н., Терская Е. В.

Особенности трансформации парниковых газов в олиготрофной торфяной почве 51

Климова А.Ю.

Разнообразие микробных комплексов почв и сопряженных субстратов природных заповедников Северного и Южного Вьетнама. 53

Князева А.В., Дорченкова Ю.А., Столетов Г. А.

Влияние применения низкоуглеродных технологий на цикл азота в агропочвах Приморского края 55

Колесникова Ю.А., Семаль В.А.

Поведение C и N во взвеси поверхностных водотоков Западной Сибири в зависимости от ландшафтных параметров 57

Крицков И.В., Лойко С.В., Лим А.Г.

Влияние минеральных удобрений и диатомита на рост и развитие газонных трав при загрязнении почв тяжелыми металлами 59

Крючков А.И., Егоров В.С., Госсе Д.Д.

Как грибные сообщества пустынных почв реагируют на облучение высокоэнергетичными электронами (вээ)? 61

Крючкова М.О., Воробьева Е.А., Иванова А.Е., Чепцов В.С., Павлов А.К.

Изменение функциональных показателей микробных сообществ в ходе разложения крупных древесных остатков ели 63

Максимович С.В., Иванова А.Е., Евдокимов И.В., Кураков А.В., Горленко М.В., Костина Н.В.

Особенности базального и субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов археологических погребальных памятников XII века Московской области 65

Петросян А.А., Плеханова Л.Н., Сыроватко А.С.

Физико-химические формы трансурановых радионуклидов в иллювиально-железистых подзолах 67

Попова М.Б.

Роль типа фитоценоза в формировании свойств сухоторфяных горизонтов почв полуострова Рыбачий 68

Токарева О.А., Маслов М.Н.

Определение численности бактериофагов в почве методом прямой эпифлуоресцентной микроскопии 70

Чекин М.Р.

Устойчивость почвенных прокариотных комплексов к облучению ускоренными электронами в модельных условиях Марса 72

Чепцов В.С., Воробьева Е.А., Белов А.А., Павлов А.К., Цурков Д.А., Ломасов В.Н.

СЕКЦИЯ «СТАБИЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА АГРОЦЕНОЗОВ» 73

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ 73

Пространственная неоднородность агрохимических и агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы в условиях минимальной и отвальной обработки под посевами ячменя 73

Ананьев А.А., Железова С.В.

Микробиологические показатели постагрогенных тундровых почв 76

Ковалева В.А., Лаптева Е.М., Панюков А.Н., Денева С.В., Виноградова Ю.А.

Влияние возрастающих доз органоминеральных удобрений на групповой состав гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы 78

Козлова А.В.

Изучение влияния коллекции штаммов *Sinorhizobium meliloti* выделенных с разных территорий России и СНГ на рост люцерны 80

Нефедова Д.А., Селицкая О.В., Зотов В.С.

Изменение физических свойств почв при применении биочара как примера низкоуглеродных технологий в сельском хозяйстве 82

Колесникова Ю.А., Попова А.Д., Семаль В.А.

Свойства постагрогенных почв лесных полос Учинского водохранилища Московской области 84

Савельев И.А., Халилова А.Ф., Дрегнин А.В., Зенкова И.В.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ 86

Уровни микроструктурной организации гумусового горизонта черноземов миграционно-мицеллярных разного типа землепользования 86

Абрамян И.А., Фомин Д.С., Юдина А.В.

Формы соединений фосфора агрочернозема при многолетнем применении минеральных удобрений и в их последействии 88

Егорова З.Н., Сушков Н.И., Рогова О.Б.

Влияние органической, минеральной и органо – минеральной систем удобрения на агрохимические свойства дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы 90

Ерегин А.В.

Фосфатный режим агросерых почв Владимирского ополья.....92

Колобова Н.А.

Влияние типа сельскохозяйственной обработки на микробиологические характеристики дерново-подзолистых почв.....94

Пассова Д.С., Железова А.Д., Железова С.В.

Применение pH дифференциальной УФ-видимой спектрометрии при изучении органического вещества почв черноземов в различных условиях землепользования.....96

Сафронова Н.А., Яшин М.А.

Нулевая или основная обработка черноземов: влияние на макроструктуру.....98

Фомин Д.С., Яшин М.А., Абросимов К.Н., Корост Д.В., Хомяк А.Н.

Агрофизические и микробиологические свойства копролитов *Aporrectodea caliginosa* и *Lumbricus terrestris* .99

Фролов О.А.

Трансформация минеральной матрицы черноземов миграционно-мицеллярных под дубовой растительностью.....101

Чурилина А.Е., Фомин Д.С., Юдина А.В.

Обследование и картографирование части территории гребневского питомника щёлковского учебно-опытного лесхоза с помощью открытых ГИС.....103

Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Кузичев М.В., Новиков А.В., Королькова И.О., Саблин Г.Р., Мартусова Г.А., Афанасьева Т.К., Мартыненко А.С., Бараненкова А.А., Крылова Е.Н.

СЕКЦИЯ «ПРОСТРАНСТВЕННО –ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА».....105

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ.....105

Анализ связей почв с факторами почвообразования с помощью глобально оптимальных деревьев классификации.....105

Жоголев А.В.

Микронеоднородности свойств в почвенном покрове плоскобугристых болот северной тайги Западной Сибири.....107

Истигечев Г.И., Лойко С.В.

Особенности морфологии и свойств языковатых подзолов приуральской части средней тайги Западной Сибири (на примере ООПТ «Кондинские озера»).....109

Курасова А.О., Константинов А.О., Кулижский С.П.

Межрегиональные различия моделей почвенно-ландшафтных связей лесостепи Русской равнины.....111

Лозбенев Н. И.

Применение геофизических методов при решении задач почвоведения 113

Рязанцев П.А.

Факторы распространения гидроморфных земель Окско-Донской низменности.....115

Филь П.П.

Региональная модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского ополья 116

Шилов П.М.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....117

Поиск и верификация предикторов почвообразования в лесотундровой зоне по дистанционным данным.117

Векшина В.Н.

Влияние древесных насаждений и рельефа на формирование дерново-подзолистых почв под РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева 119

Глухенькая Е.А., Каменных Н.Л., Наумов В.Д.

Дешифрирование очагов переувлажнения почв 122

Грибов В.В.

Обновление среднемасштабной почвенной карты на основе методов цифровой почвенной картографии на примере тестового участка Юрьев-Польского района Владимирской области 124

Грубина П.Г., Жоголев А. В.

Цифровая инвентаризация почвенных ресурсов Московского учебно-опытного лесничества в рамках проекта «Почвенно-географическая база данных России».....126

Крылова Е.Н., Бараненкова А.А., Мутыгуллин И.Р., Новиков А.В., Кузичев М.В., Мартыненко А.С.

Агроэкологическая группировка земель Жердевского района Тамбовской области 128

Левченко Е.А, Разоренная Д.Ю.

Почвы заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына.....130

Мостовая А.С.

Большие спутниковые данные как характеристика внутриполевой неоднородности плодородия почвенного покрова 131

Рухович А.Д., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И., Шаповалов Д.А.

Ретроспективный анализ изменений типов землепользования и интенсивности эксплуатации почвенно-земельного покрова с использованием массивов больших спутниковых данных 133

Сулейман Г.А., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И., Куляница А.Л.

Изменение некоторых физических и химических свойств торфяных почв за 50-летний период 135

Толстыгин К.Д.

Использование подходов ЦПК при крупномасштабном почвенном карторафировании на примере участка "Ямская степь".....136

Шмелёв Л.А.

Дополнение цифровой почвенной карты масштаба 1:2500000 данными о породах (для территории Арктики).....140

Тыниссон А.Э.

Автоморфные почвы на легких отложениях центральной части о. Колгуев. 141

Шматова А. Г.

ВОРОНИНСКАЯ СЕССИЯ 143

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ 143

Роль структуры порового пространства в миграции пестицидов 143

Белик А.А.

Влияние микроорганизмов на смачиваемость поверхности каолинита (модельный эксперимент) 145

Быкова Г.С., Шеин Е.В., Верховцева Н.В., Пашкевич Е.Б.

Геометрическая организация агрегатов в циклах увлажнения-иссушения 146

Романенко К.А.

Томография почв: развитие идей А.Д. Воронина.....148

Суздалева А.В., Шеин Е.В.

Развитие идей А.Д. Воронина о структурной организации почв.....150

Юдина А.В.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ 151

Метод лазерной дифракции и пипет-метод при описании дисперсности почв: связь между результатами, особенности применения показателей и классификаций 151

Валдес-Коровкин И.А., Фомин Д.С., Юдина А.В.

Реологический подход в оценке структуры почв 152

Клюева В.В.

Реологическое поведение почв зонального ряда 154

Которова М.С.

Применение непрерывного потенциометрического титрования и метода главных компонент для количественной оценки поверхностных кислотных групп подзола и подзолистых почв 155

Матвеева Н.В., Шишкин М.А.

Гистерезис основной гидрофизической характеристики: развитие идей А.Д.Воронина в связи с томографическими исследованиями порового пространства почв 157

Мигдисова И.А., Абросимов К.Н., Шеин Е.В., Скворцова Е.Б.

Применение модели STANMOD для расчета параметра гидродинамической дисперсии (шага смешения) .. 159

Усенко Д.Ю., Белик А.А.

Оценка гидрофизических и температурных свойств почв Больших лизиметров почвенного стационара МГУ 161

Шишкин К.В., Белик А.А., Жданова Е.Ю.

СЕКЦИЯ «НОСИТЕЛИ ПОЧВЕННОЙ ПАМЯТИ: РАЗНООБРАЗИЕ, ДИАГНОСТИКА, ИНТЕРПРЕТАЦИЯ» ... 163

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ 163

Габитусное состояние поверхностных отложений острова Белый (Карское море), как ресурс палеогеографической информации о его развитии в последнем цикле криохрон-термохрон 163

Ахмаева Э.Э.

Почвенный покров ботанических садов в разных условиях землепользования и природных зонах 165

Гаврилова В.И.

Морфологические особенности подзолистых почв на суглинистых отложениях севера Западной Сибири ... 167

Куликова Т.С., Бобков Р.А., Седов С.Н., Шейнкман В.С., Русаков А.В., Юртаев А.А., Иванов В.И.

Почвенные свойства как индикаторы разновременной эволюции ландшафтов Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена 169

Курбанова Ф.Г., Макеев А.О, Пузанова Т.А., Хохлова О.С., Куст П.Г., Чернов Т.И., Папкина А.Э.

Пирогенные почвы севера Архангельской области: архивы динамики пожаров и особенности почвообразования 171

Петров Д.Г.

Источники палеоэкологической информации в почвах южного склона главной гряды Крымских гор.....173

Решетникова Р.А, Ковалева Н.О.

Диагностика и интерпретация реликтовых микропризнаков почв термального урочища Пым-Ва-Шор.....175

Романис Т.В.

Диагностика вертиковых признаков в раннеплейстоценовой палеопочве Нижнего Поволжья (Волгоградская область).....176

Чурилина А.Е. , Лебедева М.П.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....178

Влияние климатических изменений на разнообразие таёжных суглинистых почв Сибири 178

Головлева Ю.А., Коркина Е.А., Десяткин Р.В., Лебедева М.П., Красильников П.В.

Влияние обработок перекисью водорода и реактивом Мера-Джексона на минералогический состав ила дерново-глеевой почвы 180

Ильичев П.А.

Влияние крестьянского природопользования 16–20 веков на свойства гумусовых горизонтов почв Томь-Яйского междуречья 182

Кузьмина Д.М., Лойко С.В., Юркова Ю.Э.

Реликтовые микропризнаки богарных и орошаемых почв каштановых солонцовых комплексов Приставропольской наклонной равнины 184

Плотникова О.О., Куст П.Г.

Классификация подводных почв.....186

Ткаченко А.Н., Козачук М.Н.

Микростроение лёссово-почвенной серии разреза Лихвин-2018 (Тульская область).....188

Филиппова К.Г., Панин П.Г.

Гломалины в составе органического вещества почв лесостепной зоны.....190

Холостов Г.Д., Сазанова Е.В., Сун Гэ

Тренды изменения минералогического состава в верхних горизонтах постагрогенных почв. 192

Чурилин Н.А., Варламов Е.Б., Чурилина А.Е.

СЕКЦИЯ «ДЕГРАДАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ» 194

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ 194

Состояние почв, растительного покрова и потоки CO_2 и CH_4 на осушенном торфянике в условиях степной зоны Республики Башкортостан 194

Ильясов Д.В., Сирин А.А., Суворов Г.Г.

Влияние ремедиации на эмиссию диоксида углерода почвами техногенных пустошей вблизи комбината «Североникель» 196

Кадулин М.С.

Влияние церия на элементный состав растений ячменя при внесении в дерново-подзолистую почву 198

Котельникова А.Д., Волков Д.С., Фастовец И.А., Рогова О.Б.

Изменение химического состава растительного опада в процессе его разложения в разновозрастных лесных сообществах средней тайги (Республика Коми) 200

Перминова Е.М., Холопов Ю.В., Ковалева В.А.

Влияние эрозионно-аккумулятивных процессов на состояние почв малых водосборов в бассейне р. Сейм 202

Сёмочкина А А.

Использование органических добавок с целью ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами 205

Синичкина М.А.

Исследование процессов развития ветровой эрозии в лесостепной зоне Республики Башкортостан 207

Сулейманов А.Р.

Типологический анализ устойчивости почвенных комбинаций к деградации в условиях техногенного засоления (Солигорский горнопромышленный район Беларуси) 208

Червань А.Н., Исаева О.И.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ 210

Эколого-геохимические особенности загрязнения свинцом почв объектов строительства в Самарской области 210

Воробьева К.Ю., Прохорова Н.В.

Распределение стронция в почвах, прилегающих к фосфогипсовым дорогам 212

Горлов А.А., Рогова О. Б.

Физические и химические свойства дорожной пыли г. Москвы 214

Дунаева А.А.

Мониторинг процесса биорекультивации и восстановления растительности на отвале фосфогипса с использованием индекса NDVI 215

Ермолаев Н.Р., Юдин С.А., Белобров В.П.

Характеристика гидролитической прокариотной компоненты чернозема, загрязненного нефтью, с внесением каолинита 218

Ерофеева А.А.

Факторы засоления почв участков «Червленое» и «Дубоовражный» Светлоярской оросительной системы 220

Кравченко Е.И.

Эколого-экономическая оценка деградации земель Липецкой области сельскохозяйственного назначения 222

Куделин В.Н. 222

Оценка состояния почв под влиянием объекта размещения твёрдых коммунальных отходов (Московская область) 224

Михель И.Е.

Свойства вторично-засоленных почв в долинах малых рек Прикамья 226

Пахоруков И.В., Митракова Н.В.

Свойства антропогенно-преобразованных почв Егорьевского месторождения фосфоритов 228

Пузикова А.А., Солдатова И.С.

Перспективы применения органических добавок для ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами 230

Трегубова П.Н. 230

Антропогенное уплотнение почв ГБС РАН 232

Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Новиков А.В., Кузичев М.В., Саблин Г.Р., Мартусова Г.А., Афанасьева Т.К., Королькова И.О., Мартыненко А.С.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Почвы и феномен высокой продуктивности растительности в Субарктике

Лойко С.В., Кузьмина Д.М., Лим А.Г., Климова Н.В.
Томский государственный университет, Томск
s.loyko@yandex.ru

Ключевые слова: история землепользования, серые почвы, сукцессии на залежах.

Современные зональные экосистемы Субарктики имеют невысокую биологическую продуктивность растительных сообществ и низкую устойчивость даже к незначительным антропогенным воздействиям. Считается, что причиной формирования таких экосистем является неблагоприятный климат. Однако если это лишь следствие неблагоприятного климата, то почему в еще более суровых условиях ледникового периода позднего плейстоцена на той же широте существовали травяные сообщества на плодородных почвах (Губин, Веремеева, 2010; Кириллова и др., 2015 и т.д.), первичной продукции которых хватало для обеспечения кормом значительной численности крупных фитофагов (мамонтовая фауна)? Опыт полученный при создании плейстоценового парка С.А. Зимовым (http://www.pleistocenepark.ru) и палеоэкологические исследования экосистемы мамонтовой степи (Zimov et al., 2012) демонстрируют, что крупные фитофаги способствовали повышению продуктивности растительности. В Республике Коми и на Северо-Востоке России показана возможность формирования лугов с богатым травостоем в котловинах искусственно осушенных озёр (Томирдиаро, 1969; Ухов и др., 1985; Каверин и др., 2014), а в Якутии традиционным является сенокошение в аласах. В Восточноевропейской тундре разработаны технологии создания агрофитоценозов на месте зональной тундры с продуктивностью, превосходящей естественные сообщества (Арчегова и др., 1991). Очевидно, что низкая продуктивность, доминирование мхов, лишайников и эрикоидных кустарничков вызваны не только неблагоприятным климатом. Существует явный дисбаланс между климатическим потенциалом и реальной продуктивностью растительности в Субарктике, а средопреобразующий потенциал северных экосистем очень сильно недооценен.

Несмотря на давно известные факты наличия в криолитозоне экосистем с повышенной биологической продукцией относительно фона, причем не только в интразональных условиях, однако ещё не привела к систематическому осмыслению данного феномена и выявлению основных причин его формирования. В связи с этим была проверена гипотеза, согласно которой феномен высокой биологической продуктивности растительности в условиях Субарктики является следствием особых биогеохимических условий, обусловленных формированием почв с повышенным естественным плодородием. Выдвинутую гипотезу проверяли на экосистемах разновременных хасыреев, которые широко распространены в криолитозоне Западной Сибири. Хасыреи – котловины бывших озер, опустевших из-за таяния вечной мерзлоты и

термоэрозионных процессов. В донных отложениях хасыреев накоплено большое количество подвижных биогенных элементов, которые сразу после осушения озера обеспечивают формирование настоящей «вспышки жизни» – в тундре и лесотундре появляются «оазисы» с кустарниково-луговой растительностью, включающей и редкие для севера Западной Сибири элементы флоры. Площадь термокарстовых озёр в криолитозоне Западной Сибири более 60 тыс. км2, что 1,4 раза превышает площадь Московской области. В условиях потепления климата будут активироваться термокарстовые процессы, что приведёт к увеличению количества вновь появляющихся хасыреев. Однако в отличие от аласов Якутии в хасыреях Западной Сибири практически не изучена даже растительность и почвы, не говоря уже о специфике биогеохимических условий и процессов.

В ходе проведенных работ установлено, что озёра осушаются в основном поэтапно, формируя пространственно-временные ряды растительности, когда более продуктивные сообщества на вновь обнаженном озерном дне постепенно сменяются олиготрофными видами, формирующими сообщества близкие к зональным. Наибольшая дифференциация экологических условий складывается на средних этапах постаквального развития озерных котловин. По мере развития первичной сукцессии в озёрной котловине, происходит поступательное снижение концентраций большинства биогенных элементов, растёт концентрация углерода растворенных органических соединений и алюминия.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10045)

Цианобактерии – ценный биологический ресурс для развития сельского хозяйства и устойчивости экосистем

Кокшарова О.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, НИИФХБ имени А.Н.Белозерского, Москва
koksharova@genebee.msu.ru

Ключевые слова: фотосинтез, симбиоз, азотфиксация, биофертилизация почвы, вторичные метаболиты, полисахариды

Цианобактерии – древнейшие фотоавтотрофные микроорганизмы, осуществляющие процесс фотосинтеза с выделением молекулярного кислорода. Они - древние родственники хлоропластов растений, во многом определившие современный облик нашей планеты. Цианобактерии и по сей день вносят свой вклад в формирование кислородной атмосферы Земли, в глобальные циклы углерода и азота. Некоторые их представители способны осуществлять фиксацию молекулярного азота, сопровождающуюся синтезом органических азотных соединений, поэтому в экосистемах цианобактерии являются первичными продуцентами органики, создавая условия для жизни гетеротрофных бактерий, грибов, растений. Цианобактерии растут повсеместно: в пресных и соленых водоемах, на почвах, включая засоленные и песчаные почвы, в арктических пустынях, высоко в горах. Их способность к синтезу большого количества экзополисахаридов способствует улучшению структуры почвы, удержанию в ней влаги, повышению плодородия. Высокая пластичность и приспособляемость этих бактерий обеспечивается большим количеством разнообразных вторичных метаболитов, многие из которых имеют биотехнологическое, медицинское и экологическое значение. Использование современных аналитических методов, таких как высокоэффективная жидкостная хроматография, газовая хроматография, масс спектрометрия, ядерный магнитный резонанс, позволило идентифицировать на сегодняшний день свыше 1200 вторичных метаболитов цианобактерий. Функции этих молекул могут быть связаны с обеспечением, как конкурентного преимущества, так и устойчивого развития клеточной популяции самого продуцента. Среди вторичных метаболитов особый интерес исследователей вызывают цианотоксины, которые накапливаются в пищевых цепях в организмах животных и растений, аккумулируются в пресных водоемах и морских акваториях, часто вызывая заболевания животных и человека. Изучение вторичных метаболитов цианобактерий имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. Так, было показано, что образуемые цианобактериями циклические пептиды микроцистины играют важную роль в адаптации самих продуцентов к изменяющимся условиям обитания (интенсивности света, накоплению C,N,P, pH и другим), кроме того, они обладают аллелопатическими свойствами, позволяя цианобактериям защищаться от поедающих их организмов (рачков, рыб) (Omidi et al., 2017).

В наших исследованиях (Popova et al., 2018) мы показали, что синтезируемая цианобактериями нейротоксичная аминокислота β-N-метиламино-L-аланин (BMAA) в микромолярных количествах изменяет экспрессию генов, специфичных для образования специализированных клеток (гетероцист), необходимых для азотфиксации. Интересны исследования действия различных летучих органических соединений (ЛОС) при совместном выращивании цианобактерий, почвенных бактерий, грибов. Так, мы показали, что кетоны, выделяемые различными штаммами бактерий, принадлежащих родам *Pseudomonas* и *Serratia,* подавляют первичные процессы фотосинтеза в клетках цианобактерий (Voronova et al., 2019 in press). Такого рода исследования позволяют глубже понять взаимосвязи организмов в различных экосистемах. Отметим, что экологическая микробиология и почвенная микробиология становятся сегодня наиболее бурно развивающимися направлениями микробиологии во всем мире. Цианобактерии в этих исследованиях являются удивительно привлекательными модельными организмами, поскольку позволяют изучать такие важные жизненные процессы, как фотосинтез, азотфиксация, клеточное деление и дифференцировка, водородный метаболизм, устойчивость к различным стрессам.

Развитию фундаментальных и прикладных исследований с использованием цианобактерий способствуют их высокая по сравнению с высшими растениями скорость роста, возможность получения синхронизированных культур, различных мутантов, а также большое количество разнообразных методов молекулярной генетики и микробиологии для различных штаммов цианобактерий. Наличие информации о полных геномах нескольких десятков различных видов и штаммов цианобактерий является важным фактором проведения современных геномных, транскриптомных и протеомных исследований. Помимо фундаментальных исследований, цианобактерии перспективны в разнообразных прикладных проектах, таких как биофертилизация почвы, получение молекулярного водорода, борьба с переносчиками малярии, синтез биогенных наночастиц металлов, получение разнообразных соединений, предназначенных для медицины и пищевой индустрии.

Временная динамика, тренд изменчивости и уровни квазистабилизации содержания органического углерода в типичном черноземе

Когут Б.М.
Почвенный институт им.В.В.Докучаева, Москва
kogutb@mail.ru

Ключевые слова: гумус, временная динамика, типичный чернозем

Представлены экспериментальные данные по 20 (30)-летней динамике содержания гумуса на типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта в Курской области. Дана количественная оценка вклада аналитической дисперсии, пространственной вариабельности, сезонной и многолетней изменчивости в тренд длительной динамики содержания Сорг типичного чернозема. Установлены минимальный, модальный, медианный, максимальный и кризисный уровни содержания органического углерода в типичном черноземе. Представлен фрагмент новой классификации черноземов по степени их гумусированности.

От структуры почв к её физическим свойствам

Карсанина М.В.
Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, Москва
mary_o_kors@list.ru

Уже ни для кого не секрет, что структура - т.е. пространственная организация составляющих почву компонентов, определяет все ее физические (и многие смежные другие) свойства. В рамках Воронинской секции этот обзорный доклад расскажет об основах описания структуры почв, в том числе на разных масштабах, а также как на основе структурной информации можно рассчитывать физические свойства. Мы начнем с описания основных экспериментальных методов получения данных о структуре почв в виде изображений. Затем на основе универсальных корреляционных функций будет показано как можно строго статистически описать полученные структурные данные. Корреляционные функции обладают целым рядом важных свойств, отличающих их от классических структурных параметров в почвоведении. Во-первых, они позволяют решить обратную задачу и восстановить структуру по корреляционным функциям. Мы покажем как это делается для самых различных типов почвенной структуры. Во-вторых, корреляционные функции можно масштабировать, что позволяет совмещать структурные данные с разных масштабов и получать многомасштабные цифровые модели почвенного строения. После того как цифровая модель почвы получена, на ее основе с помощью метод моделирования в масштабе пор можно рассчитать основные физические свойства, такие как влагопроводность и ОГХ. Обзор будет предоставлен в том числе в срезе последних достижений нашего коллектива в этой области.

Математические модели водной эрозии почв и перспективы их практического применения

Жидкин А.П.[1,2], Шамшурина Е.Н.[1]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

gidkin@mail.ru

Ключевые слова: деградация, климат, землепользование, нанос, оценка.

Широко известно, что водная эрозия почв является самым сильным процессом разрушения почвенного покрова. Применение эрозионных моделей (ЭМ) началось с эмпирических уравнений (Zingg, 1940; Smith, 1941). Развитие этих работ наряду с большими экспериментальными данными стало основой для универсального уравнения потери почв (USLE) (Wischmeier and Smith, 1965, 1978), которое явилось мощным импульсом создания последующих ЭМ. Последние полвека основное внимание исследователей направлено преимущественно на разработку и верификацию ЭМ, нежели на их практическое применение. Создано большое количество ЭМ, не все из них переведены на английский язык и доступны международному сообществу. Однако можно утверждать, что их более сотни. В одном из последних обзоров (Karydas et. al., 2014) анализируется 82 англоязычные ЭМ. В СССР и РФ было разработано около десятка ЭМ, которые были направлены на решение практических задач – защиты почв от эрозии (Методические …, 1985), но эти разработки не получили широкого признания.

В настоящее время ЭМ применяются для решения практических задач преимущественно на глобальном и региональном уровнях. Так, в частности была проведена оценка экономической эффективности агрономической политики Евросоюза, направленной на снижение эрозии почв (Panagos et.al., 2015). Также ЭМ применяются в оценках влияния землепользования и промышленности на транспорт наносов и изменение качества питьевой воды в масштабах бассейнов крупных и средних рек (Jachymova, Krasa, 2017; Pietron et.al, 2018 и др.). Очень популярно направление моделирования влияния климатических изменений на эрозию почв в ближайшие десятилетия; количество таких исследований увеличились с единичных публикаций в 1990-х до более 250 публикаций ежегодно в настоящее время (Li, Fang, 2016).

Использование ЭМ в крупном масштабе, для практических нужд отдельных агро-хозяйств, встречается в редких работах, например (Lieskovsky, Kenderessy, 2014). В России мониторинг и картографирование эродированности почвенного покрова проводится «по старинке» - на основе редкой сети почвенных разрезов с высокой долей субъективности. Необходима разработка подходов к достоверному цифровому картографированию «ущерба», нанесенного почвенному покрову в результате эрозии, и к прогнозированию возможных сценариев развития деградации почв с учетом изменения параметров землепользования,

климата и других факторов в масштабах отдельных хозяйств. Пример такого рода методических подходов показан в работе (Козлов и др., 2019).

Список литературы:

1. *Методические рекомендации по проектированию комплекса противоэрозионных мероприятий на расчетной основе / Д.Е. Ванин, Г.П. Сурмач и др. Курск, 1985. 167 с*
2. *Козлов Д.Н., Жидкин А.П., Лозбенев Н.И. Цифровое картографирование эрозионных структур почвенного покрова на основе имитационной модели смыва (на примере ключевого участка в Курской области) // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019 (в печати)*
3. *Jachymova B., Krasa J. A new method for modeling dissolved phosphorus transport with the use of WaTEM/SEDEM // Environmental Monitoring and Assessment. 2017. 189: 365*
4. *Karydas, C.G., Panagos, P., Gitas, I.Z. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics. Int. J. Digital Earth. 2014. 7 (3), 229–250.*
5. *Lieskovsky J., Kenderessy P. Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in vineyards: a case study in Vráble (Slovakia) using WATEM/SEDEM // Land Degradation and Development 25(3).*
6. *Li Z., Fang H. Impacts of climate change on water erosion: A review // Earth-Science Reviews. 2016. 163. 94–117.*
7. *Panagos, P., Borrelli, P., Robinson, D.A. Common agricultural policy: tackling soil loss across Europe. Nature. 2015. 526:195.*
8. *Smith, D.D., 1941. Interpretation of soil conservation data for field use. Agric. Eng. 22 (5), 173–175.*
9. *Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1965. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Agricultural Handbook 282. US Department of Agriculture—Agricultural Research Service, Brooksville, FL (47 pp.).*
10. *Zingg, A.W., 1940. Degree and length of land slope as it affects soil loss in run-off. Agric. Eng. 21, 59–64.*

Память почв: теория, современное состояние, развитие концепции

Бронникова М.А. [1], *Таргульян В.О.* [1], *Горячкин С.В.* [1]

[1]Институт географии РАН, Москва

mbmsh@mail.ru

Ключевые слова: почвенная память, почвенная запись, носители памяти, память геосистем

В докладе будут кратко изложены предпосылки развития концепции памяти почв в исследованиях поведения почвенных систем времени, теоретические основы концепции памяти почв как способности записывать в устойчивых свойствах твердой фазы факторы и процессы своего формирования. Будут рассмотрены механизмы записи, накопления и сохранения информации, носители почвенной памяти и методы их исследования. Современное состояние проблемы памяти почв будет представлено в виде краткого обзора работ последних двух десятилетий, посвященных почвам, как информационной системе, поведению почв во времени, реконструкциям изменений среды, основанных на анализе почвенной записи. Будут рассмотрены понятие памяти геосистем, блоки, слагающие память геосистем: различные подсистемы и отдельные объекты в с составе геосистем, а также носители памяти и индикаторы среды для каждого блока памяти.

Обсуждаются перспективы внутреннего развития концепции памяти почв и интегративного междисциплинарного подхода в исследованиях развития геосистем во времени.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ»

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Разнообразие прокариотных сообществ почв островов Российской Арктики

Бадмадашиев Д.В.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
dtengrikut@gmail.com

Ключевые слова: Экосистемы Арктики, численность и таксономический состав, сапротрофный бактериальный комплекс.

Арктические экосистемы являются уникальными природными ландшафтами, содержащими в себе огромные запасы глобального углерода, обеспечивающими стабильность климата в планетарном масштабе. Экосистемы Арктики и Субарктики характеризуются высокой чувствительностью к антропогенному воздействию, что сказывает значительное влияние на разнообразие прокариотных сообществ почвы и, как следствие, на вклад микробных сообществ в реализацию экологических функций почвы. Изучение биологического разнообразия прокариотных сообществ почв Арктики представляется весьма актуальным для охраны и рационального использования ресурсов Арктики

Целью нашей работы было изучение прокариотных сообществ почв архипелагов Земля Франца-Иосифа (острова Алджера, Ферсмана, Гукера, Хейса, Земля Александры) и Новая Земля (острова Северный и Южный). Проведен микробиологический анализ образцов псаммозема глееватого (о. Алджера, Гукера, Хейса), серо-гумусовой мерзлотной почвы (о. Ферсмана), литозема грубогусового мерзлотного (о. Земля Александры). На архипелаге Новая Земля проводился анализ образцов литозема мерзлотного (о. Северный, Ледяная гавань и Мысе Желания). Анализировались образцы мохово-лишайниковой подстилки и основных почвенных горизонтов.

Общая численность бактерий в исследованных образцах почв, в целом, была на порядок ниже чем в почвах умеренного пояса и составляла от 0,14 до 2,1 млрд. клеток/г. Общая численность бактерий в мохово-лишайниковой подстилке была выше, чем в нижележащих почвенных горизонтах и варьировала от 0,59 до 2,1 млрд. клеток/г. Максимальные показатели зафиксированы в горизонте О на Земле Александры (литозем грубогумусовый мерзлотный).

Максимальная длина актиномицетного мицелия была приурочена к подстилке и достигала 230 м/г и значительно уменьшалась вниз по профилю.

Численность культивируемых сапротрофных бактерий в исследованных почвах была выше в подстилке (до 1.5 млн. КОЕ/г) и значительно уменьшалась вниз по профилю (до 0.01 млн. КОЕ/г).

В сапротрофном бактериальном комплексе (СБК) в подстилке и верхнем горизонте, богатом органическим веществом доминировали грамотрицательные бактерии (род *Myxococcus, Cytophaga*, протеобактерии). В минеральных горизонтах происходило уменьшение численности сапротрофных бактерий, доминировали грамположительные бактерии родов *Arthrobacter, Bacillus, Rhodococcus.*

Наблюдалось повышение общей численности бактерий и бактерий сапротрофного комплекса в надмерзлотном горизонте, что может быть связано с процессом накопления органического вещества над многолетней мерзлотой (горизонт ретинизации гумуса).

Таким образом, специфической особенностью исследованных почв островов Российской Арктики является сравнительно невысокое содержание прокариотных клеток в почвах по всему профилю и накопление их в горизонте ретинизации. Доминирование миксобактерий в мохово-лишайниковой подстилке свидетельствует об их активном участии в переработке растительных остатков в почвах Арктики при низких положительных температурах.

Бактериальные сообщества пустынь Сахара и Гибсона: стресс-толерантность и таксономическая структура

Белов А.А. [1], *Чепцов В.С.* [1, 2], *Воробьева Е.А.* [1, 2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
[2]Институт Космических Исследований РАН, Москва

and.ant.be@gmail.com

Ключевые слова: экстремотолератность, культивируемые бактерии; устойчивость к антибиотикам.

Проведено исследование культивируемых почвенных бактериальных сообществ двух ранее практически не исследованных пустынных экотопов – северо-восточной части пустыни Сахара (Египет) и центральной части пустыни Гибсона (Австралия). Исследована устойчивость изолятов из данных образцов к широкому спектру стрессовых воздействий, таких как температура культивирования, pH среды, присутствие градиента концентраций различных водорастворимых солей и способность к размножению в присутствии клинических антибиотиков.

Структура культивируемого сообщества была определена методом секвенирования гена 16S рРНА. Для определения физиологического состояния сообществ были также проведены учет общей численности прокариотических клеток и мультисубстратное тестирование образцов грунта. Выявлены умеренное биоразнообразие бактерий в составе аэробных гетеротрофных сообществ грунтов исследованных пустынь и высокая доля культивируемых клеток в сообществах. Обнаружены близкие значения психротолерантных и мезофильных форм в бактериальных комплексах обеих жарких пустынь. Для обоих образцов характерно преобладание представителей филума *Actinobacteria*, известных своей высокой устойчивостью к высушиванию и ультрафиолетовому излучению. Представители филумов *Firmicutes*, *Proteobacteria* и *Bacteroidetes* также выделены из грунтов данных пустынь.

Выявлена высокая толерантность чистых культур, выделенных из грунтов пустынь Сахара и Гибсона к температуре культивирования и pH среды, обнаружены умеренные и высокие показатели галотолератности штаммов, в том числе к присутствию соединений окислителей в виде перхлората магния. Изоляты характеризуются антибиотикоустойчивостью, в том числе множественной (обнаружена у представителей родов *Sphingopyxis*, *Arthrobacter*, *Shingomonas*, *Leucobacter* и *Bacillus*), что может рассматриваться как дополнительное подтверждение гипотезы о сигнальной роли подобных веществ в естественных сообществах. Движущим механизмом в процессе формирования физиологических приспособлений в экстремальных условиях, по-видимому, выступает стресс-индуцированная диссоциация бактерий в составе сообщества. Впервые из пустынного грунта выделены бактерии видов *Microbacterium aurantiacum* и *Dietzia cinnamea*.

На основании полученных данных о полиэкстремотолерантности бактерий пустынных грунтов можно предполагать круглогодичное сохранение метаболической активности и участие в биосферных процессах

исследованных бактериальных сообществ и участие в процессах первичного почвообразования и поддержания растительных сообществ в жарких экстремально аридных условиях

Прокариотные сообщества целинных почв тропических лесов Южного Вьетнама

Железова А.Д.[1], *Чернов Т.И., Тхакахова А.К., Ксенофонтова Н.А.*
[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
alferrum@mail.ru

Ключевые слова: тропические почвы, вулканические почвы, секвенирование библиотек гена 16S.

Была изучена таксономическая структура и биоразнообразие прокариотных сообществ целинных почв тропических лесов Южного Вьетнама на территории национального парка Кат Тьен. Для исследования были выбраны почвы четырёх опорных площадок, приуроченных к разным элементам ландшафта – сланцевая гряда, пологий водораздельный склон, пойменный участок. Почвы были определены как бурая тропическая и темноцветная почвы на вулканических отложениях, красно-желтая тропическая почва на метаморфических сланцах и аллювиальная супесчаная почва. Образцы для микробиологического анализа были взяты из трёх горизонтов каждого профиля в трёхкратной повторности. Из образцов была выделена ДНК, проведены ПЦР в реальном времени для определения количества копий генов бактерий, архей и грибов. Сделано высокопроизводительное секвенирование предварительно подготовленных библиотек гена 16S. Оценка таксономической структуры и биоразнообразия прокариотных сообществ была проведена в среде QIIME с использованием базы данных SILVA.

Наибольшее обилие бактерий, архей и грибов было выявлено в верхних горизонтах почв на вулканических отложениях; во всех исследованных почвах этот показатель снижался к нижним горизонтам. Доминантными филумами в прокариотных сообществах тропических почв являлись Acidobacteria и Proteobacteria с долей в сообществе от 33% до 65%. Бактериальные филумы Verrucomicrobia, Chloroflexi, Actinobacteria, Firmicutes, Planctomycetes, Rokubacteria, Nitrospirae, Gemmatimonadetes, Bacteroidetes и филум архей Thaumarchaeota были представлены в сообществах с долей больше 1%. Во всех почвах доли следующих филумов изменялись с увеличением глубины: доли Chloroflexi, Gemmatimonadetes, Nitrospirae и Rokubacteria возрастали, доли Bacteroidetes, Planctomycetes, Proteobacteria, Verrucomicrobia убывали. Также выявлено снижение индексов разнообразия прокариотного сообщества с глубиной, что характерно для ранее изученных почв других биоклиматических зон. Наименьшее разнообразие выявлено в горизонтах красно-желтой тропической почвы, наибольшее – в темноцветной и бурой тропической почвах на вулканических отложениях.

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-34-00114

Прокариотные сообщества хроносерии подзолистых почв, сформированных на береговых валах Южного Приладожья

Иванова Е.А.[1,2,3], Першина Е.В.[2,4], Андронов Е.Е.[1,2,4], Абакумов Е.В[4]

[1.] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
ektrnivanova@gmail.com
[2.]Всероссийский научно-иследовательский институт сельскохозяйственной микробиомологии, Санкт-Петербург
microbioliza@gmail.com
[3.]Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург office@agrophys.ru
[4.] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
e_abakumov@gmail.com

Ключевые слова: 16 S рРНК, NGS, генезис почв, бактерии, археи

Почвенные хроносерии – удобные и широко используемые объекты для изучения экогенеза почвы, а также сопряженной эволюции ее микробиома. Данная работа является первым исследованием взаимосвязи подзолистого процесса и сукцессии микробного сообщества с особым акцентом на разнообразие и состав почвенного прокариотического комплекса, изученные с помощью современных молекулярно-биологических методов. В качестве объектов выступали профили подзолов, образованные 70, 135, 455 и 1590 лет назад на прибрежных валах трансгрессии Ладожского озера. Данная хроносерия представляет собой классическую модель эволюции подзолистых почв на песчаных породах. Было показано, что как возраст, так и специфические физико-химические условия определенных генетических горизонтов влияли на состав микробиома.

Биомасса бактерий и архей была существенно выше в верхних (органических) горизонтах, при этом количество прокариотной биомассы закономерно уменьшалось вниз по профилю почв. Разнообразие микробиомов минеральных горизонтов, напротив, было в целом выше, чем органических горизонтов. Относительно высокая кислотность обусловила резкое снижение биоразнообразия подзолистых горизонтов.

Микробиомы органических горизонтов характеризовались доминированием копиотрофных микроорганизмов, главным образом, ризосферных протеобактерий (линии Betaproteobacteria) и Gammaproteobacteria, в то время как минеральные горизонты (особенно BFg1,2-horizons) характеризовались увеличением доли представителей Deltaproteobacteria и Acidobacteria (более олиготрофных линий) и увеличенным разнообразием архей (G-горизонты).

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-16-01030 «Динамика почвенной биоты в хроносериях посттехногенных ландшафтов: анализ почвенно-экологической эффективности восстановления экосистем» и Центра коллективного использования научного оборудования «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии.

Влияние лесных насаждений на запасы углерода в почвах и экосистемах ЕТР

Каганов В.В.
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва
kaganov.vl@gmail.com

Ключевые слова: цикл углерода, лес, почва, запасы углерода

В работе рассматривается вопрос воздействия лесных насаждений на различные типы зональных почв, расположенных на Европейской части России, а также роль лесных насаждений, как фактора, оказывающего влияние на запасы углерода экосистемы в целом.

Для выполнения работы были выбраны 9 объектов, расположенных в Европейской части России (от подзоны южной тайги до подзоны полупустынь) в Новгородской, Костромской, Московской (2 объектов), Пензенской, Воронежской, Волгоградской (2 объекта) и Астраханской областях. Для изучения влияния лесной растительности на запас почвенного углерода, была использована следующая схема опыта: на территории каждого из объектов выбирались по 2 ключевых участка, изначально находившихся в аналогичных геоморфологических условиях и в пределах одной почвенной разности, с тем, чтобы разница между ними обуславливалась только вариантом развитием растительности – лесным или травянистым. В одной части объектов (Новгородская, Костромская, Московская области) в качестве ключевых участков с лесной растительностью были использованы вторичные леса, в возрасте от 70 до 200 лет, восстановившиеся на заброшенных сельскохозяйственных угодьях. В южной части объектов (Пензенская, Воронежская, Волгоградская, Астраханская области) в этом качестве были использованы искусственные лесные насаждения в возрасте от 60 до 112 лет, посаженные на изначально безлесных лесостепных или степных ландшафтах. В качестве контрольных ключевых участков с травянистой растительностью были использованы многолетние сенокосы и залежи (в лесной зоне), а также участки с целинной растительностью (в лесостепной и степной зонах). На каждом из ключевых участков осуществлялся учет основных пулов углерода: фитомассы, мортмассы (сухостой, сухие травы), валежа, лесной подстилки/степного войлока и почвы в пределах 100 см слоя. Все данные были пересчитаны с использованием конверсионных коэффициентов в запасы углерода в тоннах на гектар. Отбор образцов почв выполнялся послойно через 10 см до глубины 50 см, затем из слоев 50-75 и 75-100 см. В почвенных образцах определялась объемная масса и процентное содержание общего углерода методом сухого сжигания на CHN анализаторе. Итоговый результат содержания почвенного углерода также пересчитывался в т С на га.

Результаты исследования показывают, что в условиях всех 9 объектов под влиянием лесной растительности происходит увеличение общего содержания углерода в экосистеме. При этом, величина общего запаса углерода в экосистеме увеличивается при продвижении вдоль меридиана с севера на юг, от 236,5 ± 15,3 т С

га-1 в условиях южной тайги (Новгородская область), достигая максимума в условиях лесостепной зоны (Воронежская область) 779,5 ± 21,7 т С га-1 и затем уменьшаясь до 104,5 ± 7,4 т С га-1 в полупустынной зоне (Астраханская область). Что же касается почвенного пула углерода, то в процессе рассмотрения всей совокупности объектов на участках с древесной растительностью отмечается статистически значимое увеличение запаса углерода в 0-10 см слое почвы и уменьшение содержания углерода в слое 50-100 см слоя по сравнению с почвами контрольных участков. Для сравнения использовался Т-тест с критерием значимости 0,05. Однако, при рассмотрении запаса углерода в 100 см слое почвы, статистически значимые различия между участками с древесной и травянистой растительностью отсутствуют. Таким образом, можно утверждать, что в условиях изучаемых объектов влияние лесных насаждений проявляется в перераспределении запасов почвенного углерода в пределах метрового слоя почвы.

Слабонарушенные экосистемы как показатели качества среды

Кузнецова О.Г.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва

o-g-k@list.ru

Ключевые слова: «эталонные ландшафты», гидрохимия, биогеохимия, Приволжская возвышенность Сура-Свияжского междуречья, ГПЗ «Присурский» тяжелые металлы.

Исследования проводились на территории западного склона Сура-Свияжского междуречья Приволжской возвышенности. Территория располагается между реками Сура и Свияга. Река Сура образует несколько пойменных террас, озер стариц. Рельеф местности испещрен балками и оврагами.

В качестве объектов исследования были выбраны ненарушенные ландшафты, находящиеся на территории Государственного природного заповедника «Присурский», и техногенного нарушенные - в близи городов и сельскохозяйственных угодий.

Использовались стандартные методики гидрохимических, биогеохимических исследований.

Исследованные нами виды растительности показали превышение концентраций тяжелых металлов в несколько раз на территории, техногенно-нарушенной, по сравнению с «эталонной» на территории заповедника. Злаки нарушенных ландшафтов содержали марганца в 2,5 раза больше концентрации марганца в злаках заповедника; меди – в 4,5 раза больше; цинка – в 6 раз. Древесные растения нарушенных ландшафтов содержали марганца в 1,5 раза больше; меди – в 2 раза; цинка – одинаковое количество. Таким образов, наблюдается аккумуляция поллютантов в растительности техногенно-нарушенных ландшафтов [1,3].

Все пробы воды озер-стариц исследуемой территории не превышали ПДК. Однако пробы воды нарушенных ландшафтов содержали сухой остаток в 2,5 раза превышающий значения «эталонных» ландшафтов; хлоридов в 1,5 раза. Сульфатов больше в 2,6 раза в озерах заповедника. Вероятно, это связано с близким залеганием гипсовых месторождений. Активная реакция среды в озерах с нарушенных ландшафтов – слабокислая (5,6-6,7); озера Ургуль – близка к нейтральной (7,3). Нитратов больше в водах озер заповедника (1,92-1,68 мг/л). Эти показатели в 1,5 раза выше показаний вод озера Ургуль (1,06 мг/л), испытывающим техногенное воздействие [3].

Ургуль превышали ПДК по кадмию в 2 раза (рис.1). Превышение ПДК связано с расположенным гипсометрически выше городом Вурнары, в котором функционирует химический завод «Смесевых препаратов», производящий химические средства защиты растений, минеральные удобрения и продукцию бытовой химии. Также кадмий входит в состав минерального удобрения "Суперфосфат» и фунгицидов, которые вносят в почву расположенных гипсометрически выше полей. Кадмий поступает в воды гидроморфных ландшафтов из расположенных гипсометрически выше рек Вурнарка и Апнерка, в которые

сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды капитальной жилой и общественной застройки, «Завода смесевых препаратов» и «Завода сухого обезжиренного молока», и других предприятий города Вурнары.

На рисунке 1 представлена диаграмма экстремумов содержания тяжелых металлов в водах заповедника и нарушенной экосистемы. Из диаграммы видно, что максимальные значения концентраций тяжелых металлов в воде в «эталонной» экосистеме во много раз меньше средних значений концентраций техногенно-нарушенных экосистем. Сравнение диаграмм содержания тяжелых металлов, техногенно-нарушенных и «эталонных» ландшафтов показало, что:

- свинца в 25 раз;

- цинка в 50 раз;

- меди – в 128 раз больше в нарушенных экосистемах, нежели «эталонных» [3].

Это связано с процессами аккумуляции тяжелых металлов водами озер нарушенных экосистем.

Таким образом, пробы воды и растительности сохраняют тенденцию аккумуляции тяжелых металлов в техногенно-нарушенных ландшафтах. Слабонарушенных ландшафты могут использоваться в качестве показателей качества среды территории, т.к. по их территории можно проследить степень накопления техногенной нагрузки.

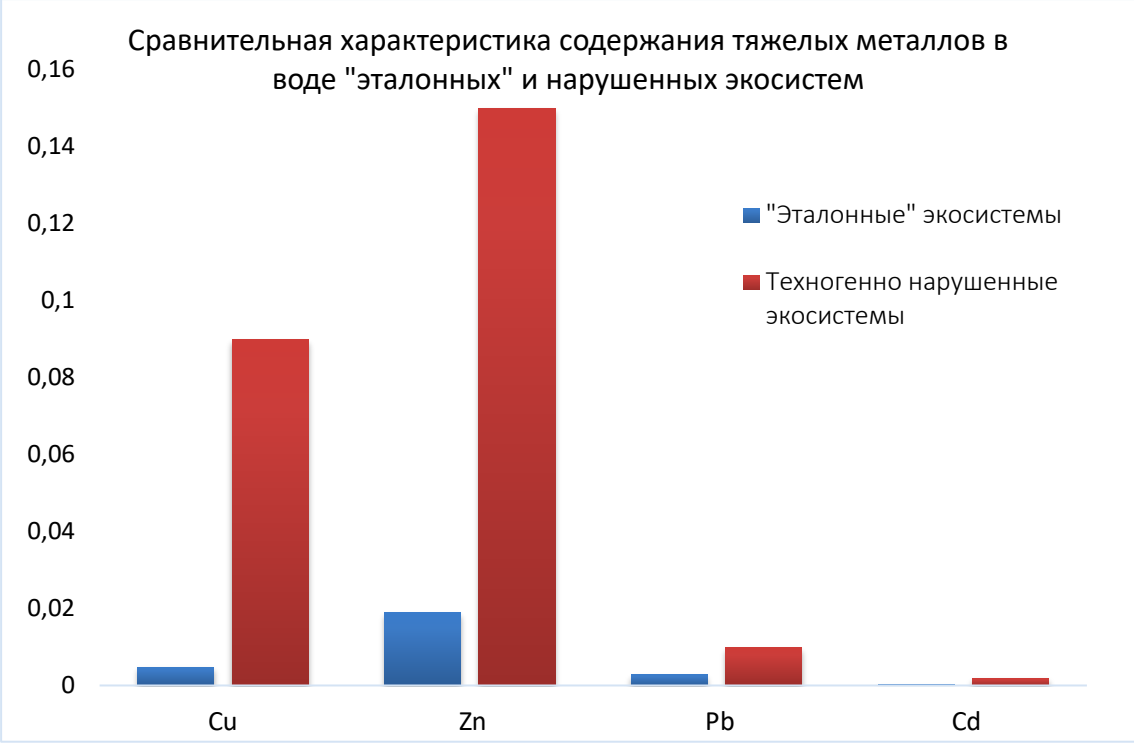

Рис.1. Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в воде «эталонных» и техногенно-нарушенных экосистем.

Использованная литература:

1. Горшкова О.Г. К ландшафтно-геохимической характеристике гидроморфных ландшафтов бассейна среднего течения реки Суры // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». - 2009. - №2. - С.39-43.

2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. - М.: Высшая школа, 1998. - 413 с

3. Костовска С.К., Кузнецова О.Г. Выявление антропогенной истории ландшафтов гидрохимическими методами // Природа и общество. Динамика кризиса. Серия «Социоестественная история. Генезис кризисов природы и общества в России». Отв. ред. Борисова Е.А. вып.XXXIX. М.: МБА, 2015.-С. 148-152.

4. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрея, 2000. - 768 с.

Аккумуляция химических элементов на фронте промерзания в полигональных болотах

Лим А.Г., Лойко С.В., Кузьмина Д.М., Гербер А.А.
Томский государственный университет, Томск, Россия
lim_artyom@mail.ru

Ключевые слова: Западная Сибирь, криолитозона, торф, жидкая фаза, элементный состав, РОУ.

В литературе посвященной мерзлым болотам довольно подробно освещены вопросы, связанные с параметрами твердой фазы торфяных почв. Меньше освещены вопросы, связанные с жидкой фазой. Проведенные нами исследования по изучению почвенных вод в сезонно-талом слое (СТС) по широтному профилю криолитозоны Западной Сибири показали, что происходит увеличение концентраций элементов и растворенного органического углерода (РОУ) с юга на север. Сделан вывод, что потепление климата не окажет существенного влияния на элементный состав почвенных вод многолетнемерзлых торфяных почв, в первую очередь благодаря отсутствию источников поступления химических элементов и ультрапресного состава вод, богатых лишь РОУ. Последний вывод основывался лишь на анализе СТС. В дальнейшем было обнаружено, что в мерзлых болотах ниже СТС происходит резкое увеличение концентраций практически всех химических элементов во льду, в сравнении с СТС. Очевидно, что этот фактор может существенно скорректировать наш прогноз, поэтому была предпринята попытка более детального изучения данного факта.

С целью выявления количественных различий содержания элементов в почвенных водах СТС и торфяном льду многолетнемерзлых пород (ММП) на мерзлых болотных массивах нами проведены исследования на территории Западно-Сибирской равнины в южной тундре, относящейся к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ЯНАО, окрестности п. Тазовский). В ходе работы были изучены 2 торфяные колонки на полигональном болоте. Колонка 1 была отобрана из торфяной залежи путём бурения, колонку 2 отобрали аналогичным способом из мочажины. Далее мерзлые образцы были растоплены при +4°С. Оттаявшие и талые образцы отжимали с помощью нейлоновой сетки. Полученный раствор фильтровали через фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. В полученных образцах вод анализировали содержание РОУ (Shimadzu TOC VSCN) и элементов (ICP-MS Agilent 7500).

Установлено, что концентрации РОУ, Na, K, Mg, Ca, Al, Fe в водах СТС и торфяном льду существенно различаются. Так РОУ, Mg и Ca во льду ММП содержится на порядок больше, чем в верховодке СТС, Na и K больше в 2 раза, а Al и Fe в 5 раз. Причиной низких концентраций элементов в почвенных водах СТС является разбавление атмосферными осадками, подверженность процессам трансформации ОВ микробными сообществами, процессами фотодеструкции и минерализации. При постоянном воздействии этих процессов происходит выщелачивание элементов из торфа. Рассматриваемые элементы в полном профиле торфяной залежи имеют элювиально-аккумулятивное распределение концентраций, причем пик аккумуляции

расположен ниже границы мерзлоты со смещением в несколько десятков сантиметров. На полигоне аккумулятивный пик расположен ближе к поверхности, чем в мочажине. Различие глубин залегания этих пиков связано с тем, что граница СТС на полигоне находится в среднем на 20–30 см ближе к поверхности болота. Отметим, что средняя концентрация РОУ торфяном льду ММП полигона выше в 3 раза, чем в ММП мочажины. Вероятно, это связано с тем, что через мочажину проходит сток воды, с которым происходит вынос элементов.

Выявленный запас элементов будет играть большую роль в качестве элементного стока с суши. Сейчас данный пул обогащает озёра при береговой абразии и их донные отложения. Последние являются основой высокой продуктивности хасыреев, которые образуются при дренаже озер.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10045)

Влияние пирогенного фактора на состояние почв криолитозоны

Сулкарнаев Ф.Р.
Тюменский государственный университет, Тюмень
sulkarnaevfarid@gmail.com

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, пожары, лесотундра, почва, Арктика.

Пожары приводят к коренным перестройкам в геосистемах – трансформируется растительность, изменяется функционирование почв. Постпирогенное восстановление территории растягивается на десятилетия. Частота пожаров с середины XX века значительно увеличилась, это можно объяснить общим потеплением климата, как по всей планете, так и в Западной Сибири, по данным Росгидромета. В лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа в летний период наблюдается пожароопасная ситуация, так как отмерший травостой, лишайники и мох легко воспламеняются.

В криолитозоне воздействие пожаров на почву специфично. Это связано с близким залеганием к дневной поверхности многолетнемерзлых пород. Постпирогенная динамика почв определяется изменением теплового режима. В результате изменения альбедо территории растет летняя температура почвы. Это приводит к увеличению мощности сезонно-деятельного слоя.

Постпирогенное состояние почвенного покрова изучалось летом 2017 г. в лесотундре Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Целью исследования стало морфологическое и температурное состояние почв на пожарище 2005 г. Кроме этого изучены водно-физические характеристики почв.

Различия в постпирогенных и нативных почвах отмечены в верхней и нижней частях почвенных профилей. В постпирогенных почвах меняется мощность органогенного горизонта. Если в ненарушенных пожаром почвах мощность этого горизонта 2-7 см, то в постпирогенных происходит сокращение до 1-2 см.

В нижней части почвенного профиля в результате опускания глубины многолетнемерзлых пород формируется окисленный охристый подгоризонт с большим количеством марганцевых конкреций, который маркирует допирогенное положение кровли мерзлоты в почвенном профиле.

Опускание кровли многолетнемерзлых пород – яркий признак постпирогенного состояния почв в криолитозоне. В постпирогенных почвах зафиксировано снижение глубины залегания мерзлоты до 150 см, а медианное значение составило 130 см. По сравнению с почвами непирогенных участков разница достигла 60-70 см. Медианная глубина мерзлоты в нативных почвах 60 см, а максимальная – 80 см.

Явные различия отмечены в температурном состоянии почв. В почвах ненарушенных и постпирогенных участков на одних и тех же глубинах разница температур достигала 4-5°С. На глубинах 30-40 см температура в

ненарушенных почвах приближалась к нулевым отметкам, в то время как в постпирогенных почвах медианная температура составила 10 °С. Такая же температура в ненарушенных почвах в поверхностном горизонте.

Не было отмечено достоверных различий в водно-физическом состоянии почв. Получены значения полевой влажности и плотности сложения на глубинах 0-5, 5-30 и 30-60 см. Полевая влажность почв ненарушенных участков выше на 1-2% по сравнению с постпирогенными почвами.

Медианные значения плотности сложения оказались одинаковы для глубин 5-30 и 30-60 см – 1.45-1.5 г/см3. И только для верхнего горизонта постпирогенной почвы отмечено увеличение плотности сложения – более 1.55 г/см3.

В результате пожара в лесотундровой зоне изменяется альбедо территории, а также уменьшается мощность органогенного горизонта. Вместе это приводит к увеличению температуры почв на 4-5°С. В результате кровля многолетнемерзлых пород мигрирует вниз по профилю почвы с 60 до 130 см. Появляются новообразованные горизонты в нижней части профиля. Происходит незначительное иссушение почв.

Эти изменения должны приводить и к изменению химизма почвенных процессов, в том числе к иной динамике углекислоты. Увеличение температуры верхней части почвы должно приводить к дополнительной минерализации органического вещества почв, что будет интенсифицировать миграцию почвенного углерода. Соответственно, такие изменения будут приводить к увеличению эмиссии парниковых газов на постпирогенных участках.

Взаимодействие минерального и биологического миров в подземных карстовых ландшафтах

Турчинская С.М.
Институт географии РАН, Москва
turchinskaya@igras.ru

Ключевые слова: пещеры, почвоподобные тела, фототрофные сообщества, ламповая флора, стабильные изотопы, масс-спектрометрия.

В подземных карстовых ландшафтах на границе минерального субстрата и биоты имеет место процесс образования биокосных почвоподобных объектов (солоидов). Они представляют собой «примитивные» почвы с микропрофилями, выполняющие функции почв на дневной поверхности, однако, в ряде свойств значительно отличаются от них.

В данном исследовании были изучены фототрофные сообщества (мхи, водоросли, цианобактерии, папоротники, сосудистые растения) привходовых зон пещер, освещенных солнечным светом, и сообщества, развивающиеся под искусственными источниками света в оборудованных пещерах. Для таких фототрофных организмов существует общепризнанный термин «ламповая флора». Фототрофные сообщества освещенных привходовых зон пещер и сообщества ламповой флоры имеют высокое сходство. Состав видов и структура сообществ зависят от ряда факторов: освещенности, влажности и типа субстрата на котором они развиваются. Плотные субстраты (гипс, известняк, кальцит) с воздушно-капельным увлажнением являются средой обитания одноклеточных зеленых водорослей (Chlorella vulgaris) и цианобактерий семейства Chroococcaceae. Другой вариант сообществ, развивающихся в тех же условиях - цианобактерии с доминированием видов, образующих известковые оболочки на поверхности трихом. Чехлообразующие виды доминируют на кальците при периодическом увлажнении потоками вод. При наличии на плотных субстратах маломощных глинистых отложений, формируются биопленки с доминированием нитчатых цианобактерий порядка Oscillatoriales или колониальных форм цианобактерий и представителей аэрофильных Bacillariophyta. На глинистых отложениях, в зависимости от освещенности и возраста сообществ, могут доминировать: протонема мхов, мохообразные, заростки папоротников и ювенильные папоротники, Chlorella vulgaris.

Основными механизмами влияния фототрофов на поверхность горной породы пещеры являются: образование биопленок; выделение слабых органических кислот, которые со временем могут приводить к растворению известняков; поглощение из субстрата химических веществ, необходимых в питании; перехват и поглощение углекислого газа и кислородных потоков в результате фотосинтеза и дыхания; изменение pH среды, накопление органического вещества и т.д. Таким образом, развитие фотосинтезирующих организмов сопровождается трансформацией поверхностных слоев материнской породы с последующим образованием объектов, имеющих почвоподобную структуру (наличие микропрофиля с микрогоризонтами).

Механизмы саморегуляции системы и почвообразования в экосистемах пещер стало возможным изучить посредством изотопного анализа (масс-спектрометрия стабильных изотопов) их компонентов. Исследования были проведены в подземных полостях, сложенных карстующимися известняками (пещеры: Дивья, Ахштырская, Новоафонская) или гипсами (пещера Кунгурская Ледяная), и локализованы в районах, расположенных на территории России и приграничных стран.

В ходе анализа был обнаружен тренд накопления «легкого» (^{12}C) изотопа углерода в фитомассе фототрофных сообществ «ламповой флоры» (папоротники, мхи, пленки водорослей, цианобактериальные маты) по сравнению с наземными автотрофами, а также по мере удаления от входа по транссекте вглубь пещеры (пещеры Новоафонская, Ахштырская). Данный эффект связан с уменьшением циркуляции воздуха в дальних залах подземного пространства (ограничение газообмена с атмосферой), многократным оборотом углерода углекислого газа и его «перефиксацией» в пределах подземного пространства. Данные о профильном распределении стабильных изотопов углерода и азота в солоидах пещер свидетельствуют о накоплении в них «тяжелых» изотопов углерода (^{13}C) и азота (^{15}N) в результате деструкции органического вещества. Типичный диапазон значений $\delta^{13}C$ при депонировании фитомассы «ламповой флоры» в профиль почвоподобного тела составляет от -47 до -25 ‰ соответственно; для значений $\delta^{15}N$: -6 до +5 ‰ соответственно.

Обнаруженные закономерности позволяют нам улучшить наши знания о структуре, составе и режиме работы солоидов пещер, а также позволяет понять эволюцию наземных экосистем в ранние эпохи развития Земли.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Влияние инвазий дождевых червей на катионный состав почв (метод мезокосмов)

Бабий К.А., Князев С.Ю., Голованова Е.В.
Омский государственный педагогический университет (лаборатория СиЭБ), Омск
k.a.babij@chemomsu.ru, nilseb@omgpu.ru

Ключевые слова: катионы, дождевые черви, почвенные мезокосмы, инвазии, капиллярный электрофорез.

Введение. Биологические инвазии являются причиной изменений в экосистемах (Simberloff et al., 2013; van Kleunen et al., 2015). Инвазивные дождевые черви оказывает отрицательное воздействие на секвестрацию углерода в почве, структуру и функции почвы, ее pH и циклы питательных веществ в ней, особенно в регионах, где не было естественных дождевых червей (Hendrix et al. 2008, Filley et al. 2008, Crow et al. 2009, Szlavecz et al. 2011). Внедрение инвазивных дождевых червей приводит к изменению баланса Ca, Mg и K и истощению этих питательных веществ в лиственных лесах Америки (Resner, 2015). Дождевые черви меняют содержание K, Mg и Ca в почве Западной Африки в лабораторных и полевых условиях (Adejuyigbe, 2006).

В почвах Западной Сибири совместно обитают два инвазивных вида дождевых червей Lumbricus rubellus (Hoffmeister, 1843) и Aporrectodea caliginosa (Savigny, 1826) и нативный вид Eisenia nordenskioldi (Eisen 1879). Целью нашего исследования было установление каким образом нативный и инвазивные виды влияют на содержание катионов в почве в процессе своего взаимодействия и воздействия на почву.

Объекты и методы. Материалом для настоящего исследования послужил полевой имитационный эксперимент с помощью мезокосмов, проводимый в вегетационный период 2016 года с 15 июня по 20 сентября. В мезокосмы, согласно дизайну эксперимента, запускались дождевые черви по видам и их комбинациям: нативный вид Eisenia nordenskioldi (эпигейный) и два инвазивных вида Lumbricus rubellus (эпигейный), Aporrectodea caliginosa (эндогейный). Все варианты были представлены в пятикратной повторности. После истечения срока эксперимента мезокосмы выкапывались и разбирались послойно через каждые 5 см с отбором почвенных проб для химического анализа. В пробах почв определяли содержание ионов аммония, калия, натрия, магния и кальция с использованием компьютеризированной системы капиллярного электрофореза «Капель 104Т» в соответствии с методикой ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.74-2012. Результаты исследований обрабатывались средствами программы Statistica 13.3.

Результаты и обсуждения. По результатам однофакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на вертикальное распределение катионов, кроме калия, оказывает вид Aporrectodea caliginosa. Тогда как в контрольных мезокосмах достоверно лишь изменение ионов калия по слоям.

Также в вертикальном распределении катионов статистически значимы взаимодействия видов. Сочетание эпигейных видов (нативного и инвазивного) влияет на вертикальное распределение катионов магния и кальция. Взаимодействие нативного эпигейного и инвазивного эндогейного видов влияет на распределение ионов аммония и натрия. Сочетание двух инвазивных видов, а также всех трёх видов влияет на распределение ионов калия.

Многофакторный анализ показал, что на ионы аммония влияет только слой почвы, как фактор. На изменение ионов калия влияет слой почвы, а также все сочетания видов с Lumbricus rubellus. На ионы натрия достоверно влияет слой, сочетания всех трёх видов, а также сочетания видов Lumbricus rubellus+Aporrectodea caliginosa и слоя почвы, как факторов. На катионы магния достоверно влияет вид Lumbricus rubellus, слой, сочетания видов Eisenia nordenskioldi+Aporrectodea caliginosa, а также комбинация всех трёх видов.

Для ионов кальция отмечены тенденции, аналогичные магнию, а также влияние нативного вида Eisenia nordenskioldi.

Выводы. Инвазивные дождевые черви меняют вертикальное распределение катионов в почве, а также изменяют концентрационное содержание катионов в зависимости от вида инвайдера.

Состав и содержание н-алканов и н-метил-кетонов в дерново-подзолистой почве под широколиственным растительным сообществом

Бажанова А.Е.[1], Завгородняя Ю.А.[2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
alinkabazhanova666@mail.ru
[2]МГУ им.М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
zyu99@mail.ru.ru

Ключевые слова: органическое вещество, динамика, углеродный пул, *н*-алканы, денсиметрическое фракционирование, масс-спектрометрия.

Органическое вещество почв играет ведущую роль в функционировании почвы как важнейшего элемента экосистемы. Компонентный состав органического вещества почв – динамический показатель, отражающий влияние экологических условий на геохимический цикл углерода экосистемы. Неразветвленные алифатические углеводороды, являющиеся частью органического вещества почв могут быть использованы для изучения различных по устойчивости и скорости оборачиваемости углеродных пулов, связанных с различными денсиметрическими фракциями почвы [1, 2].

Целью работы является исследование состава и содержания н-алканов и н-метил-кетонов в дерново-подзолистой почве под широколиственным растительным сообществом.

Выделение липидов из дерново-подзолистой почвы и образцов растительности проведено методом экстракции субкритическими растворителями на автоматическом экстракторе с последующей очисткой и фракционированием методом адсорбционной хроматографии. Качественная идентификация и количественное определение углеводородов в пробах проведено методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии. Определение содержания C и N проведено на CHNS-анализаторе. Рассчитаны показатели молекулярных спектрова н-алканов (LSR, CPI, OEP). Денсиметрическое фракционирование образцов проведено с использованием методики разделения путем флотации в тяжелой жидкости ($ZnCl_2$).

Наблюдались сезонные изменения в углеводородном составе верхних горизонтов дерново-подзолистой почвы. В осенний период повышалась по сравнению с июлем доля н-алканов с длиной цепи C16-C24 и с четным количеством углеродных атомов (индексы LSR, OEPср.ц. и OEPдл.ц. снижались в 2-3 раза). Одновременно происходило повышение содержания метил-кетонов с 8-10мкг/гСорг в июле до 34-42мкг/гСорг в ноябре, что выражалось в снижении значений А/К с 40 до 10. В гомологическом составе н-метил-кетонов, выделенных из почвы, для всех времен отбора доминировали нечетные соединения с длиной С-цепи ≥C25.

Для всех показателей состава и содержания н-алканов и н-метил-кетонов в точечных образцах верхних горизонтов дерново-подзолистой почвы под липняком волосисто-осоковым, отобранных в разных местах растительной парцеллы, коэффициенты варьирования не превышали 35%.

Литература

1. Jancen B., Hausmann N.S., Tonneijck F.H., Verstraten J.M., de Vooght P. Characteristics straight-chain lipid ratios as a quick method to assess past forest- paramo transitions in the Ecuadorian Andes // Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology. - 2008., V.262. - P 129-139.

2. Wiesenberg G. L. B., Dorodnikov M., Kuzyakov Y. Source determination of lipids in bulk soil and soil density fractions after four years of wheat cropping // Geoderma. – 2010, V. 156. – P. 267-277.

Почвенно-грунтовые факторы устойчивости еловых насаждений в Московском учебно-опытном лесничестве

Бараненкова А.А., Крылова Е.Н., Югай Е.С., Королькова И.О., Петрухин К.А.

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства, Мытищи

n.6661@yandex.ru

Ключевые слова: устойчивость ельников, капиллярно-посаженная влага, усыхание ельников

После засухи 2010 года насаждения Московского региона находятся в плачевном состоянии. Такая ситуация заставила задуматься о необходимости изучения устойчивости еловых лесов Московской области.

Целью работы являлось изучение почвенных факторов, влияющих на состояние и устойчивость еловых насаждений.

Объектом исследования послужили почвы и насаждения Свердловского участкового лесничества Московского учебно-опытного лесничества.

На основании изученных лесоустроительных материалов в сочетании с актуальными космоснимками и натурными обследованиями в среде ГИС было выбрано два участка, сходных по лесорастительным условиям и таксационным показателям. Преобладающей породой на этих участках является ель европейская (Picea abies L.) с небольшой примесью лиственных (берёза пушистая (Betula pubéscens L.) и тополь дрожащий (Populus tremula)). На первом участке почти весь древостой пережил засуху 2010 года без потерь. На втором участке ель практически полностью выпала.

Для решения поставленных задач была выполнена подробная топосъёмка рельефа с геопривязкой существующего древостоя и его полным таксационным описанием по технологии Field-Map (http://www.field-map.com). В дополнение к изучению древостоя отдельно определялось проективное покрытие и породный состав подроста, подлеска и живого напочвенного покрова. Почвенные изыскания включали себя изучение морфологических, водно-физических и агрохимических свойств почв. Кроме того, со дна разрезов выполнялось шнековое бурение на глубину ещё на 1,5 метра. При помощи бура было выяснено, что на территории с живым еловым насаждением на глубине до 3,5 метров дополнительных источников воды (верховодка, залегание грунтовых вод) не обнаружено.

В процессе работ было выявлено, что почвы исследованных участков (дерново-подзолистые с разной степенью оподзоливания) обладают схожими свойствами. Основное отличие заключалось в том, что на участке с сохранившимся ельником на глубинах от 40 до 95 см в суглинистых горизонтах обнаруживались песчаные прослойки разной мощности. Ввыявленная зона смены гранулометрического состава всегда имела

заметные следы оглеения. В зоне сухостойного ельника такой особенности в строении почвенного профиля не отмечалось.

Обнаруженное чередование слоёв с разным гранулометрическим составом способствует накоплению так называемой капиллярно-посаженной влаги. Такая влага формируется в нижней части мелкозернистого слоя при подстилании его слоем более крупнозернистым. Это происходит из-за изменения размеров капилляров на поверхности раздела тонко- и грубодисперсных горизонтов, где возникают дополнительные нижние мениски, что и способствует удержанию некоторого количества капиллярной воды. Поэтому, вместо равномерного убывания влаги вниз по профилю в слоистом грунте происходит сохранение и накопление влаги.

В исследованных почвах были обнаружены подходящие условия для накопления капиллярно-посаженной влаги. В нормальных условиях накопление капиллярно-посаженной влаги в пределах корнеобитаемого слоя способствует появлению оглеения, что может снижать продуктивность древостоев. Однако, в экстремальных климатических условях (засуха 2010 года) именно наличие в почве дополнительного запаса влаги позволило выжить исследованным насаждениям, тогда как еловые насаждения, произраставшие на почвах, где не было условий для накопления капиллярно-посаженной влаги, почти полностью погибли.

Механизмы накопления органического углерода в мерзлотных почвах южной тундры Западной Сибири

Гербер А.А, Лойко С.В., Кулижский С.П.
Национальный исследовательский Томский государственный университет
gerber.anna@list.ru

Ключевые слова: многолетнемерзлые почвы, вечная мерзлота, криогенные процессы, криотурбации, Пур-Тазовское междуречье.

В почвах тундры Северного полушария сосредоточены большие запасы углерода. Связано это с накоплением и долгой консервацией органического вещества в условиях многолетнего промерзания почв. На сегодняшний день оценки запаса Сорг. в суглинистых почвах тундры сильно разнятся. Причиной этому является недостаточная изученность территории и разные подходы к анализу содержания углерода в почвах. Поэтому целью работы стало исследовать механизмы накопления органического углерода в мерзлотных почвах южной тундры Западной Сибири. Для этого был выбран ключевой участок в районе пос. Тазовский, представленный плакорным возвышением с небольшим уклоном, на котором формируются минеральные почвы – глеезёмы и криозёмы.

Наши исследования показали, что значительные запасы почвенного углерода находятся в верхнем органогенном горизонте, что обусловлено органо-аккумулятивными процессами: образование торфяной подстилки и грубого гумуса. Из-за специфических условий разложение их происходит крайне медленно и органическое вещество долго сохраняется. Также характерной для южной тундры является и пирогенная стабилизация С, которая приводит к накоплению углерода в виде угольков.

Накопление и распределение Сорг. в минеральной части происходит при влиянии других специфических процессов, характерных для исследуемых почв. Наиболее значимым является процесс криогенного массообмена. В условиях колебания температур и влажности, чередования процессов промерзания и оттаивания грубое органическое вещество и торф с поверхности погружается в минеральную толщу, тем самым обогащая срединные горизонты органическим веществом. Данный процесс рассматривается нами как наиболее значимый.

Анализ 50 профилей показал, наибольшие запасы Сорг. в органогенных горизонтах находятся в почвах аккумулятивных позиций (ложбины). Связано это с наибольшим накоплением растительных остатков на поверхности, а также с эрозионно-аккумулятивными процессами. Именно поэтому в почвах ложбины органогенный горизонт мощнее. Важно отметить, что и перемещение здесь органического вещества по минеральному профилю наблюдается более активное, чем в почвах плакорных позиций, что связано с наибольшим увлажнением. Исследуемые образцы показали прямую корреляцию содержания углерода с

окраской горизонтов. Чем темнее образец, тем большее количество Сорг. в нём содержится, в светлых наблюдается минимальное содержание.

Таким образом, консервация органического углерода в мерзлотных почвах за счёт промерзания обуславливает долгую его сохранность, а специфические криогенные процессы являются главными в его распределении. Это обуславливает накопление Сорг. во всей минеральной толще почв и в вечной мерзлоте, что необходимо учитывать для расчетов запасов углерода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-20129.

Таксономическая структура и экофизиологический статус микробиома серой лесной почвы при различных удобрительных нагрузках

Голиков М.В.[1], Семенов М.В.[2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
cool.mik3492594@yandex.ru
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
semenov_mv@esoil.ru

Ключевые слова: системы удобрения, многолетний опыт, микробное сообщество почвы, микробиологическая активность, количественная ПЦР, высокопроизводительное секвенирование

Минеральные и органические удобрения, применяемые с целью оптимизации плодородия почвы и поддержания стабильного продукционного процесса сельскохозяйственных культур, выступают мощным фактором воздействия на почвенный микробиом. Внесение высоких доз минеральных удобрений или локальное их размещение могут быть причиной микробного токсикоза почвы из-за изменения структуры микробного сообщества почвы, активизации одних и подавления других групп микроорганизмов, либо продукции токсичных метаболитов. В зависимости от интенсивности нагрузок на микробную систему почвы проявляются разные типы ее модификационной изменчивости с соответствующей адаптивной реакцией гомеостаза, стресса, резистентности и репрессии. Целью данной работы было исследование экофизиологического статуса и таксономической структуры серой лесной почвы при дифференцированных удобрительных нагрузках, в том числе экстремальных.

Исследования проводились на седьмой и восьмой год микрополевого опыта, заложенного в 2011 г. на серой лесной почве (ИФХиБПП РАН, г. Пущино) с различными вариантами удобрительных систем: чистый пар, контроль без удобрений и варианты с ежегодным применением возрастающих доз минеральных (от N90P75K75 до N360P300K300), или органических (от 25 до 100 т/га свежего навоза КРС) удобрений. Характер отклика микробного сообщества на удобрительные нагрузки оценивали комплексом экофизиологических показателей, включающих базальное дыхание (БД), субстрат-индуцированное дыхание (СИД), активность денитрификации, азотфиксации и метаногенеза. Также рассчитывалось содержание углерода микробной биомассы (Смик), отношение Смик/Сорг и дыхательный коэффициент (qCO_2), являющийся интегральным показателем состояния почвенного микробного сообщества. Количественная оценка обилия генов архей, бактерий и грибов проводилась методом количественного ПЦР в реальном времени. Структура микробных сообществ почв при разных удобрительных нагрузках оценивалась методом высокопроизводительного секвенирования маркерных генов.

Полученные результаты свидетельствуют о существенных различиях в экофизиологическом отклике, а также в таксономическом составе и структуре микробного сообщества серой лесной почвы при применении возрастающих доз как минеральных, так и органических удобрений вплоть до экстремальных. Применение

органических удобрений существенно увеличивало БД, Смик, активность азотфиксации, денитрификации и метаногенеза, как по сравнению с контролем, так и с вариантами минеральных удобрений. По мере увеличения дозы органических удобрений возрастали БД, Смик и потенциальная денитрификация. Активность азотфиксации поддерживалась на одном и том же уровне при всех дозах, а продукция метана наблюдалась только при экстремально высоких дозах навоза. Внесение минеральных удобрений полностью подавляло азотфиксирующую способность почвы. Из полученных значений qCO_2 следует, что экофизиологическое состояние микробного сообщества определяется уровнем удобрительной нагрузки.

Внесение минеральных удобрений во всех исследуемых дозах приводило к росту количества генов грибов и снижению бактериальных генов. Вне зависимости от дозы внесение органических удобрений многократно повышало численность микроорганизмов: количество рибосомальных генов архей повышалось в 2.5 раза, бактерий – в 5-7 раз, грибов – в 18-20 раз. В то же время, в отличие от показателей Смик и БД, количество копий генов бактерий и грибов не изменялось в зависимости от применяемой дозы как минеральных, так и органических удобрений. Археи проявили очень высокую чувствительность к минеральным удобрениям. Повышение дозы вносимых минеральных удобрения последовательно снижало численность копий архей (при N360P360K360 - в 2.5 раза). Внесение удобрений также предопределяло альфа-разнообразие микробного сообщества, которое возрастало с органическими удобрениями вне зависимости от дозы, и резко (до 2.5 раз) снижалось с ростом дозы NPK. Таким образом, длительное внесение разных доз удобрений приводит к ощутимым сдвигам в показателях микробиологического состояния почв, существенно сказываясь на численности, структуре и активности почвенного микробиома.

Распределение тяжелых металлов в надземной фитомассе растений Центрально-Лесного государственного природного заповедника и связь с составом почв

Енчилик П. Р., Асеева Е. Н., Семенков И. Н., Терская Е. В.
Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва,
polimail@inbox.ru

Ключевые слова: катена, микроэлементы, хвойно-широколиственные сообщества, биогеохимическая специализация, фотосинтезирующие органы растений

Для анализа биогеохимического поведения широкого спектра микроэлементов с разной степенью биофильности – Ti, Fe, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Zr, Sr, Pb, Cd – в системе «растения – органогенные горизонты – минеральные горизонты почв» в лесных ландшафтах Центрально-Лесного биосферного заповедника исследована ландшафтно-геохимическая катена протяженностью 187 м с перепадом высот 3 м, сложенная покровными суглинками, подстилаемыми на глубинах 90-120 см моренными карбонатными суглинками. В относительно хорошо дренируемых позициях междуречья и склонов на грубогумусированных палево–глубокоподзолистых почвах произрастает липово-еловый лес, который у подножья склона в трансэлювиально-супераквальном ландшафте, сменяется на чернично-сфагновый ельник на мелко-торфянисто-перегнойной глубокоподзолистой профильно-оглеенной почве, и далее при нарастании увлажненности – на кислично-сфагновый ельник на мелкоторфянистой глубокоподзолистой профильно-оглеенной почве.

В растениях и почвах определяли валовое содержание элементов в ВИМС им. Н.И. Федоровского методом ICP-MS и AES-ICP. Доступные растениям формы металлов извлекали ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 (Ладонин, 2002). Для выявления специфических черт химического состава растений рассчитывали коэффициент ОСВР (Ковалевский, 1969), который оценивает степень отличия конкретного вида от эталонного (в настоящей работе таковым выбрана липа сердцевидная как встречающаяся во всех ландшафтных позициях и характеризующаяся наименьшими колебаниями содержания химических элементов вдоль катены), произрастающего в том же элементарном ландшафте.

Биогеохимическая дифференциация лесных сообществ катены определяется структурой фитоценозов. Максимальный уровень биогеогеохимической дифференциации растений по видовому признаку не выходит за пределы умеренного концентрирования или деконцентрирования элементов (значения ОСВР варьирующие в пределах 0,04 - 25 представлены подстрочным индексом) за исключением сфагнума: Pb_{55}; Ti_{38}; Zr_{26}. В древесном ярусе, в автономном и трансэлювиальном ландшафтах хвоя ели обыкновенной обогащена Pb_{8-3}> Co_{6-5}> Mn_{5-4}, листья клена остролистного – Cd_{5-7}> Pb_5. С увеличением гидроморфизма ландшафтов у ели обыкновенной отмечается относительное концентрирование $Co_{4,4}$ в подчиненном ландшафте и Pb_4 – в переувлажненном ландшафтах, а Mn_{4-5}, Cd_{3-8} и Zn_{3-5} – у обоих видов в подчиненном андшафте. Ель

обыкновенная слабее накапливает $Cu_{0,4-0,7}$ и $Zr_{0,5-1,3}$. Причем концентрации этих элементов понижены незначительно, а с увеличением увлажненности почв хвоя ели обыкновенной деконцентрирует $Cu_{0,4.}$ Травянистые растения концентрируют малоподвижные элементы $Ti_{0,4-12}$, $Zr_{0,4-10}$, а также $Fe_{0,3-6}$, $Cd_{0,2-10}$, $Cr_{0,1-4}$. Концентратором наибольшего числа элементов является плюризональный орляк обыкновенный: Ti_{4-12}; Fe_{1-5}; $Cr_{4-4,3}$; Zr_{4-9}.

В распределении элементов по надземным органам древесных растений прослеживаются разные стратегии накопления: в широколиственных породах наибольшая концентрация происходит в фотосинтезирующих органах растений, а в хвойной породе (ели обыкновенной) – в ветках и коре.

С помощью коэффициента биологического поглощения (Ах), рассчитанного как отношение элемента в золе растений к их среднему валовому содержанию в профиле почв (Перельман, 1975), выявлены биологически подвижные микроэлементы, и группы растений, наиболее активно участвующие в их поглощении из почвы. В процессы биологического накопления активнее всего вовлекаются Mn, Zn и Cd (Ах≥10).

Соотношение содержания элементов в сухой массе растений к содержанию подвижных соединений (Вх) отражает интенсивность поглощения металлов растениями (Перельман, Касимов, 1999). Mn с Вх=12-206 для корнеобитаемого слоя наиболее активно извлекается из почв в трансэлювиальном ландшафте, в то время как Zn и Cd (Вх=0,02-1,89) менее активно переходят в растения. В поглощении Cu (31-299) и Sr (19-141) для всех растений отмечен дефицит содержания легкоподвижных форм в корнеобитаемом слое, а в поглощении Pb (0,01-0,16) и Zr (0,002-0,12), напротив, избыток, определяющий низкую биогеохимическую подвижность этих двух металлов в ландшафтах. Таким образом, поглощение биологически подвижных элементов растениями определяется количеством их легкодоступных форм в почве.

Исследование выполнено в рамках проекта № № 04/2018/РГО-РФФИ.

Особенности трансформации парниковых газов в олиготрофной торфяной почве

Климова А.Ю.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
nastyakli@rambler.ru

Ключевые слова: парниковый эффект, верховое болото, микробное сообщество, азотфиксация, денитрификация, эмиссия углекислого газа

Болотные экосистемы занимают более 3 млрд. га земной поверхности и, по мнению ряда авторов (Allen, Barnes, 1995), им принадлежит важная роль в регуляции глобальных биогеохимических циклов углерода и азота в наземных экосистемах.

Спецификой функционирования микробных комплексов верхового болота является практическое отсутствие легкодоступного органического вещества, малая зольность поступающего опада, низкое значение pH, преобладание промывного режима и, как следствие, недостаток доступного азота, что делает олиготрофные болота очень уязвимыми к разным факторам антропогенного воздействия и наиболее привлекательным объектом исследования.

Торфяные болота имеют непосредственное отношение к поддержанию газового состава атмосферы, выполняя буферную роль в процессах глобального изменения климата, накапливая в виде торфа или выделяя органический углерод в виде углекислого газа и метана (Вомперский и др., 1999).

Полученные данные в ходе работы позволят уточнить слагаемые потока парниковых газов (N_2O, CH_4 и CO_2) из почв в атмосферу; провести анализ последствий преобразования олиготрофных торфяников при антропогенных воздействиях.

В ходе полевых и лабораторных исследований проведена оценка активности процессов азотфиксации, денитрификации, эмиссии CO_2 и метанообразования в олиготрофной торфяной почве стационара «Старосельский мох» Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника. Исследуемая почва относится к типу торфяные подтипу торфяные олиготрофные (ТО-ТТ), характеризующаяся олиготрофно-торфяным горизонтом мощностью до 50 см, состоящим преимущественно из сфагновых мхов разной степени разложения.

Эмиссия CO_2 из олиготрофной торфяной почвы в зависимости от глубины отбора проб заметно уменьшалась с глубиной с 24,5 до 6,9 мкмоль CO_2/г сут на глубине до 15 см.

Определение активности азотфиксации показало протекание процесса, но с крайне низкой скоростью. Оценка активности азотфиксации после добавления глюкозы, не свидетельствовала о возрастании активности процесса.

Обнаружена высокая интенсивность окисления метана в олиготрофной торфяной почве. Показано, что метан в этих условиях может быть использован диазотрофными бактериями в качестве энергетического источника. Важно отметить, что в присутствии метана нитрогеназная активность оставалась более высокой, даже по сравнению с вариантом после внесения глюкозы.

Установлено преимущественное поглощение закиси азота верхним горизонтом олиготрофного торфяника, как в полевых, так и в лабораторных условиях, что позволяет рассматривать эти экосистемы как природный сток для закиси азота.

Разнообразие микробных комплексов почв и сопряженных субстратов природных заповедников Северного и Южного Вьетнама.

Князева А.В., Дорченкова Ю.А., Столетов Г. А.
МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
aknyazeva1999@gmail.com

Ключевые слова: актиномицеты, бактериальные комплексы, почвенные микроорганизмы, тропические леса, национальные парки.

Важной экологической функцией почвы является сохранение и поддержание биологического разнообразия микробных сообществ, сосредоточенного в тропических лесах, приуроченных, в большинстве своем, к странам Центральной и Южной Америки и Юго-Восточной Азии. Однако площадь их интенсивно сокращается под влиянием антропогенных воздействий. В связи с этим проблема изучения биологического разнообразия почвенных микроорганизмов в почвах под муссонными лесами на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Вьетнама является весьма актуальной.

Нами были определены численность бактерий, длина актиномицетного и грибного мицелия, а также таксономическое разнообразие культивируемых сапротрофных бактерий и актиномицетов в почвах и растительном опаде муссонных тропических лесов ООПТ Вьетнама (Кат Тиен, Кон Ка Кинь, Кон Тю Ранг, Кон Плонг. Суан Шон, Пу Мат и Пу Хоат).

Проведенные исследования микробных сообществ почв, растительного опада и материала, отобранного с поверхности корзинок эпифитов, муссонных тропических лесов ООПТ Вьетнама выявили высокие показатели численности бактерий, сравнимые или даже выше, чем аналогичные показатели для почв умеренного пояса. Длина актиномицетного мицелия в исследованных субстратах достигала значительных величин, выше, чем в почвах умеренного пояса. При этом длина грибного мицелия была невысокой, ниже, чем в почвах умеренного пояса. Максимальная численность бактерий выявлена в бурой темной ферраллитной почве (9.3 млрд./г), ниже – в горной красно-желтой ферраллитной почве (7.7 млрд./г, 6.4 млрд./г), минимальные показатели зафиксированы в бурой тропической маломощной и аллювиальной почвах (не выше 4.0 млрд./г). Длина актиномицетного мицелия достигала максимальных значений в бурой тропической маломощной почве (800 м/г), ниже она была в аллювиальной (503 м/г) и горной красно-желтой ферраллитной почвах (400 м). Длина грибного мицелия максимальна в аллювиальной почве (622 м/г), ниже – в горной красно-желтой ферраллитной (600 м/г) и бурой темной ферраллитной почвах (400 и 350 м/г).

Численность культивируемых сапротрофных бактерий в верхнем гумусовом горизонте почв варьировала от 0.1 до 6.1 млн. КОЕ/г. Выше численность бактерий была в опаде (от 0.87 до 9.6 млн. КОЕ/г). Специфической особенностью сапротрофного бактериального комплекса было доминирование в почве и опаде актиномицетов. В опаде к актиномицетам присоединялись миксобактерии и протеобактерии. Численность

актиномицетов во всех исследуемых тропических субстратах была высокой, и достигала максимальных значений (10^6 КОЕ/г) в опаде на поверхности бурой темно-ферраллитной почвы под лесом в карстовой долине национального парка Суан Шон.

Значительные показатели длины актиномицетного мицелия и доминирование актиномицетов в сапротрофном бактериальном комплексе свидетельствует о существенной роли актиномицетов в деструкции растительных остатков, поступающих на поверхность почвы в исследованных биотопах. Активное развитие актиномицетов в подстилке делает данный локус перспективным для выделения штаммов актиномицетов для целей биотехнологии.

Влияние применения низкоуглеродных технологий на цикл азота в агропочвах Приморского края

Колесникова Ю.А.[1], Семаль В.А.[1,2]

[1] Дальневосточный Федеральный Университет, Школа естественных наук, Кафедра почвоведения, Владивосток, Россия
[2] Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

kolesnikova.iua@students.dvfu.ru

Необходимость изучения цикла азота почвы связана с ускорением глобального потепления, которое происходит из-за парниковых газов, в том числе и NH3, и N2O. Биоуголь, как пример низкоуглеродной технологии, по мнению многих ученых [1, 2], является верным способом уменьшения выбросов этих газов за счёт изменения водно-воздушной среды почвы и микробного сообщества [3].

Описание эксперимента

Эксперимент проводился на агропочвах опытной станции Суражевка, Приморский край, Россия. Поле было разделено на несколько участков, часть из них содержала подземную дренажную систему, а другая часть – нет. Эти участки, в свою очередь, были поделены на контрольные (без внесения биоугля) и с биоуглем. Данный эксперимент был запущен в июне 2018 года и продолжается по настоящее время. Каждые 3 недели с момента начала опыта мы отбирали почвенные образцы и измеряли потоки газов N2O и NH3 у каждого образца в течение 300 секунд.

Результаты

Данный опыт показал значительное уменьшение потоков N2O и NH3 в вариантах с биоуглем. Наибольшее количество выбросов было зафиксировано в контрольном варианте, а наименьшее – в варианте с дренажем и биоуглем (рисунки 1, 2).

Отмечено большее количество выбросов газов в сентябре. Это может быть связано с обильным выпадением дождей в конце августа - начале сентября.

Таким образом, мы можем считать биоуголь эффективным и экологичным мелиорантом.

[1] Burger, M., Jackson, L.E., 2003. Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification rates in organic and conventional cropping systems. Soil Biol. Biochem. 35, 29–36

[2] Ameloot, N. (2013). Biochar additions to soil: effects on soil microorganisms and carbon stability. Ph.D. thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium, pp 179.

[3] Johannes Lehmann, Matthias C. Rillig, Janice Thies, Caroline A. Masiello, William C. Hockaday, David Crowley. Biochar effects on soil biota // A review. Soil Biology and Biochemistry 43 (2011). – 1812–1836.

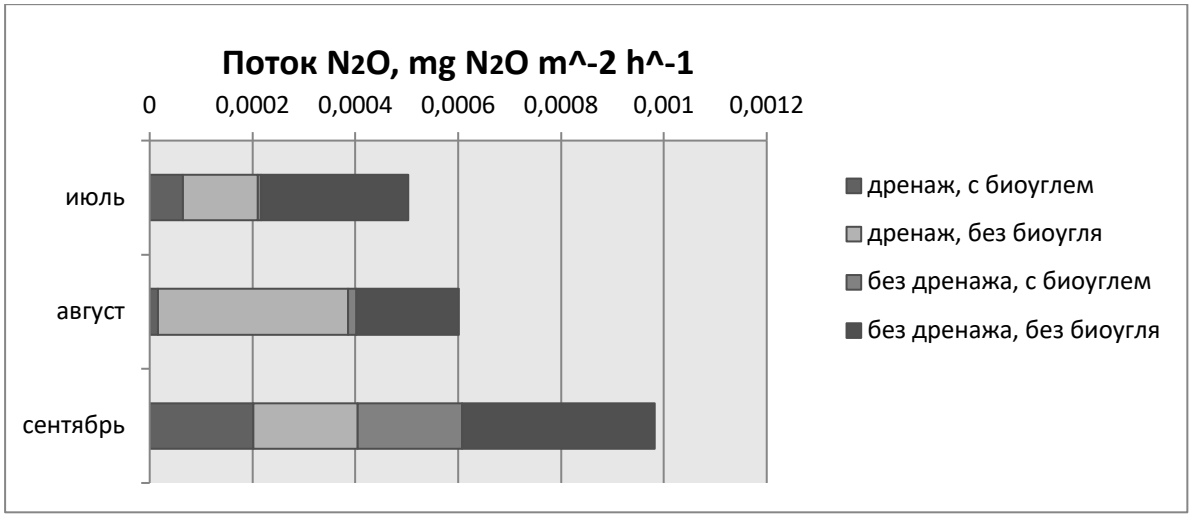

Рисунок 1. Поток закиси азота во всех вариантах опыта за июль, август и сентябрь.

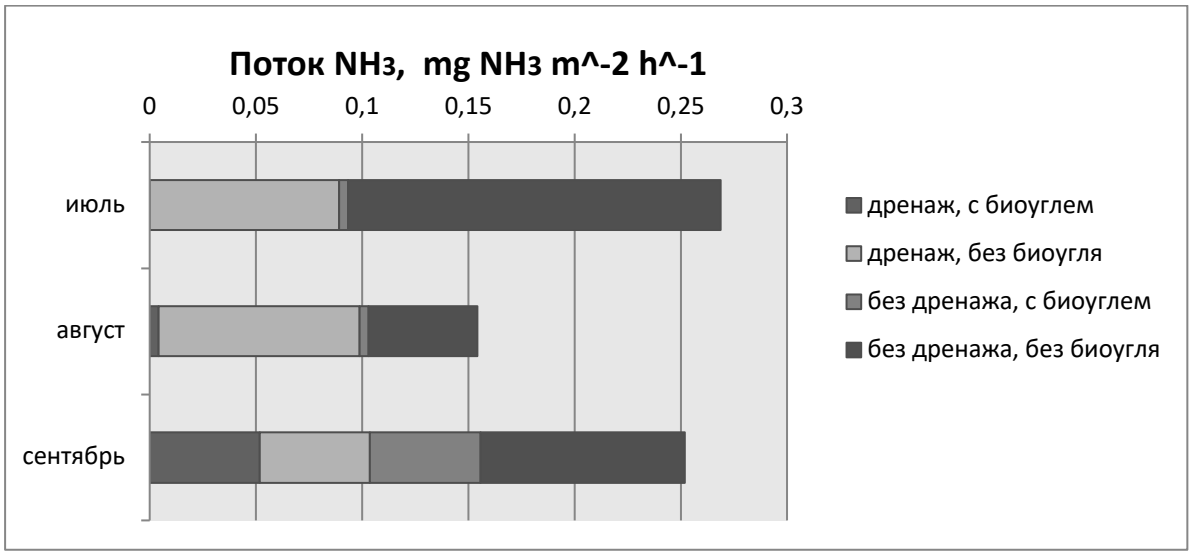

Рисунок 2. Поток аммиака во всех вариантах опыта за июль, август и сентябрь.

Поведение C и N во взвеси поверхностных водотоков Западной Сибири в зависимости от ландшафтных параметров

Крицков И.В., Лойко С.В., Лим А.Г.
ТГУ, Лаборатория биогеохимических и дистанционных методов мониторинга окружающей среды, Томск
krickov_ivan@mail.ru

Ключевые слова: эрозия почв, мерзлота, речная взвесь, органогенные почвы.

Влияние почвенного покрова на состав твердого стока поверхностных водотоков трудно переоценить, поскольку основу речной взвеси составляют продукты эрозии почв, а растворенная часть сильно зависит от состава поступающих в нее почвенных растворов. Особенно это актуально для малых рек северных широт, водосборный бассейн которых, представлен в основном мерзлотными органогенными почвами, где наличие мерзлоты, лимитируя контакт поверхностных вод с минеральной составляющей, способствует надмерзлотному стоку, поступающему в гидрографическую сеть. В этом исследовании рассмотрена зависимость состава речных вод от ландшафтных параметров и почвенного покрова на широтном профиле от подтайги до тундры Западной Сибири (ЗС).

Нами было апробировано 32 реки, которые относятся к водосборным бассейнам Оби, Пуру и Таза в пределах ЗС. Параметры ландшафта водосборов оценивались путем оцифровки доступных почвенных, растительных, литологических и геокриологических карт. Отбор проб проводился во время весеннего паводка, летней межени и осенней межени перед ледоставом.

Поверхностные водотоки ЗС характеризуются относительно низкими концентрациями взвешенного материала, что обусловлено слабой размывающей способностью потоков в условиях плоского рельефа с высокой заболоченностью. Высокие концентрации C и N во взвеси рек ЗС отражают по существу органическую природу почв этой равнины. Роль почвенной составляющей относительно продуктов береговой абразии (также присутствующей во взвеси водотоков) заметно увеличивается от таежной зоны к северной тайге. Максимум концентрации C и N во взвеси и максимальная доля органического углерода в твердых частицах, а также наибольшие экспортные потоки зарегистрированы в зонах прерывистой и спорадической мерзлоты (62-64^{0}N). Это, по-видимому, связано с мобилизацией и вовлечением органогенных частиц из оттаивающих торфяных горизонтов органогенных почв, где мощность активного слоя максимальна. С продвижением к тундровой зоне содержание биогенных элементов значительно снижается, возрастает концентрация петрогенных элементов, таких как (Al, Mg, Mn, Ti), что свидетельствует об увеличении роли воздействия минеральных горизонтов почв. Особенно четкие пики концентрации петрогенных элементов приходятся на периоды весеннего снеготаяния, сопровождающегося активным смывом оттаявших поверхностных горизонтов почв. Именно почвы вносят свой вклад, в условиях отсутствия грунтовых вод.

Содержание C и N во взвеси сильно зависит от размера водосборного бассейна, так с увеличением размера водосборного бассейна уменьшается концентрация органического углерода, которая поставляется торфяниками, возрастает роль минерального вещества, поступающего в результате береговой и донной абразии в крупных реках. Концентрации C и N в речных наносах уменьшаются с возрастанием площади покрытия водосбора лесными массивами, где наибольшее распространение получили почвы альфегумусового отдела, и увеличиваются с ростом доли торфяных почв на водосборе. Отношение C:N оказались довольно низкими, что указывает на низкую важность флокуляции и агрегации растворенного органического материала, поступающего в речные воды.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10045)

Влияние минеральных удобрений и диатомита на рост и развитие газонных трав при загрязнении почв тяжелыми металлами

Крючков А.И., Егоров В.С., Госсе Д.Д.
МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
alexey.cr92@gmail.com, evs_msu@mail.ru, d9151054555@gmail.com

Загрязнение тяжелыми металлами - одна из наиболее распространенных нагрузок, испытываемых городскими газонами. Применение кремнийсодержащих удобрений – перспективный способ повышения устойчивости газонных экосистем в условиях загрязнения. Цель исследования: дать оценку действия и последействия минеральных удобрений и диатомита на газонные травы при загрязнении их ТМ (Cd, Pb).

Многофакторный полевой мелко деляночный опыт был заложен на территории почвенного стационара МГУ имени М. В. Ломоносова. Повторность опыта – трехкратная, S делянки 2м2, размещение вариантов – рандомизированное. Для проведения опыта была подготовлена площадка в соответствии с правилами создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы. Объектом опыта была газонная смесь злаковых трав «Изумрудная поляна люкс», состоящая из 5 различных видов злаковых, типичных для газонов Москвы и области. Для удобрения грунта были использованы диаммофоска (N:P:K = 10:25:25) и аммиачная селитра (34 % N). , конечное соотношение N:P:K при внесении минеральных удобрений было 60:60:60 кг д. в. на 1 га. Удобрения внесли в 2015г, в 2016 и 12017 гг изучали их последействие. Почва опытного участка конструктозем.

Практически на всех вариантах опыта без применения удобрений замечено снижение содержания доступного растениям фосфора на 10-15%. Тем не менее, в грунте вариантов с применением минеральных удобрений это снижение минимально (3-8%). Последействие диатомита выражено практически на всех соответствующих вариантах опыта, содержание фосфора на вариантах с применением диатомита падает к концу вегетационного периода меньше, чем без него, на 4% не зависимо от факта внесения минеральных удобрений на делянке.

Содержание водорастворимого калия в грунте увеличилось к концу вегетационного периода на всех вариантах опыта на 10-20%, за исключением неудобренных загрязненных вариантов с добавлением диатомита. В этих вариантах произошло существенное снижение содержания доступного калия, на 11% в варианте, загрязненном свинцом и на 34% - с кадмием.

Применение минеральных удобрений способствовало существенному (на 30-40%) увеличению выноса азота по сравнению с соответствующими вариантами с загрязнением за счет развития большей биомассы.

Анализ внутри сезонного изменения содержания углеводов показывает, что в условиях недостаточного обеспечения влагой (июнь и август), синтез сахаров в растениях увеличивается. Это объясняется тем, что

сахара препятствуют накоплению солей и повышают осмотическое давление в клетках, данные механизмы описаны в многочисленных источниках.

Это объясняется начальным этапом развития травостоя в условиях умеренной увлажненности. В июле, в условиях достаточного обеспечения влагой, содержание сахара меньше на 5-7%, но при этом отчетливо видно положительное влияние минеральных удобрений и диатомита на синтез этих углеводов.

На вариантах с загрязнением отмечено достоверно более высокое содержание Pb и Cd в биомассе трав по сравнению соответствующими вариантами без загрязнителей. Применение удобрений сопровождалось увеличением концентрации ТМ в биомассе трав на 15-25% практически во всех вариантах опыта.

Вынос свинца биомассой газонных трав третьего и четвертого укоса достоверно выше. Возможно, это связано с тем, что в этот период выпадало большое количество осадков, и как следствие увеличилась подвижность этого элемента в анаэробных условиях. Так же при минерализации органического вещества произошло освобождение ранее недоступных форм.

Как грибные сообщества пустынных почв реагируют на облучение высокоэнергетичными электронами (вээ)?

Крючкова М.О.[1], Воробьева Е.А.[1,3], Иванова А.Е.[1, 2], Чепцов В.С.[1, 3], Павлов А.К.[4].

[1]Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова;
[2] ИПЭЭ РАН им. А.Н.Северцова, Москва;
[3]ИКИ РАН, Москва;
[4]ФТИ РАН им. А.Ф.Йоффе, Санкт- Петербург.

margo_kruchkova@mail.ru

Ключевые слова: микромицеты, устойчивость, экстремальные местообитания, астробиология, Марс.

Нередко сообщества микроорганизмов земных местообитаний с экстремальными условиями среды становятся модельными объектами астробиологии. Облучение высокоэнергетичными электронами (ВЭЭ) это один из факторов, лимитирующих сохранение жизнеспособности микроорганизмов на поверхности Марса.

Таким образом, целью данного исследования было изучить влияние облучения ВЭЭ в сочетании с низкими температурами и давлением на сообщества микромицетов серозема.

Объектом исследования были почвенные образцы из верхнего горизонта серозема (пустыня Негев, Израиль). Образцы были облучены в специальной климатической камере, позволяющей сохранять давление в 8-9·10-3 Торр и температуру -130°С в течение всего эксперимента. Образцы получили следующие дозы: 0,05; 1; 2, 3, 4 и 5 МГр. Один образец был подвержен воздействию только температуры и давления, без облучения, другой облучали при комнатной температуре и давлении 1 атм дозой в 0,05МГр (RT, 1 атм).

Для определения КОЕ и структуры грибных сообществ был использован метод почвенных разведений и посева на твердые питательные среды: грибной Чапек и щелочной агар. Посевы держали при температуре 5, 25 и 37°С. Грибную биомассу определяли методом прямой люминесцентной микроскопии с использованием красителя калькофлуора белого.

Численность грибных пропагул в контрольных образцах составила 1-5·104 КОЕ/г почвы. Воздействие низкой температуры и давления не оказало значительного влияния на численность КОЕ. Облучение дозами в 0,05 МГр и 1 МГр привело к увеличению КОЕ в 5 раз – 11-20·104, тогда как после облучения дозами в 3, 4 и 5 МГр наблюдали значительное уменьшение КОЕ до 1·104. Наименьшее КОЕ регистрировали после облучении 0,05 МГр (RT, 1 атм) – 0,3·104 КОЕ/г почвы.

Наибольшее видовое разнообразие наблюдали в контрольных образцах – 25-35 видов. Число видов в облученных образцах – 13-15. Сравнительно высокое видовое разнообразие (20 видов) среди облученных образцов выявили после воздействия дозой 2 МГр. Наименьшее видовое разнообразие регистрировали после облучения 0,05 МГр (RT,1атм) – 5 видов.

После облучения ВЭЭ изменение наблюдали и в структуре грибных сообществ: биоразнообразие значительно ниже в облученных образцах по сравнению с контрольными. После облучения дозами 1 и 2 МГр значительно возросло количество дрожжей. После воздействия дозами 3, 4, 5 МГр и 0,05 МГр (RT, 1 атм) виды выделяли только при культивировании при 25°C. В образцах, облученных высокими дозами ВЭЭ, доминировали виды родов Aspergillus и Penicillium, а в образце, получившем дозу 0,05 МГр (RT,1атм) – виды рода Trichoderma.

Биомасса грибных спор имела тенденцию к уменьшению с увеличением дозы облучения.

В результате было показано, что грибные сообщества пустынных почв сохраняют жизнеспособность после воздействия высоких доз ВЭЭ, низких температуры и давления. Относительно невысокие дозы ВЭЭ (0,05, 1 и 2 МГр) оказывали стимулирующее воздействие на грибные сообщества пустынных почв, что выражалось в увеличении численности грибных пропагул. Более высокие дозы (3, 4 и 5 МГр) оказывали подавляющее воздействие: наблюдали значительное снижение КОЕ, биомассы спор, отсутствие прорастания спор из почвы при культивировании при 5 и 37°C. Наибольший стерилизующий эффект оказало облучение дозой 0,05 МГр (RT, 1 атм) – наблюдали наименьшее КОЕ и число видов.

Изменение функциональных показателей микробных сообществ в ходе разложения крупных древесных остатков ели

Максимович С.В.[1], Иванова А.Е.,[1,3] Евдокимов И.В.,[2] Кураков А.В.,[1] Горленко М.В.,[1] Костина Н.В.[1]

[1]МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
[2]ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, Пущино.
[3]Институт проблем эволюции и экологии им.Северцова, Москва

Ключевые слова: валеж, баланс углерода, микробные сообщества, сообщества деструкторов, лесные экосистемы, сукцессия.

Введение.

Мертвая древесина является вторым по объемам после почв наземным резервуаром длительного депонирования связанного углерода (Кудеяров и др., 2007). Преобразование растительных остатков состоит из взаимосвязанных процессов разложения и гумификации, скорость которых определяется деятельностью микроорганизмов. При разложении опада и крупных древесных остатков (КДО) обеспечивается накопление и поддержание запасов органических веществ и соединений минерального питания растений в лесных почвах, формируется один из основных потоков углерода в атмосферу. Целью нашего исследование было оценить скорости разложения растительных *Pícea ábies* как одной из самых распространенных пород в лесных экосистемах зоны средней тайги и роль разных групп микроорганизмов в этом процессе.

Материалы и методы

Образцы КДО ели обыкновенной всех пяти стадий разложения были отобраны в Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (Тверская обл.) в 2014-2015 гг. Определяли базальное и субстрат-индуцированное дыхание (с хроматографическим окончанием), характеризующие общую микробную биомассу; актуальную и потенциальную азотфиксацию; актуальную денитрификацию. Для характеристики спектров потребления питательных субстратов микробным сообществом использовали метод мультисубстратного тестирования. Кроме того, было проведено описание сообществ культивируемых грибов как наиболее значимой группы организмов-деструкторов КДО при выделении на среды Чапека, Гетчинсона, сусло-агар, голодный агар.

Результаты

Выявлены максимальные скорости дыхания для микробного сообщества на III и VI стадиях разложения древесины, что, возможно, было связано с накоплением промежуточных продуктов разложения целлюлозы и с развитием ряда быстрорастущих грибов из рода *Trichoderma*. Активность азотфиксации и денитрификации была минимальной на I стадии, возрастала на промежуточных стадиях разложения, и снова снижалась на

последней V стадии, где была сопоставима с уровнем активности у собственно почвенного микробного сообщества.

Анализ спектров потребления субстратов бактериальным сообществом в разлагающемся валеже выявил активное потребление сахаров и полимерных соединений, но слабое - спиртов и органических кислот. Активность усвоения субстратов бактериями постепенно возрастала в ходе сукцессии, но не достигала значений, характерных для собственно почвенного сообщества.

Интенсивность использования грибным сообществом различных соединений, кроме органических кислот, снижалась на протяжении первых трех стадий. На IV стадии наблюдались двукратное увеличение потребления сахарови полимеров, и более чем двукратное возрастание потребления азотсодержащих соединений. На V стадии потребление сахаров и азотсодержащих веществ снижалось, потребление же полимеров продолжало расти, что указывает на преобладание грибов, утилизирующих сложные субстраты. В целом, активность потребления субстратов грибным сообществом из КДО разных стадий разложения была ниже, чем таковая у собственно почвенного сообщества.

Кластерный анализ изменения спектров потребления субстратов бактериальным и грибным сообществами на разных стадиях разложения валежа ели выявил четкое отличие микробных сообществ ранних стадий (I и II) от промежуточных (III и IV) и последней V стадии. При этом на V стадии потребление субстратов бактериями было уже сходно с почвенным сообществом, а активность грибного сообщества все же достоверно отличался от почвенного.

При анализе сукцессии культивируемых грибов на разных стадиях разложения древесины регистрировали изменения состава и обилия видов, структуры сообществ. Наиболее выраженные и резкие изменения происходили в группе целлюлозолитических грибов, где произошла последовательная смена состава с элиминацией видов, доминирующих на первых стадиях, и заменой их на новые доминанты на последующих стадиях. В структуре прочих проанализированных трофических группировок грибов, хотя и наблюдалось появление новых видов на III и VI стадиях, но вытеснения видов, доминировавших на ранних стадиях, не происходило.

Таким образом, изучение комплекса характеристик сообщества деструкторов КДО показало, что наиболее выраженные изменения и активация метаболической активности микробных сообществ деструкторов древесины происходят на III и VI стадиях разложения крупных древесных остатков ели обыкновенной.

Особенности базального и субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов археологических погребальных памятников XII века Московской области

Петросян А.А.[1], Плеханова Л.Н.[2], Сыроватко А.С.[3]

[1]Пущинский государственный естественно-научный институт,
Alisa_Mayakovskaya@bk.ru
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения ФИЦ ПНЦБИ РАН
dianthus1@rambler.ru
[3]Коломенский археологический центр.

Ключевые слова: почва, кремация, могильник, микробные сообщества, курган.

Исследования почвы под валами и насыпями археологических памятников позволяют сравнить состояние почвенного покрова в различные исторические эпохи, а также рассмотреть особенности развития природной среды и анализировать ее отдельные компоненты. Погребенные почвы изолируются от влияния внешней среды, обеспечивая сохранение свойств прежних эпох, в которые почва сформировалась. Почвенный профиль выступает в роли архива, хранящего в себе информацию о всех фазах развития, наложенных друг на друга.

Объектом исследования послужили почвы могильника у с. Кременье, включающие курган XII века, насыпь кургана и 800 и 100-летние погребенные почвы. Второй хроносрез (100 лет) сохранился под досыпкой от грабительского вкопа начала XX в. Памятники датируются временем вятичей, XII вн.э. Определялись pH почв, влажность, полная полевая влагоемкость, гранулометрический состав, гумус, магнитная восприимчивость прибором КТ-5 по общепринятым методикам (Аринушкина, 1970). Из показателей активности микробных сообществ определялось базальное и субстрат-индуцированное дыхание почв (Anderson and Domsch, 1980) на охлажденных однородных образцах, со статистической обработкой результатов.

По показателям физико-химических свойств почв мы получили распределение гумуса, значений магнитной восприимчивости, можно сделать вывод, что сохранность почвенных свойств в песчаной курганной насыпи высока. Биогенное распределение гумуса и фосфатов в современных горизонтах продемонстрировано в сформированной на наспи почве. При изучении образцов почв из курганного ровика, который окружал насыпь кургана, были обнаружены максимально высокие значения всех показателей на дне ровика. Образцы строительного материала с обломками печной обмазки, характерной для культурного слоя -уникальный фрагмент был обнаружен нами в средней части курганной насыпи -демонстрируют повышение по фосфатам и активности микробных сообществ. На всем массиве изучаемых образцов были проведены анализы дыхания микроорганизмов и посевы на кератинолитические микроорганизмы. На курганной насыпи на песках-супесях над обеими хроносрезами идет формирование почвы по типу серых лесных. На кургане выражено представлены не все горизонты, характерные для серых лесных почв, что связанно с небольшим временем формирования почвы.

Углерод активной микробной биомассы рассчитывали по скорости субстрат-индуцированного дыхания с использованием коэффициента пересчета 40.04 [Anderson and Domsch, 1978]. Были рассчитаны дыхательный коэффициент Qr, а так же доля микробной биомассы от общего углерода. По результатам этого анализа…

В почве курганной насыпи дыхание базально и субстрат-индуцированное колеблется в пределах от значений близких к нулю до 6 -8 мкг CO2/г почвы час , во всех случаях субстрат-индуцированное дыхание активней. Максимумы для почв насыпи возраста 800 и 100 лет находятся в поверхностных дневных горизонтах насыпи. Для почвы насыпи 800-лентего возраста убывание активности базального дыхания микроорганизмов плавной вниз по профилю. Для почвы 100-летнего возраста имеется повышение активности в погребенной 100 лет назад почве. Для субстрат-индуцированного дыхания, в основном разрезе через почву насыпи 800-летнего возраста мы фиксируем повышение активности в слоях со строительными остатками, представленными обломками печины. То есть возможно констатировать, что активация микроорганизмов глюкозосодержащими субстратами оживляет спящие их формы и они демонстрируют повышенную дыхательную активность. Для почвы, погребенной под грабительским выкидом 100 лет назад также характерна высокая активность микроорганизмов в субстрат-индуцированном дыхании.

Физико-химические формы трансурановых радионуклидов в иллювиально-железистых подзолах

Попова М.Б.[1,2]

[1]ГЕОХИ РАН им. В.И. Вернадского, Москва
МГУ им. М.В. Ломоносова, ф-т почвоведения, Москва

marbpop@gmail.com

Техногенные радионуклиды, Кольский полуостров, радиоэкология, формы нахождения.

Физико-химические формы радионуклидов почве определяют интенсивность и направленность их миграции. Это свидетельствует о важности их изучения, потому что именно почва является депозитарием радионуклидов в наземных экосистемах, проявляя барьерные свойства и предохраняя сопредельные среды от техногенного загрязнения. Распределение радионуклидов по их физико-химическим формам в подзолах фоновых территорий остается малоизученным. Для трансурановых элементов такие данные в литературе отсутствуют.

Поскольку удельные активности ^{237}Np и ^{239,240}Pu в северных подзолах чрезвычайно низки, распределение этих радионуклидов по формам изучалось путём постановки модельного эксперимента по методу последовательных экстракций Ф.И. Павлоцкой. В почвенные образцы, взятые из горизонтов E, B_1f и C иллювиально-железистого подзола, был внесен ^{237}Np в виде 0,3 мл р-ра, содержащего $3{,}3*10^{-5}$ г/мл этого радионуклида, и^{239,240}Pu в виде 0,03 мл р-ра, содержащего 1500 Бк радионуклида.

Полученные результаты свидетельствуют о том, ^{237}Np обладает высокой подвижностью в иллювиально-железистых подзолах. Более 60% этого радионуклида сосредоточено в форме, доступной для поглощения растениями. В целом, данные по распределению нептуния по формам нахождения в изученных почвах сопоставимы с результатами исследований, проведённых отечественными специалистами для дерново-подзолистых почв.

Исследование показало, что иллювиально-железистые подзолы обладают достаточно сильной удерживающей способностью по отношению к ^{239,240}Pu. Однако, плутоний в подзолах оказался гораздо более подвижным, чем в других почвах России: его содержание в водорастворимой форме в 5 раз превышает аналогичный показатель для почв средней полосы России.

В условиях бедности почв органическим веществом, обменными катионами и глинистыми минералами трансурановые радионуклиды проявляют в них гораздо большую подвижность, чем в изучавшихся ранее почвах России. Это означает повышенный риск накопления их растительностью и миграции по пищевым цепям в северных экосистемах.

Роль типа фитоценоза в формировании свойств сухоторфяных горизонтов почв полуострова Рыбачий

Токарева О.А., Маслов М.Н.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
tokareva1406@yandex.ru

Ключевые слова: сухоторфяно-подбур, сухоторфяно-подзол, сухоторфяная почва, кислотность почвы, Podzols, Histosols

Почвы с сухоторфяным горизонтом (TJ) занимают значительные площади в отдельных районах Субарктики. Формирование сухоторфяного горизонта возможно при наличии холодного влажного климата, короткого вегетационного периода, мезофильной растительности, хорошего внутрипочвенного дренажа и высокой кислотности почв, при сочетании которых происходит медленное разложение растительных остатков и их накопление в виде слабогумифицированного органического вещества. В связи с существованием военной базы на полуострове Рыбачий, долгие годы этот район был закрыт для полноценных исследований, поэтому почвы этого региона остаются слабоизученными. В частности, не изученным остается вопрос о связи типа фитоценоза с основными свойствами сухоторфяных горизонтов.

Полевые исследования проводили в июне 2018 года. На изученной территории были описаны сухоторфяные почвы, сухоторфяно-подбуры и сухоторфяно-подзолы, сформированые под разными типами фитоценозов: мохово-лишайниковой, кустарничковой и кустарничково-разнотравной тундрой, а также березовым криволесьем. В образцах сухоторфяных горизонтов определяли общее содержание углерода и азота, соотношение легко-, средне- и трудноокисляемых фракций (методом хемодеструкции), актуальную, обменную и гидролитическую кислотность, а также содержание золы.

Сухоторфяные горизонты, сформированные под разными типами фитоценозов и относящиеся к разным типам почв, не имеют статистически значимых различий по содержанию общего углерода и азота. Содержание общего углерода в образцах составляет 35-45%, общего азота около 1.4-1.5%. В горизонтах TJ преобладает фракция легкоокисляемого органического вещества, доля которого составляет 60–66% от общего содержания углерода, а его максимальное содержание наблюдается под мохово-лишайниковой тундрой. Содержания средне- и трудноокисляемой фракций достигают максимумов в горизонте TJ под березовым криволесьем, что связано с большим ежегодным поступлением лигнифицированного опада. Актуальная кислотность сухоторфяных горизонтов не зависит от типа почвы или фитоценоза и составляет около 5 ед. pH. Обменная и гидролитическая кислотности в горизонте TJ сухоторфяной почвы выше, чем в TJ сухоторфяно-подзола. Под березовым криволесьем наблюдаются максимумы обменной и гидролитической кислотности, составляющие 3.1 и 6.7 pH, а также максимум общей потенциальной кислотности, составляющая 138 ммоль(+)/100 г.

Таким образом, тип фитоценоза, определяющий состав и количество ежегодного опада, влияет и на показатели потенциальной кислотности и соотношение фракций органического вещества в сухоторфяных горизонтах. Основные свойства сухоторфяных горизонтов почв проявляют консерватизм и не зависят от типа фитоценоза.

Определение численности бактериофагов в почве методом прямой эпифлуоресцентной микроскопии

Чекин М.Р.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
mihaill456@gmail.com

Бактериофаги – самые мелкие и многочисленные обитатели нашей планеты, неотъемлемая часть микробных сообществ экосистем Земли. Об экологической значимости бактериофагов в почве известно значительно меньше, чем в водных экосистемах, хотя можно предположить, что бактериофаги имеют значение в регуляции численности бактерий в почве [1,2,3].

Целью нашей работы является разработка метода определения численности бактериофагов в почвах методом прямой эпифлуоресцентной микроскопии при помощи люминесцентного красителя SYBR Green 1. Этот краситель широко используется при определении численности бактериофагов в водных средах. Были проанализированы образцы верхних (0-10 см) горизонтов аллювиально-дерновой почвы, торфяной почвы, урбанозема и чернозема миграционно-мицелярного (3 горизонта по профилю). Определение численности бактериофагов в почве проводили методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием красителя нового поколения SYBR Green 1, который характеризуется высокой чувствительностью к ДНК [3]. Метод окраски был нами адаптирован для определения численности бактериофагов в почвенных образцах и включал в себя фильтрацию почвенной суспензии через мембранные диски с размером пор 0,2 нм.

Численность бактериофагов составила 1,0-5,0 млрд. в 1 г почвы, что сравнимо с их численностью в донных отложениях [2]. Максимальная численность бактериофагов была зафиксирована в черноземе миграционно-мицелярном (5,0 млрд. в 1 г почвы), минимальная численность бактериофагов – в торфяной оли- готрофной почве (1,3 млрд. в 1 г почвы) и окультуренной аллювиальной дерновой почве (1,0 млрд. в 1 г почвы). Численность бактериофагов уменьшалась вниз по профилю чернозема – от 5 млрд. (AU1) до 2,3 млрд. (AU3) и до 1,3 млрд. (BCAmc), т.е. численность бактериофагов в нижнем горизонте была в 3,8 раз ниже, чем в верхнем горизонте. В фильтратах почвенной суспензии при помощи электронной просвечивающей микроскопии на микроскопе JEM-100CXII была изучена также морфология бактериофагов. Были обнаружены икосаэдрические, хвостатые и нитчатые бактериофаги.

Полученные нами данные о высокой численности бактериофагов в почве и их морфологическом разнообразии позволяют предположить, что они могут играть значительную роль в регуляции численности бактерий в почвах.

Литература

Gonzales-Martin C., Teigell-Perez N., Lyles M., Valladares B., Griffin D.W. Epifluorescent direct counts of bacteria and viruses from topsoil of various de- sert dust storm regions // Res. Microbiol. 2013. V. 81. P. 17–21.

Helton R.R., Liu L., Wommack K.E. Assessment of factors influencing direct enumeration of viruses within estuarine sediments // Appl. Environ. Microbiol. 2006. V. 72. P. 4767–4774.

Noble R.T., Fuhrman J.A. Use of SYBR Green 1 for rapid epifluorescence s of marine viruses and bacteria // Aquat. Microb. Ecol. 1998. V. 14. P.

113–118.

Устойчивость почвенных прокариотных комплексов к облучению ускоренными электронами в модельных условиях Марса

Чепцов В.С.[1,2], Воробьева Е.А.[1,2], Белов А.А.[1], Павлов А.К.[3], Цурков Д.А.[3], Ломасов В.Н.[4]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
cheptcov.vladimir@gmail.com
[2]Институт космических исследований РАН, Москва
[3]Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург
[4]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Ключевые слова: астробиология, микробные сообщества, ионизирующее излучение, радиорезистентность, экстремальные местообитания.

Определение пределов устойчивости земных микроорганизмов к воздействию факторов внеземного пространства является одним из приоритетных направлений современных астробиологических исследований. Большое внимание уделяется ионизирующей радиации как одному из основных факторов, способных препятствовать сохранению и распространению жизни за пределами Земли. Цель данного исследования – изучить воздействие ускоренных электронов (~1 МэВ) как компоненты космического излучения высокими дозами 10 кГр и 100 кГр на микробные сообщества в их естественной среде обитания – аридной почве и древней мерзлой осадочной породе, а также чистые бактериальные культуры, выделенные из этих биотопов. Облучение проведено в условиях низкого давления (~0.01 торр) и низкой температуры, (-130°C), что имитирует условия Марса и открытого космоса. Показано, что облучение электронами в указанных дозах не стерилизует образцы из экстремальных местообитаний. Полученные данные позволяют предполагать сохранение жизнеспособных микроорганизмов в криоконсервированном состоянии в течение не менее 1.3 и 20 млн. лет в реголите Марса в поверхностном слое и на глубине 5 м соответственно; в течение не менее ~170 лет во льду Европы на глубине 10 см; в течение не менее 400 тыс. лет в открытом космосе в составе астероидов. Показано, что бактерии имеют значительно более высокую устойчивость *in situ* в естественной среде обитания по сравнению с их устойчивостью в чистой культуре. Благодаря протекторной функции природной среды даже радиочувствительные микроорганизмы находясь в составе природных микробных сообществ способны выдерживать воздействие высоких доз ионизирующей радиации.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 17-12-01184.

СЕКЦИЯ «СТАБИЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА АГРОЦЕНОЗОВ»

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Пространственная неоднородность агрохимических и агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы в условиях минимальной и отвальной обработки под посевами ячменя

Ананьев А.А., Железова С.В.
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, факультет агрономии и биотехнологии, Москва
soferrum@mail.ru, ananev_987@mail.ru

Ключевые слова: дифференцированное внесение, вариация показателей плодородия, точное земледелие

Введение. Возможность регулирования технологических параметров проведения операций во время движения по полю, благодаря развитию спутникового позиционирования и компьютеризации современной техники, предъявляет новые требования к методике проведения экспериментов, а именно – оценке пространственной неоднородности почвенных свойств [1,2].

В технологиях точного земледелия в совокупности с использованием геостатистических методов возможно применение дифференцированного внесения различных расходных средств на поле, которое является одним из способов оптимизации расходов [3].

Минимализация обработки почвы посредством менее интенсивного воздействия, стабилизирует урожайность ячменя, приводит к меньшей вариации почвенного плодородия и уменьшению расхода энергетических и трудовых затрат.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в полевом опыте Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (далее – ЦТЗ) в 2017 г на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Изучали воздействие агрофизических и агрохимических показателей почвы на рост и развитие посевов ячменя сорта Михайловский, возделываемого по интенсивной технологии. Схема опыта включала в себя исследования по фактору обработки почвы: минимальная обработка и отвальная вспашка.

В рамках исследования были построены подробные карты пространственного распределения почвенных показателей пахотного слоя и урожайности ячменя. Определение агрофизических и агрохимических свойств проводили стандартными методами по ГОСТ и методическим указаниям.

Результаты и обсуждение. Исследования проводились по 1-му фактору: обработка почвы (минимальная и вспашка), однако, благодаря современным геостатистическим методам анализа данных, было выявлено, что на распределение некоторых показателей существенное воздействие оказывает комплекс природных факторов.

Факторы делятся на: изменяющиеся с Севера на Юг – в зависимости от обработки почвы (сопротивление пенетрации, объемная влажность почвы), и с Запада на Восток – в зависимости от природного воздействия (удельное электрическое сопротивление (УЭС), pHkcl) (рис. 1).

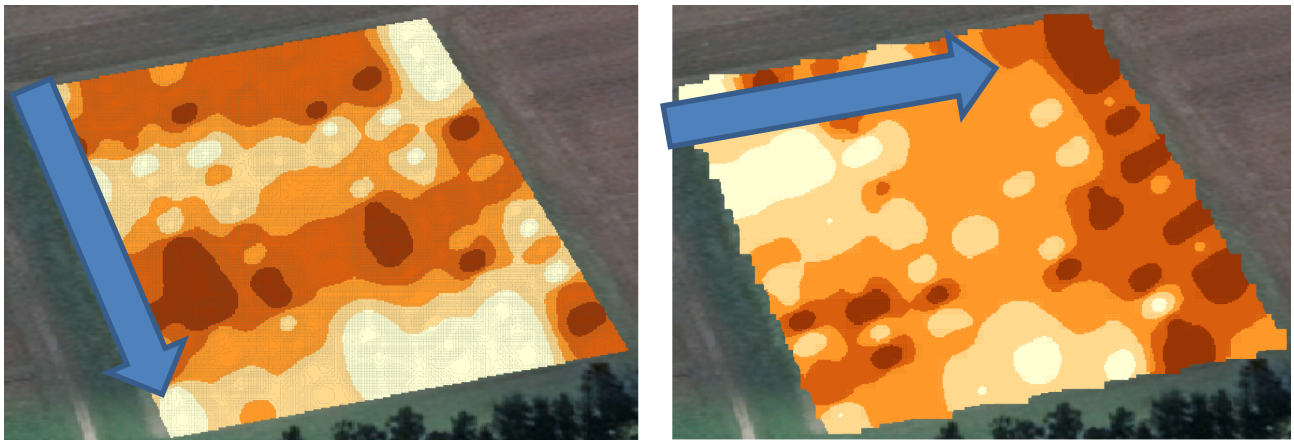

Рисунок 1 – Пространственное распределение показателей, в зависимости от влияния факторов.

Выводы

Пространственное распределение кислотности почвы и УЭС зависело от природных факторов, изменяется с запада на восток, при этом участки с минимальными показателями pHkcl совпадают с зонами наименьшей урожайности ячменя;

Способ обработки почвы оказал влияние на сопротивление пенетрации и на накопление влаги в верхнем (0–20 см) слое почвы. Вариант опыта под отвальной обработкой характеризуется более низким сопротивлением пенетрации и содержанием влаги, чем вариант с минимальной обработкой.

Анализ пространственного распределения основных элементов минерального питания (N, P2O5, K2O) в пахотном слое почвы не выявил определенной закономерности: элементы были распределены равномерно, присутствовали в почве в достаточном количестве и поэтому не лимитировали урожайность ячменя;

Библиографический список

1. Лощинина, А.Э. Сравнительная оценка агротехнологий разной интенсивности и урожайность полевых культур в условиях Верхневолжья // А.Э. Лощинина. – Дисс. … канд.с.-х.наук. Иваново, 2016. – 170 с

2.Якушев В.П. Прецизионные эксперименты как инструмент совершенствования нормативной базы применения удобрений в условиях пространственной неоднородности почв / В.П. Якушев, А.В. Конев, В.В. Якушев // Агрофизика. – 2016. – №3. – с. 33-41.

3. Березовский Е. Точность выгодна / Е.Березовский, С.Железова, А.Беленков, Н.Королева // Аграрное обозрение, 2012. – № 4. – С. 14.

Микробиологические показатели постагрогенных тундровых почв

Ковалева В.А., Лаптева Е.М., Панюков А.Н., Денева С.В., Виноградова Ю.А.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
kovaleva@ib.komisc.ru

Ключевые слова: микробная биомасса, микромицеты, постагрогенная экосистема

Постагрогенное преобразование экосистем – это актуальная проблема в настоящее время. После экономического кризиса 90-х годов большие площади сельскохозяйственных земель были заброшены, что привело к преобразованию агроценозов. Этот вопрос хорошо освещен в литературе для таежной зоны. При этом большинство исследований в этой области связано с заброшенными сельскохозяйственными угодьями в южной тайге. Тундровые постагрогенные почвы являются уникальными объектами исследования, ввиду того, что тундровая зона не принадлежит к территориям традиционного земледелия. В тундровой зоне Республики Коми основными агроценозами являлись многолетние сеяные луга, используемые для заготовки кормов животным. Изучение механизмов и процессов самовосстановления заброшенных сеяных лугов имеет как самостоятельное научное значение, так и определенный практический интерес, связанный с прогнозом их развития в суровых климатических условиях. Одним из важных параметров экосистемы, является функционирование микробного комплекса почвы, характеристика которого позволяет в перспективе выйти на качественную и количественную оценку постагрогенного преобразования в условиях тундры.

Исследования проводили в Воркутинском районе Республики Коми. Район исследования расположен в подзоне южных кустарниковых тундр. Объектами исследования являются постагрогенные экосистемы – заброшенные сеяные луга, созданные в 50-х гг. и заброшенные в конце 90-х гг. прошлого столетия. Агрорежим исследуемых лугов включал ежегодное внесение минеральных удобрений в начале вегетационного периода и сенокошение в конце июля. Выбранные объекты занимают разное положение в ландшафте – от элювиального типа (вершина водораздельного холма) к аккумулятивному (пойма реки Воркута). Участок 1 представляет 14-летнюю залежь, расположенную на вершине водораздельного холма (67º31´с.ш., 64º07´в.д.). Участок 2 – 16-летняя залежь, расположенная на надпойменной террасе р. Воркута (67º31´с.ш., 64º03´в.д.). Участок 3 представляет собой 13-летнюю залежь в пойме р. Воркута (67º32´ с.ш., 64º02´в.д.).

Результаты микробиологического анализа, проведенные методом люминесцентной микроскопии, показали, что во всех исследуемых почвах функционально активная часть микроорганизмов сосредоточена в верхних органогенных горизонтах. Резкий спад численности бактерий отмечен на границе бывшего пахотного горизонта и минеральной толщи. Общая численность почвенных грибов имеет аналогичный характер профильного распределения, как и бактерии. Максимальными показателями численности и биомассы микроорганизмов характеризуется постагрогенная почва пойменного участка.

В результате проведенных микробиологических исследований почв составлен список включающий 46 видов микромицетов, отнесенных к 18 родам и две формы (светло- и темноокрашенная) стельного мицелия.. Основные роды почвенных микроскопических грибов представлены различным количеством видов – от одного до десяти. Комплексы почвенных микромицетов исследуемых почв характеризуются обилием стерильного мицелия и постоянным присутствием видов рода Penicillium. Наибольшее количество видов было выделено из почвы пойменной залежи – 32 вида, меньше (25 вида) – из почвы постагрогенной экосистемы на надпойменной террасе, минимальное (19 видов) – из почвы постагрогенной экосистемы на вершине водораздельного холма. Сравнительный анализ видового состава комплексов почвенных микромицетов исследуемых постагрогенных экосистем показала, что наибольшим видовым разнообразием (индекс Шеннона равен 2.67) и видовой специфичностью (коэффициент специфичности равен 0.26) характеризуется комплекс микромицетов почвы пойменного участка. Таким образом, в постагрогенной почве пойменного участка складываются наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности и развития микроорганизмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта УрО РАН «Микробные сообщества криогенных почв как основа стабильного функционирования наземных экосистем Арктики и Субарктики в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия» Регистрационный номер: АААА-А17-117122190039-0

Влияние возрастающих доз органоминеральных удобрений на групповой состав гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Козлова А.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва

alyakozlova@mail.ru

Ключевые слова: органическое вещество почвы, подвижные гумусовые вещества

В настоящее время при характеристике органического вещества пахотных почв используют широкий спектр показателей, в том числе - групповой состав гумуса, так как он отражает специфику процесса гумификации.

Цель данной работы - изучение влияния длительного систематического применения органоминеральной системы удобрения в различных дозах (от единичной до пятикратных), а также её последействия на общее содержание и групповой состав гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Исследования проводили в длительном стационарном полевом опыте с сокращенной факториальной схемой, заложенном в 1978 году лабораторией агрохимии органических удобрений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» совместно с ФГБНУ «Смоленский НИИСХ». В течение четырех ротаций севооборота (до 2008 года включительно) в опыте систематически вносили минеральные (азотные, фосфорные и калийные) и органические (подстилочный навоз КРС) удобрения в различных дозах и сочетаниях, предусмотренных схемой. С 2009 года удобрения не вносятся, культуры севооборота возделываются при поддерживающем внесении аммиачной селитры.

Почвенные образцы отбирали в 2008 и 2015 гг. после завершения 4-ой и 5-ой ротаций зернотравяного севооборота из пахотного слоя (0-20 см). В почве было определено содержание Сорг (по методу Тюрина) и содержание подвижных гумусовых веществ I-й фракции по схеме Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой.

Агроклиматические условия периода вегетации в исследуемые годы были типичными для зоны, но различались по температуре воздуха и количеству осадков: 2008 год был благоприятным для возделывания завершающей культуры севооборота – овса (ГТК = 7.9), в то время, как вегетационный период 2015 года был засушливым и жарким (ГТК = 2.6).

Полученные данные показали, что в конце 4-ой ротации в контрольном варианте без применения удобрений содержание органического углерода составляло 1.02%. Доли щелочегидрулизуемого углерода (CNAOH) и Сгк при этом составляли 0.38 и 0.18% к почве или 37.1 и 17.6% к Сорг. Соотношение Сгк/Сфк широкое – 0.9. Длительное систематическое применение органоминеральных систем достоверно повышало содержание углерода исследуемой почвы относительно его содержания на контроле от 0.11 до 0.35% в зависимости от доз удобрений. Наибольшее положительное влияние на содержание Сорг почвы оказывали системы с 3-5-кратными дозами относительно одно- и двукратных, но разницы между этими вариантами по данному

показателю практически не отмечалось. Суммарное относительное содержание подвижных гумусовых веществ по вариантам опыта варьировало от 35.9 до 45.9% от валового содержания углерода почвы. Наименьшее количество CNaOH и СГК было отмечено на варианте с однократными дозами органоминеральных удобрений. Наибольшее содержание СГК: 21 и 22% относительно Сорг, отмечалось при применении 4- и 2-кратных доз удобрений. Тип гумуса во всех изучаемых системах гуматно-фульватный (по Д.С. Орлову), соотношение Сгк:Сфк - в пределах 0.70 - 0.96.

Во всех исследуемых почвенных образцах 2015 года процент органического углерода был достоверно выше его содержания на абсолютном контроле, где уровень обеспеченности почвы Сорг составил 0.99%. Однако относительно его содержания в 2008 году в большинстве вариантов наблюдалась тенденция к снижению как содержания органического углерода, так и подвижных гумусовых веществ в его составе.

Таким образом, можно сделать вывод, что систематическое применение органоминеральных систем удобрения в возрастающих дозах и их последействие способствовало трансформации группового состава гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при сохранении характерных зонально-генетических особенностей.

Изучение влияния коллекции штаммов *Sinorhizobium meliloti* выделенных с разных территорий России и СНГ на рост люцерны

Нефедова Д.А.[1], Селицкая О.В.[1], Зотов В.С.[2]

[1]РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва
[2]ФИЦ «Фундоментальные основы биотехнологии» РАН, Москва

Dasha9593@mail.ru

Ключевые слова: клуеньковые бактерии, эффективность симбиоза, вегетационный опыт, *Medicago,* популяции

Введение. Клубеньковые бактерии (ризобии) Sinorhizobium meliloti формируют высокоспецифичный симбиоз с люцерной, в результате которого происходит связывание атмосфорного азота и перевод его в форму, доступную для растений (Мишустин, 1973). Ообый интерес представляет даные о том, что растения люцерны с селекционно-подобранными штаммами-инокулянтами преобретают большую устойчивость к стрессовым условиям, что выражается в увеличение прибавки зеленой массы растений (Ибрагимова и др., 2006). Именно поэтому, растительно-микробные системы, устойчивые к воздействию абиотических стресс-факторов, крайне востребованы для развития фитомелиоративных технологий восстановления деградированных почв (Zahran, 2001). Целью данной работы было изучение влияния коллекции штаммов выделенных с разных территорий России и СНГ на рост люцерны.

Объекты и методы. Природные штаммы клубеньковых бактерий были выделенны с территории Московской области (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»), Узбекистана, Монголии, так же изучались инокуляты колекции НИИ «Фундоментальный основы биотехнологии» РАН. Выделение клубеньковых бактерий проводили по стандартной методике (Емцев и др., 1993). Для инокуляции использовали суспензию состоящюю из 1 мл стерильной воды и 1 петли клубеньковых бактерий, отбирали по 20 мкл суспенции на семя и обрабатывали стерильные семена люцерны сортов Воронежская 6 и Таисия. Растения выращивали в течение 6 недель, в условиях стерильного микровегетационного опыта, после чего измеряли и взвешивали растения. Результаты обрабатывали с помощью программы Excel 2010.

Результаты и обсуждение. В результате вегетационного опыта, на различных сортах люцерны, симбиотическая эффективность, влияющая на прибавку зеленой массы, выявила существенные различия между штамами и разделила их на группы. Всего исследовалось 15 штаммов *Sinorhizobium meliloti*, которые показали различную симбиотическую эффективность по силе действия относительно контроля. На сорте Таисия высокие результаты дали производственные штаммы колекции НИИ «Фундоментальный основы биотехнологии» РАН. Природные штаммы выделенные с различных территорий России и СНГ показали результат равный контролю или ниже его. На сорте Воронежская 6 наоборот эффективными были природные изоляты, они показали результат на порядок выше контроля, тогда как производственные штаммы были на равне с контролем.

Выводы. По данным вегетационного опыта показано, что для каждого сорта растений подбирается своя группа штаммов, которая дает больший выход зеленой массы, и не всегда производственные штамм дает универсальный эфект на всех сортах. Так же инокуляты поделились на группы по воздействию на растения, что дает нам возможность проверить их на конкурентноспособность и выявить определенный штамм для каждого сорта, что даст большую устойчивость к стрессовым условиям.

Изменение физических свойств почв при применении биочара как примера низкоуглеродных технологий в сельском хозяйстве

Колесникова Ю.А. [1], Попова А.Д.[1], Семаль В.А. [1, 2]

[1]ДВФУ, кафедра почвоведения, ШЕН, Владивосток
uria.13@mail.ru
anastasia97@list.ru
[2]ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток
semal.va@dvfu.ru

Ключевые слова: биочар, пахотные почвы, гранулометрический состав почв, почвы Дальнего Востока, бурозем

Физические свойства почв являются одним из важных показателей плодородия почв. Такие свойства как плотность, структура, гранулометрический состав, водопроницаемость и влагообеспеченность – несут в себе агрономически ценное значение. Тяжелый гранулометрический состав, поверхностное переувлажнение и кислая реакция среды свойственны почвам Приморского края. Для естественных ненарушенных почв это не является проблемой, чего нельзя сказать о почвах, вовлеченных в сельское хозяйство. Почвы сельскохозяйственного назначения подвергаются механическому воздействию, что приводит к изменению физических свойств почв, а это в свою очередь приводит к ухудшению водно-воздушного режима почв, и как следствие, ухудшаются условия роста и развития растений, что приводит к снижению урожая сельскохозяйственных культур. Одним из предлагаемых путей решения этих проблем является внесение в почву биочара - стабильного углеродного соединения, получаемого из биомассы (сырья) различного происхождения, преобразованного путём термической конверсии.

Целью исследования являлось изучение изменений физических свойств агропочв при внесения биочара. В задачи входило: определение физических свойств почв (гранулометрический и микроагрегатный составы, гидрофизические показатели почв (естественная влажность, полная влагоёмкость, капиллярная влагоёмкость, наименьшая влагоёмкость, общая порозность, влажность разрыва капилляров, диапазон продуктивной влаги)); показ эффекта изменения физических свойств почв от внесения биочара.

В нашей стране и за рубежом идёт полноценное исследование свойств и влияние биочара на химические, физические свойства почвы, микробиологические показатели.

Объектами являлись агропочвы Приморской овощной опытной станции ВНИИО «Опытное поле» (с. Суражевка, Приморский край). Поле разделено на 3 участка (контроль, минеральные удобрения, органические удобрения) и на 2 участка по наличию и отсутствию внутрипочвенной дренажной системы. Биочар вносился на каждый участок с разными видами удобрений и контроль в дозах 1кг/м2 и 3 кг/м2. Были отобраны образцы до применения биочара в 2017 г., в 2018 г. был внесен биочар и отобраны образцы через 4 месяца после внесения.

Внесение биоугля в тяжелые по гранулометрическому составу агропочвы способствовало изменению их физических свойств: увеличению порозности, повышению водоудерживающей способности, улучшению водопотребления растениями. Высокая пористость биочара в совокупности с другими его физико-химическими особенностями (щелочная реакция среды, гидрофобность) способствует задержанию в почве влаги и питательных веществ, сохраняя и повышая плодородие почв.

Несмотря на положительные отзывы научного сообщества о результатах внесения биочара в почвы, множество научных аспектов остаются неизученными или противоречивыми.

Свойства постагрогенных почв лесных полос Учинского водохранилища Московской области

Савельев И.А.[1], Халилова А.Ф. [1], Дрегнин А.В. [1], Зенкова И.В. [1]

[1] МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет ЛТ, Мытищи
sab7298@list.ru, khalilova.a98@gmail.com, dregnin98@mail.ru, myrtic@mail.ru

Ключевые слова: постагрогенные почвы, морфологические, физические и агрохимические свойства, лесные культуры

Основной целью исследований являлось изучение свойств постагрогенных почв лесных полос Учинского водохранилища Московской области под разной растительностью.

Учинское – это водохранилище 1937 года системы канала имени Москвы, являющееся отстойным резервуаром (очистки от органических и минеральных взвесей) для воды, поступающей из реки Волга в г. Москва. С целью закрепления береговой полосы водохранилища от размывов, предотвращения заиления его стекающими с берегов водами, а также для придания всему сооружению декоративного и эстетически привлекательного вида было произведено облесение всей прибрежной зоны водохранилища лесными культурами, которые были созданы в 1939-1940 гг. под руководством профессора Н.Н. Степанова. Культуры подбирались со строгим учётом рельефа, почвенно-грунтовых и других лесорастительных условий, а также биоэкологических свойств культивируемых пород. Всего было применено 14 схем смешения пород. Лесные культуры создавались на агрогенных почвах.

С целью изучения свойств почв и состояния лесных культур нами были заложены пробные площади на участках с двумя схемами смешения лесных культур: пробная площадь №1 (ПП1) в лесополосе со схемой посадки: Б-Ак-Е-Буз-Лп-Буз-Е-Ак-Б, которая в настоящее время представлена 2-х ярусным насаждением с преобладанием берёзы и липы в первом ярусе и сильно угнетённой единичной елью во втором; пробная площадь №2 (ПП2) в лесополосе со схемой посадки при большем участием ели: Б-Ак-Е-Е-Буз-Лп-Буз-Е-Е-Ак-Б. В настоящее время в этой лесополосе также сформировалось 2-х ярусное насаждение с существенным преобладанием ели. Кустарники, посаженные между древесными породами, сохранились лишь единично. Для контроля и наблюдения за динамикой изменений почвенных свойств были заложены пробные площади - в естественном лесу, в ельнике разнотравном возраста примерно 100 лет и на залежи возраста примерно 5 лет. Для залежи характерно постепенное зарастание лиственными породами, такими как берёза, ива, вяз. В напочвенном покрове залежи преобладают злаки и сорная растительность.

Результаты исследования позволили выделить особенности трансформации агрогенных почв лесных полос Учинского водохранилища. Зональные дерново-подзолистые почвы, расположенные в лесном насаждении, обладают характерными для данных почв свойствами. Содержание агрономически ценных агрегатов высокое и составляет 79,4 %. Особенностью структуры этих почв является высокое содержание агрегатов менее 0,25

мм (14,8 %) и мелких агрегатов, размером 0,25…2 мм и мельче (63,4 %). Водопрочность агрегатов низкая и составляет в среднем 10…15%.

Почвы залежи характеризуются благоприятными для роста растений условиями. Содержание агрономически ценных агрегатов составляет 68,5 %. Особенностью структуры агрегатов пахотных горизонтов этих почв является достаточно равномерное распределение агрегатов по фракциям, без преобладания мелких и крупных фракций. Водопрочность агрегатов высокая и составляет 60…70 %.

Трансформация свойств постагрогенных почв в большей степени определяется произрастающей на них растительностью. Наибольшие изменения отмечаются в строении профилей, а также в морфологических, физических и агрохимических свойствах.

Почвы под лесными культурами, с длительным преобладанием ели обыкновенной характеризуются постепенным восстановлением природных параметров почв. Основной особенностью этих почв является повышение, по сравнению с агрогенными почвами, кислотности, снижение суммы обменных оснований, увеличение обменного водорода и алюминия, увеличение содержания неагрегированного материала.

В почвах под лесными культурами, с длительным преобладанием мелколиственных и широколиственных пород трансформация почв в течение 80 лет менее существенная. Свойства почвы близки к свойствам почв залежи.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Уровни микроструктурной организации гумусового горизонта черноземов миграционно-мицеллярных разного типа землепользования

Абрамян И.А.[1], Фомин Д.С. [2], Юдина А.В.[2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
irabraphys@gmail.com
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
fomin_ds@esoil.ru
yudina_av@esoil.ru

Ключевые слова: микроструктура, элементарные почвенные частицы, гранулометрический состав, микроагрегатный состав

Введение. Интенсивное сельскохозяйственное воздействие приводит к деградации почвенной структуры, которая характеризуется изменениями на макро- и микроуровнях. Уровни макроструктуры изучены подробно, их изменения проявляются в снижении количества агрономически ценных агрегатов и водоустойчивости агрегатов. Уровни микроструктуры значительно более инертны и изучены слабо.

Для объяснения механизмов формирования агрегатов и микроагрегатов актуальны исследования на микроуровне с учетом их минералогического состава и трансформации почвенного органического вещества. Целью данной работы является изучение изменений микроструктуры гумусового горизонта черноземов в зависимости от типа сельскохозяйственных нагрузок и растительности.

Объекты и методы. Для исследования были выбраны черноземы миграционно-мицеллярные разного типа землепользования, расположенные на территории Курского НИИ АПП и ЦЧЗ им. Алехина. Отбор образцов проводился с поверхности до глубины 50 см с шагом 10 см. В качестве изучаемых режимов землепользования были выбраны:

- чистый пар;
- пар, ротация севооборота;
- пар, ротация севооборота (сопряженность с лесополосой);
- пашня, ротация зерновых (сопряженность с лесополосой);
- лесополоса; коренной лес – «Дуброшина»;
- косимая степь.

Выбор объектов исследования обусловлен различиями в сельскохозяйственной нагрузке и растительности, также сопряженностью с лесополосами.

Дизайн эксперимента. Образцы почвы были доведены до воздушно-сухого состояния, перетерты пестиком с резиновым наконечником и просеяны через сито 1 мм. Анализ распределения частиц по размеру осуществлялся методом лазерной дифракции на Bluewave (Microtrac, USA).

Для разделения на разные уровни микроструктуры образцы подвергались физическому и химическому воздействию.

Уровень микроагрегатов характеризуется частицами, устойчивыми к интенсивному взбалтыванию. К образцу почвы массой 0,02-0,025 г добавлялось 1,5 мл дистиллированной воды, суспензия подвергалась интенсивному взбалтыванию с частотой 2500 колебаний в минуту в течение 10 минут на вортексе Reax top (Heidolph, GmbH).

Уровень элементарных почвенных частиц представлен частицами, устойчивыми к ультразвуковому воздействию. К образцу почвы массой 0,016-0,02 г добавлялось 15 мл дистиллированной воды, суспензия подвергалась ультразвуковой диспергации с энергии 450 Дж/л на Digital Sonifier (Branson, USA).

Уровень первичных частиц представлен единичными минеральными зернами. В рамках пробоподготовки проводилось удаление органического вещества с поверхности частиц методом окисления перекисью водорода. К образцу почвы массой 0,02-0,025 г добавлялось 6 мл 15% H_2O_2, окисление проводилось на протяжении 7 дней при температуре 50°C. После окисления суспензия подвергалась ультразвуковой диспергации с энергии 450 Дж/л на Digital Sonifier (Branson, USA).

Результаты. Уровень первичных элементов стабилен, не чувствителен к типу землепользования.

Уровень элементарных почвенных частиц обусловлен равновесными изменениями биологического круговорота. Длительное произрастание растительности приводит к увеличению содержания фракции тонкой пыли в слое 0-20 см черноземов. Под лесополосой содержание тонкой пыли снижается с глубиной, под пашней содержание данной фракции остается неизменным.

Уровень микроагрегатов наиболее динамичен и чувствителен к землепользованию. В слое 0-40 см почв, находящихся под длительным влиянием растительности, наблюдается увеличение содержания крупных микроагрегатов размером 200-250 мкм преимущественно органической природы. В пахотных объектах содержание фракции 200-250 мкм незначительно. В слое 20-30 см в объектах пашня (ротация пара) и «вечный» чистый пар наблюдается резкое снижение среднеобъемного диаметра микроагрегатов, вызванное образованием подплужной подошвы с сильно деградированной структурой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-316-00139 и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2019 г.) и с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева и Сколковского института науки и технологий.

Формы соединений фосфора агрочернозема при многолетнем применении минеральных удобрений и в их последействии

Егорова З.Н.[1], Сушков Н.И.[2], Рогова О.Б.[1]

[1]ФГБНУ Почвенный институт им В.В. Докучаева, Москва

[2]МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет

egorova_zn@esoil.ru

Изучалось содержание доступных для растений форм фосфора в физических грануло-денсиметрических фракциях почвы при влиянии контрастных доз минеральных удобрений в агрочерноземах Каменной степи и в период их последействия.

В мировой литературе имеются сотни работ, посвященных изучению фракционного состава соединений фосфора в почвах. В основном, в таких работах исследуется изменение соединений фосфора, вносимых в виде разнообразных минеральных либо органических удобрений. Однако оценки трансформации их при последействии удобрений, особенно в физических фракциях почвы, мало. Исследование фракционного состава фосфора в грануло-денсиметрических фракциях необходимо для полной оценки количественного содержания легкодоступных и труднодоступных для растений соединений фосфора, стабильности форм фосфора, а также для рационального использования минеральных удобрений [1].

Целью работы было оценить фракционный состав соединений в физических фракциях пахотного горизонта после ежегодного внесения контрастных доз минеральных удобрений в течение 13 лет, а также их последействие на разном фоне в антропогенно-преобразованных черноземах агролесоландшафтов «Каменная степь».

Для работы выбраны варианты опыта с дозами фон+NPK и фон+2NPK. Для контроля взяты образцы с опытов с минимальной агротехнической нагрузкой без внесения удобрений.

Физические фракции почвы (илистая <1 мкм; лёгкая, легче 2 г/см3 и фракция остатка) выделялись методом М.Ш. Шаймухаметова и др. (1984).

Использовали схему фракционирования соединений фосфора Олсена и Соммерса [2]. Последовательной экстракцией выделялись:

- содержащие лабильные и биодоступные формы фосфора: фосфор сорбированный оксидами железа и алюминия F1 и фосфор связанный преимущественно с кальцием F2.

- труднодоступные фракции фосфора: окклюдированный внутри оксидов и гидроксидов железа фосфор F3 и фосфат кальция F4. Остаток подвергался кислотному микроволновому разложению для полного извлечения труднодоступных для растений соединений фосфора F5.

Содержание фосфора в вытяжках определялось с использованием индуктивно-связанной плазмы ICP-AES.

В ходе работы выявлено, что в контрольных образцах без внесения удобрений происходит уменьшение количества труднодоступного фосфора во всех грануло-денсиметрических фракциях почвы на фоне увеличения количества легкодоступного неокклюдированного фосфора, связанного с алюминием и железом.

С возрастанием доз внесения фосфорных удобрений происходит пропорциональное увеличение содержания фосфора в илистой и легкой фракциях. При этом в илистой фракции накопление фосфорных соединений протекает интенсивнее. При прекращении внесения удобрений происходит выравнивание показателей в данных физических фракциях почвы.

Накопление фосфатов при внесении удобрений в агрочерноземах происходит за счет легкодоступных сорбированных форм, находящихся в илистой и легкой фракциях. При прекращении воздействия происходит выравнивание содержания форм соединений фосфора во всех фракциях.

Список литературы:

Nishigaki T. et al. Fractionation of phosphorus in soils with different geological and soil physicochemical properties in southern Tanzania //Soil Science and Plant Nutrition. – 2018. – С. 1-9.

Ruiz J. M., Delgado A., Torrent J. Iron-related phosphorus in overfertilized European soils //Journal of environmental quality. – 1997. – Т. 26. – №. 6. – С. 1548-1554.

Влияние органической, минеральной и органо – минеральной систем удобрения на агрохимические свойства дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы

Ерегин А.В.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА им.Н.В. Верещагина.

Ключевые слова: элементы питания, кислотность, звено севооборота, продуктивность культур, плодородие.

Введение. Дерново-подзолистые почвы обладают низким естественным плодородием, что связано с невысоким содержанием основных элементов питания (подвижного фосфора, обменного калия, гумуса), повышенной кислотностью и, климатическими условиями региона. Цель исследования – выявить наиболее оптимальную систему удобрения, позволяющую увеличить содержание питательных веществ, снизить кислотность и, отчасти, уменьшить влияние погодных условий на продуктивность агроценоза.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является звено полевого севооборота Вико-овсянная смесь – озимая пшеница – ячмень с подсевом клевера. Опыт проводили на учебно-опытном поле кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии Вологодской ГМХА, в 2015 -2017 году. Площадь опытной делянки 100 м2, учетной не менее 80 м2. Урожайность культур переводили в зерновые еденицы, с использованием коэффициентов перевода (для зерновых 1, для вико- овсяной смеси – 0,14).

Определяли: изменение кислотности почвы (pHKCl, содержание основных элементов питания (подвижный фосфор и калий – по Кирсанову), в слое 0-20 см, при использовании различных систем удобрения (органической, минеральной, органо-минеральной). Все изучаемые системы удобрения исследовались в трехкратной повторности на фоне извести и без применения известкования (двухфакторный опыт).

Схема опыта (фактор В): 1 Контроль (без удобрений); 2 органическая (торфо-навозный компост, 50 т/га); 3Минеральная (NPK эквивалентных дозах по действующему веществу 2 варианта); 4 Органоминеральная (1/2 NPK + компост 25 т/га); 5 Органоминеральная (NPK + компост 50 т/га).

В опыте учитывались погодные условия вегетационного периода каждого года.

Результаты и обсуждения. Трехлетние исследования показали, что применение извести снизило уровень кислотности почвы, а использование удобрений повысило содержание элементов питания в почве.

Однако, на делянках без известкования, несмотря на увеличение содержания фосфора и калия, уровень кислотности остался прежним, а в некоторых случаях даже повысился. Во всех изучаемых вариантах системы удобрения, урожайность культур звена севооборота была выше, чем в контрольном варианте (без применения удобрения).

Выводы. Несмотря на то, что полученные данные согласуются с рядом исследований, необходимо продолжить работу по изучению влияния систем удобрения на плодородие почвы, поскольку при изменяющихся погодных условиях необходимо выявить наиболее оптимальный вариант удобрения для каждой культуры севооборота.

Фосфатный режим агросерых почв Владимирского ополья

Колобова Н.А.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
nataly_starok@mail.ru

Ключевые слова: фосфор, коэффициент подвижности фосфора, гранулоденсиметрические фракции, органический и минеральный фосфор, фосфор в растениях

Исследовались пахотный (0-20 см) и подпахотный (20-40 см) горизонты агросерых тяжелосуглинистых почв длительного полевого опыта, заложенного в 1991 году на территории землепользования Владимирского НИИСХ во Владимирском ополье. Опыт заложен в 3 несмежных повторностях, размещение делянок рандомизированное, площадь делянки 100 м2. Образцы отбирались в 2009-2012 годах буром по методу конверта по одному смешанному образцу с каждой делянки.

Применяется 7-ми-польный севооборот: однолетние травы (викоовсяная смесь); озимая пшеница; овес с подсевом трав; травы первого года; травы второго года; озимая пшеница; ячмень. Исследовались почвенные пробы 7 вариантов опыта: контроль, известь (фон), ф+NPK, ф+2NPK, ф+навоз, ф+навоз+NPK, ф+навоз+2NPK. Применяемые удобрения: навоз КРС (60 т/га), двойной суперфосфат (P2O5, одинарная доза 340 кг/га за ротацию, двойная – 680 кг/га), калийная соль (KCl, 360 кг/га и 720 кг/га), аммиачная селитра (NH4NO3, 340 кг/га и 680 кг/га).

В почвенных образцах определялось содержание подвижного, валового, минерального и органического фосфора. В гранулоденсиметрических фракциях определялось валовое содержание фосфора. В растениях определялось содержание фосфора в зерне и соломе пшеницы и овса, а также в сене многолетних трав. Рассчитывался коэффициент подвижности фосфора.

Анализ полученных данных выявил, что в поверхностном горизонте органо-минеральная система удобрений с внесением одинарной и двойной доз NPK повышала коэффициент подвижности фосфора (12,6 и 19,8) по сравнению с контрольным вариантом (10,3), в то время как внесение извести снижало данный показатель (8,8). Внесение одних только минеральных удобрений или навоза не изменяло коэффициент подвижности фосфора по сравнению с контролем. В подповерхностном горизонте делянок, где вносились органо-минеральные удобрения, также наблюдалось повышение подвижности фосфора (10,1 и 10,9) по сравнению с контролем (8,6). Коэффициент подвижности фосфора в подповерхностных горизонтах остальных вариантов не отличался от контроля.

В поверхностном горизонте наибольший вклад в общее содержание фосфора в почве вносил фосфор илистой фракции (62%), вдвое меньший вклад вносил фосфор остатка (27%) и, наконец, фосфор лёгкой фракции составлял 11%. В подповерхностном горизонте фосфор распределялся следующим образом: 52% в илистой фракции, 42% во фракции остатка и 6% в лёгкой фракции. В поверхностном горизонте в среднем 23,5%

фосфора было в минеральных формах, а 76,5% - в органических. В подповерхностном доля минеральных форм повышалась - 34,3%, а органических снижалась - 65,7%.

Урожайность овса и пшеницы положительно коррелировала с содержанием подвижного фосфора в поверхностном (R=0,95 и 0,95) и подповерхностном (R=0,93 и 0,83) горизонтах. Урожайность сена многолетних трав была связана с содержанием подвижного фосфора слабой обратной связью. Также наблюдалась положительная связь между урожайностью зерновых и коэффициентом подвижности фосфора (R=0,6-0,7). Урожайность зерновых зависела от содержания в почве минеральных (R=0,81) и в меньшей степени органических форм фосфора (R=0,42-0,52). Не было обнаружено связи между урожайностью зерновых и содержанием фосфора в илистой фракции, зато с содержанием фосфора во фракции остатка наблюдалась положительная связь (R=0,71-0,79).

Фосфор в зерне овса был скоррелирован с содержанием в почве подвижного фосфора, коэффициентом подвижности фосфора, содержанием минеральных форм фосфора и содержанием фосфора во фракции остатка. При этом фосфор в соломе овса был связан с данными показателями обратной связью. Фосфор в зерне пшеницы повышался при повышении содержания фосфора в легкой фракции, а с остальными показателями не коррелировал. В соломе пшеницы содержание фосфора было связано прямой связью с фосфором лёгкой фракции и обратной - с подвижным фосфором, фосфором илистой и остаточной фракций. Фосфор в сене многолетних трав положительно коррелировал только с содержанием подвижного фосфора.

Влияние типа сельскохозяйственной обработки на микробиологические характеристики дерново-подзолистых почв

Пассова Д.С.[1], Железова А.Д. [2], Железова С.В.[1]

[1] РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва
d.passova@gmail.com
[2] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
alferrum@mail.ru

Ключевые слова: нулевая обработка, вспашка, бактерии, грибы.

Сельскохозяйственные обработки изменяют экологические характеристики почвы как среды обитания микроорганизмов. Традиционная обработка почвы, включающая в себя вспашку с оборотом пласта, приводит к повышению аэрации верхнего горизонта почв, к снижению засоренности посевов, к формированию плужной подошвы. Сейчас существует тренд смены типа обработки почв с традиционной на минимальную или же нулевую (no-till), которые считаются более безопасными ресурсосберегающими технологиями. Снижение интенсивности вспашки и других воздействий при переходе от традиционной к минимальной и нулевой обработке приводит к сохранению естественной структуры почвы, к её обогащению органическим веществом и к восстановлению микробного сообщества. Изменяются биомасса и функциональное разнообразие почвенной микробиоты, ее видовое разнообразие и ферментативная активность. Однако негативным последствием такого перехода может быть увеличение количества сорной растительности и, как следствие, возрастание гербицидной нагрузки.

Целью исследования было сравнение физических и микробиологических свойств дерново-подзолистой почвы под традиционной и нулевой обработкой. Отбор образцов проводили в июне 2018 года на опытных полях Центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Образцы почвы были взяты с глубин 5, 15 и 25 см на 8 участках под традиционной обработкой и на 8 участках под нулевой обработкой. Была измерена их влажность и водоудерживающая способность. Для микробиологической характеристики образцов был сделан посев на элективные среды, выбранные для оценки численности разных эколого-трофических групп микроорганизмов: МПА (для бактерий-аммонификаторов - деструкторов белка различной природы), среда Гетчинсона (для целлюлозолитиков), среда Чапека (для грибов), голодный агар (для олиготрофов), среда Эшби (для свободноживущих азотфиксирующих бактерий). Также посев проводили методом предельных разведений на жидкие среды: среда Виноградского (для анаэробных азотфиксаторов), среда ГНД (для денитрификаторов).

Влажность почвы варьировала от 10,5 до 15,4%, водоудерживающая способность - от 39 до 57%. Выявлена более высокая влажность почвы под нулевой обработкой, однако тип обработки не влиял на водоудерживающую способность. Оценена численность бактерий-аммонификаторов (2,9*106 – 8,9*107 КОЕ/г почвы), бактерий-олиготрофов (4,9*106 – 4,2*107 КОЕ/г почвы), актиномицетов-олиготрофов (3,8*105 –

9,7*106 КОЕ/г почвы), грибов-целлюлозолитиков (2,5 – 8,7*105 КОЕ/г почвы). В образцах под традиционной обработкой было значимо снижено количество грибов, определяемых на среде Чапека по сравнению с образцами под нулевой обработкой. Обрастание почвенных комочков свободными азотфиксирующими бактериями составляло 40-100%. Анаэробное разложение целлюлозы было выявлено в 4 образцах. Не было выявлено зависимости показателей анаэробной азотфиксации и денитрифицирующей активности от типа обработки почвы.

Применение pH дифференциальной УФ-видимой спектрометрии при изучении органического вещества почв черноземов в различных условиях землепользования

Сафронова Н.А., Яшин М.А.
ФГБНУ «Почвенный институт им. М.В. Докучаева», Москва
safronova.nina2007@mail.ru

Ключевые слова: органическое вещество почв, УФ-видимая спектрометрия, pH дифференциальная спектрометрия.

Среди большого количества методов, характеризующих органические вещества почв, достаточно распространенным методом является УФ-видимая спектрометрия [Hartemik 2014]. Метод позволяет идентифицировать простые органические соединения и исследовать строение макромолекул органического вещества. УФ-видимая спектрометрия активно применяется для изучения легкорастворимых органических веществ [Jones D. et al, 2014; Matilainen A. et al, 2011] и гумусовых веществ почв [Fasurova N. Et al, 2010; Hartemik A.E., 2014]. Метод традиционно применяется в почвоведении для оценки глубины гумификации органического вещества. С помощью различных дескрипторов (соотношений оптических плотностей) можно определить: степень ароматизации гумусовых кислот (E4/E6; SUVA254), степень окисленности ароматических структур в гумусовых кислотах (E2/E3) и быстро оценить содержание и соотношение гуминовых и фульвокислот в почве [Орлов, 2005; Yan et al, 2016]. Несмотря на описанные возможности УФ-видимой спектрометрии, у данного метода есть серьезный недостаток, сильно ограничивающий его применение в почвоведении. При высоком и неизвестном числе хромофоров (ненасыщенных групп атомов, поглощающих электромагнитное излучение света) разных типов в изучаемом органическом соединении, а также при отсутствии специфического и легко идентифицируемого индивидуального спектра для каждого типа хромофора резко снижается информативность получаемых спектров поглощения методом УФ-видимой спектрометрии [Korshin et al, 1996]. Органическое вещество почв представляет собой смесь гетерогенных и полидисперсных соединений [Орлов Д.С., 2005], тем самым сильно затрудняется интерпретация УФ-видимых спектров. Более того, постоянное колебание и ротация молекул, внутримолекулярные взаимодействия, которые свойственны любым крупным макромолекулам, вызывают расширения пиков и сглаживают форму кривых на УФ спектрах, тем самым сильно снижая информативность анализа [Korshin et al, 1996; Peuravuori J. et al, 1997]. Решение методических проблем было найдено Коршиным с соавторами в следующих работах [Korshin G.V. et al, 1996; Korshin G.V. et al, 2009; Yan M. et al, 2016] для органических соединений в природных водах. Предлагаемый подход основан на модификации традиционного метода УФ-видимой спектрометрии в сочетании с хемометрическим анализом результатов. Однако, несмотря на перспективность, метод не получил широкого распространения, а для изучения органических веществ почв вообще не использовался.

В данной работе стояла цель – адаптировать методику Коршина для почвенных объектов. Метод pH дифференцированной УФ-видимой спектроскопии позволил нам охарактеризовать строение органического вещества почв черноземов разного вида использования. Суть подхода: для одного образца снимали несколько УФ-видимых спектров при одной ионной силе и разных значениях pH, затем уже на дифференциальных спектрах выявляли пики, вносящие наибольший вклад в отличия при изменении pH, получая «pH-зависимый спектр отличий». Сопоставление дифференциального спектра с полученными спектрами позволило получить больше информации о молекулярных составах по сравнению с обычными электронными спектрами. Для оценки спектров использовались дескрипторы (E2/E3, E4/E6). Таким образом, в ходе проведенной работы было показано, что методика pH дифференциальной УФ-видимой спектрометрии может быть применена для исследования органического вещества почв.

Цитируемая литература:

1. *Орлов Д.С., Садовников Л.К., Суханова Н.И. Химия почв // М. «Высшая школа». 2005. с 558*
   Fasurova N., Pospisilova L. Characterization of soil humic substances by ultraviolet-visible and synchronous fluorescence specrtoscopy// Journal of Central European Agriculture. 2010. v.11. №.3 P. 351-358
2. *Hartemik A.E., McSweeney K. Soil Carbon//Springer International Publishing Switzerland 2014. P 127-136*
3. *Jones D. L., Simfukwe P., Hill P.W., Mills R. T. E., Emmett B. A. Evaluation of Dissolved Organic Carbon as a Soil Quality Indicator in National Monitoring Schemes//PloS One. 2014. v.9. № 3. P.1-6*
4. *Korshin G.V., Chow C.W., Fabris R., Drikas M.Absorbance spectroscopy-based examination of effects of coagulation on the reactivity of fractions of natural organic matter with varying apparent molecular weights.//Water Research. 2009. v.43. №6. P.1541-1548.*
5. *Korshin G. V., Li C.W., Benjamin M.M. Monitoring the properties of natural organic matter through UV spectroscopy: A consistent theory // Water Research. 1997. v.31. №7. P.1787-1795.*
6. *Matilainen A., Gjessing E. T., Lahtinen T., Hed L., Bhatnagar A., Sillanpää M.*
7. *An overview of the methods used in the characterisation of natural organic matter (NOM) in relation to drinking water treatment//Chemosphere. 2011. v.83. № 11. P.1431-1442*
8. *Peuravuori J., Pihlaja K. Molecular size distribution and spectroscopic properties of aquatic humic substances//Analytica Chimica Acta. 1997. v.337. P.133-149*
9. *Yan M., Dryer D., Korshin G.V. Spectroscopic characterization of changes of DOM deprotonation–protonation properties in water treatment processes // Chemosphere. 2016. v.148. №4. P.426-435*.

Нулевая или основная обработка черноземов: влияние на макроструктуру

Фомин Д.С. [1], Яшин М.А. [1], Абросимов К.Н. [2], Корост Д.В. [2], Хомяк А.Н. [2]

[1] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
fomin_ds@esoil.ru
[2] МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва

Ключевые слова: no-till, земледелие, структура, органическое вещество

Введение. В связи с возрастающим интересом к восстановлению плодородия деградированных пахотных почв и постоянным поиском возможностей оптимизации сельскохозяйственных мероприятия на передний план выходит минимизация обработки почв. Крайняя степень минимизации обработки – технология нулевой обработки или прямого сева, которая предусматривает отсутствие всех элементов основной обработки почвы. Для изучения изменений почвенных свойств при различных обработках в Воронежской области на опытных полях НИИ СХ ЦЧП им. В.В. Докучаева были заложены многолетние полевые эксперименты. Целью данной работы было изучение свойств макроструктуры черноземов сегрегационных под нулевой и основной обработками.

Объекты и методы. Длительный полевой эксперимент был заложен на опытных полях НИИ СХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Воронежская область) в 2015 году. Отбор образцов проводился летом 2018 года, ротация - зерновые. В качестве объектов исследования были выбраны поля с нулевой обработкой и основной обработкой, контроль – многолетняя залежь («косимая» степь). Для анализов из пахотного слоя 0-20 см в металлические трубы (диаметр 10 см, высота 10 см) были отобраны монолиты в 6-кратной повторности. В монолитах проводилось изучение структуры порового пространства и твердой фазы методом томографической съемки. Анализ агрегатного состава проводился модифицированным методом сухого просеивания по Саввинову на аналитической просеивающей машине. Водоустойчивость агрегатов были изучена методом мокрого просеивания.

Заключение. При основной обработке происходит многократное дробление почвенных агрегатов, которое приводит к снижению разнообразия почвенной микробиоты, снижению запасов органического вещества, деградации почвенной структуры. Нулевая обработка характеризуется отсутствием пахоты, следовательно, ранее деградированная почвенная структура постепенно восстанавливается, возрастает секвестрация органического углерода в агрегатах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-316-00139 и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2019 г.) и с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Агрофизические и микробиологические свойства копролитов *Aporrectodea caliginosa* и *Lumbricus terrestris*

Фролов О.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
6.40.7.4@mail.ru

Ключевые слова: элементарные почвенные частицы, гранулометрия, эстеразная активность, дегидрогеназная активность

В настоящее время не подлежит сомнению тот факт, что плодородие почв напрямую связанно с почвенной биотой. В природе все взаимосвязано, но, к сожалению, эти связи часто столь сложны, что порой не представляется возможным их изучить. Тем не менее, наука движется в сторону описания объектов и связей между ними в рамках различных дисциплин как единого комплексного исследования. Работ посвященных изучению взаимосвязи, модификации почвенной биотой свойств почвы не так много. В частности, до сих пор остается недостаточно изученным вопрос о физических свойствах копролитов, не рассматривались возможность корреляции физических и микробиологических свойств копролитов.

Объектами исследования выбраны образец пахотного горизонта чернозема, пашенный червь Apporectodea caliginosa и подстилочный червь Lumbricus terrestris.

Целью работы является изучение модификации свойств поверхности элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) при пассаже через кишечник дождевых червей. Выполнено определение физических (гранулометрический состав, удельная поверхность (расчет по радиусу)) и микробиологических свойств (общей численности бактерий (по числу КОЕ на г почвы), ферментативная активность дегидрогеназы, эстеразы (с применением модели Михаэлиса-Ментен)) копролитов и почвы.

Эксперимент построен из двух этапов. Первый этап с двумя видами дождевых червей Aporrectodea caliginosa и Lumbricus terrestris. Три микрокосма: почва (пахотный горизонт чернозема), почва с опадом (пахотный горизонт чернозема с кленовым опадом), с дождевыми червями в почве с опадом (два вида содержаться вместе). Второй этап с теми же видами дождевых червей, но дождевые черви содержатся раздельно. Четыре микрокосма: почва (пахотный горизонт чернозема), почва с опадом (пахотный горизонт чернозема с кленовым опадом), Aporrectodea caliginosa в почве с опадом, Lumbricus terrestris в почве с опадом.

Данные эксперимента охватывают лишь гетерогенность внутри микрокосмов и не достаточны для статистической экстраполяции результатов, однако позволяют говорить о величине наблюдаемых эффектов, а также позволяют оценить какие параметры следует рассмотреть в дальнейшем с использованием большего количества повторностей. На основании полученных результатов можно заключить, что происходит изменение гранулометрического состава и удельной поверхности при взаимодействие дождевых червей с почвой и опадом. Наблюдается увеличение численности микроорганизмов и ферментативной активности в

копролитах и почве с дождевыми червями. Также можно сделать предварительный вывод о том, что разные виды дождевых червей оказывают разное влияние, а степень и характер влияния носит не аддитивный характер.

Трансформация минеральной матрицы черноземов миграционно-мицеллярных под дубовой растительностью

Чурилина А.Е.[1], Фомин Д.С.[1], Юдина А.В.[1]
[1] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
a.e.churilina@gmail.com

Ключевые слова: гранулометрический состав, минералогия, смешаннослойные минералы, супердисперсность.

Введение. В ходе реализации т.н. Сталинского плана преобразования природы, в южных регионах СССР в 50-е годы проводились крупномасштабные работы по созданию системы защитных лесных полос. Наряду с наиболее крупными (государственными) лесополосами выполнялась посадка лесополос местного значения по границам сельхозугодий, в водоохранных зонах и по кромкам овражно-балочных систем. Как правило, такие лесонасаждения высаживались на ранее возделываемых землях сельскохозяйственного назначения. Таким образом, возникали участки почв, имевшие общие стартовые условия (распашку), но затем развивавшиеся под влиянием разных факторов – сельскохозяйственных культур и древесной растительности.

Целью данной работы являлось проведение оценки изменений минералогического состава почв, произошедших под влиянием различных типов землепользования. В ходе исследования выполнялась: количественная оценка содержания глинистых минералов в профилях почв; установление кристаллохимических особенностей минералов в зависимости от типа землепользования.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования были выбраны черноземы миграционно-мицеллярные под пашней, лесополосой и коренным лесом, расположенные в Курской области на территории Курского НИИ АПП и ЦЧЗ им. Алехина и в Саратовской области в районе г. Калининска. В каждом объекте были заложены разрезы, отобраны образцы с шагом 10 см. В лабораторных условиях был измерен гранулометрический состав с удалением органического вещества (ГС) методом лазерной дифракции на Bluewave (Microtrac, USA). изучен состав глинистых минералов в образцах илистых фракций (<1 мкм) ренгендифрактометрическим методом на HZG-4A фирмы Carl-Zeiss (Jena). Выделение фракции проводилось методом седиментации, с предварительной диспергацией УЗ с энергией 450 Дж/мл и удалением карбонатов 10% HCl. Перед съемкой проводилась обработка полученных илистых фракций H2O2(20%) для удаления органики. Ориентированные препараты (в воздушно-сухом состоянии, сольватированном этиленгликолем и прокаленном при 550ºС) проанализированы с помощью универсального рентгеновского дифрактометра. Соотношение основных минеральных фаз рассчитано по методу Биская.

Результаты. Не смотря на единство объектов по классификационной градации - тяжелый суглинок, подробное изучение ГС показало сильные различия между областями и типами землепользования. В Курской области ГС характеризуется меньшей дисперсностью, высокой стабильностью с глубиной и инертностью к влиянию

древесной растительности. В Саратовской области в ГС почв наблюдалось небольшое утяжеление (содержание ила в среднем больше на 4-5%) и опесчанивание (появление фракции мелкого и среднего песка). Более того влияние древесной растительности на ГС отмечается на объектах под лесополосой и коренным лесом, с глубиной и влияние разница между типами землепользования снижается.

Во всех изученных образцах диагностирована следующая минералогическая ассоциация: смектитовая фаза, представленная смешаннослойным иллит-смектитовым образованием (41-60%), диоктаэдрический иллит (21-37%), хлорит (6-13%) и каолинит (1-6,5%). Также присутствует тонкодисперсный кварц. Смектитовая составляющая характеризуется супердисперсностью - в особенности это проявляется под пашней, в меньшей степени под лесополосой. Это может быть связано с антропогенной нагрузкой (вспашка, применение удобрений), которая приводит к аградационным процессам и разрушению минералов. Следует отметить, что для всех изученных разрезов характерно пониженное содержание смешаннослойной фазы в верхних горизонтах (0-10 см).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-316-00139 и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2019 г.) и с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева и Сколковского института науки и технологий (Сколтех).

Обследование и картографирование части территории гребневского питомника щёлковского учебно-опытного лесхоза с помощью открытых ГИС

Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Кузичев М.В., Новиков А.В., Королькова И.О., Саблин Г.Р., Мартусова Г.А., Афанасьева Т.К., Мартыненко А.С., Бараненкова А.А., Крылова Е.Н.

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи
yugaj1998@mail.ru, iskyan13@gmail.com, saddeadbird@gmail.com, kuzichevmichael@yandex.ru, gleb-3@mail.ru, mga1912@bk.ru, secret.byka@yandex.ru, irakorolkova2013@mail.ru, finttwo@rambler.ru, n.6661@yandex.ru, krylovekaterin@yandex.ru

Ключевые слова: лесные питомники, почвенное обследование, открытая геоинформационная система, засоренность полей питомника, агрохимическое обследование.

Целью наших работ являлось обследование полей Гребневского питомника для получения большого количества материала для создания различных тематических карт (почвенная карта, карта засорённости полей и питомника в целом, картограмма обеспеченности элементами питания и кислотности).

Объектом наших исследований стал Гребневский питомник Щелковского учебно-опытного лесхоза, который расположен в северо-восточной части Московской области на территории Щелковского административного района в квартале 11 Свердловского участкового лесничества. В питомнике выращивают сеянцы хвойных пород, саженцы хвойных пород и новогодние ели.

Исследования предусматривали проведение почвенного обследования полей питомника, которое включало в себя закладку и морфологическое описание прикопок, отбор образцов для определения физических и химических свойств почвы, проведение топосъёмки части территории питомника и описание растительности.

Географическая привязка точек почвенного обследования и точек съёмки рельефа, а также полей питомника осуществлялась с помощью GPS навигации и мобильного приложения NextGIS.

В почвенной лаборатории МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана для отобранных почвенных образцов были определены основные физические (плотность, плотность твердой фазы, влажность) и химические (гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, емкость поглощения катионов, степень насыщенности почв основаниями, содержание азота, фосфора и калия, содержание гумуса) свойства.

В качестве программного обеспечения для создания ГИС питомника была выбрана система Quantum GIS. Quantum GIS (QGIS) – это бесплатная кроссплатформенная система с открытым кодом. Она поддерживает широкий спектр векторных и растровых форматов, отличается удобным, русифицированным интерфейсом н наличием большого количества доступных методических материалов. Кроме того, QGIS напрямую связана с мобильным приложением NextGIS Mobile, так как это родственные разработки. Для получения геопривязанной топоосновы применялась программа SAS.Планета – признанный лидер программ этого класса.

Проведённое обследование показало, что почвы на всех полях пахотные дерново-подзолистые среднесуглинистые, степень засорённости полей Гребневского питомника согласно шкале ступней обилия сорняков по А.И. Мальцеву – средняя (2 балла).

Изучение обменной и актуальной кислотности на различных полях показало, что она варьирует в достаточно широких пределах от сильнокислой до нейтральной. Чаще всего нейтральная реакция среды обнаруживалась на полях, находящихся в момент обследования в состоянии чёрного пара. Это свидетельствует о том, что реализуемая агротехника в питомнике предусматривает интенсивное известкование изначально кислых дерново-подзолистых почв. Однако, значительное пространственное варьирование показателей кислотности почв свидетельствует о том, что качество рассеивания и заделки известковых удобрений в почву неравномерно.

Высокую корреляцию со значениями актуальной и обменной кислотности было выявлено для такого важного интегрального показателя почвенного плодородия, как степень насыщенности основаниями. Данные показатель варьировал от 40 до 98 %, что вполне соответствует природе этого показателя и ожидаемым результатам воздействия известковых удобрений на свойства почвенного поглощающего комплекса.

По мере выполнения комплекса агрохимических анализов формируется атрибутивная база данных агрохимических свойств питомника. Получаемая информация позволит в автоматическом режиме формировать большое количество различных тематических карт (картограмм) для полей питомника. В перспективе, это позволит перевести агротехнику работ в питомнике на принципы точного земледелия, оценивать различные почвенные показатели и вносить удобрения не в рамках отдельных полей, а на более детальном уровне. Указанный подход не только обеспечит экономию в применении мелиоративных мероприятий, но и обеспечит в перспективе формирование более однородного агрофона.

После завершения работы, создаваемая геоинформационная система питомника будет передана руководству питомника для целей мониторинга плодородия и информационной поддержки агротехники выращивания посадочного материала.

СЕКЦИЯ «ПРОСТРАНСТВЕННО -ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА»

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Анализ связей почв с факторами почвообразования с помощью глобально оптимальных деревьев классификации

Жоголев А.В.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
zhogolev_av@esoil.ru

Ключевые слова: имитация традиционного картографирования почв, цифровая почвенная картография, дистанционное зондирование, глобально оптимальные деревья классификации

В направлении цифровой почвенной картографии в полной мере задействуются возможности компьютерного моделирования и дистанционного зондирования для снижения трудозатрат и повышения объективности почвенного картографирования. В основе большинства методов Цифрового почвенного картографирования лежит подход почвенного картографирования по факторам почвообразования, предложенный В.В. Докучаевым, но с использованием количественного моделирования. С помощью статистических методов по картографическим и точечным полевым данным на ключевые участки устанавливают связи почв с факторами почвообразования, затем используют полученные связи для построения почвенной карты всей территории картографирования. Наиболее широко используются методы: мультиномиальная логистическая регрессия (MLR), линейный дискриминатный анализ (LDA), деревья классификации и регрессии (CART), случайные леса классификации (RF). В традиционной почвенной картографии помимо карты существовал побочный продукт построения карты – правила картографирования почв по картам факторов почвообразования. Однако правила, по которым непосредственно проводились почвенные контуры, практически никогда, не записывались в полном виде. В настоящем исследовании проводился анализ связей почв с факторами почвообразования с помощью нового метода глобально оптимальных деревьев (GOT). Суть метода состоит в поиске единственно возможного наиболее оптимального дерева связей почв с факторами почвообразования, в отличие от поиска одного из возможных деревьев для метода CART. Для почвенного района чернозёмов типичных и остаточно-карбонатных в Белгородской области устанавливались и анализировались связи, строилась почвенная карта методами: GOT, CART и RF. Использовались карты факторов почвообразования с разрешением 90м: (SRTM): высоты, уклоны, направление стока, аккумуляция стока, взвешенное расстояние до рек; (Landsat): карта растительности; (Минприроды, 1:500 000) карта четвертичных отложений. Обучающая и тестовая выборки строились по крупномасштабным почвенным картам 1980-х гг. Точки обучающей и тестовой выборок, покрывающие центральную часть области исследования, располагались в шахматном

порядке с малым расстоянием между ними (120м). Доля правильно классифицированных пикселов в тестовой выборке для построенных карт составила: GOT - 60%, CART – 67% и RF – 89%. При снижении размера обучающей выборки на 25% точность уравнялась: GOT и CART – 61%, RF – 65%. При этом для метода GOT серые лесные почвы правильным образом были приурочены к широколиственным лесам, метод CART установил менее точные связи только по высоте рельефа. Для аллювиальных почв связи GOT правильно установлены по расстоянию до рек с учётом уклонов и общему уклону (пойма реки до склона первой террасы), в то время как для метода CART связи включали высоты, уклоны, аккумуляцию стока и другие параметры, что говорит о некоторой переобученности дерева CART. Размер дерева GOT – 27 условий, CART – 200 условий. Таким образом, метод глобально оптимальных деревьев позволяет строить наиболее компактные и наглядные деревья связей почв с факторами почвообразования, удобные для анализа географии почв и корректировки для переноса на другие территории, при сопоставимой с другими широко-используемыми алгоритмами точности.

Микронеоднородности свойств в почвенном покрове плоскобугристых болот северной тайги Западной Сибири

Истигечев Г.И.[1], *Лойко С.В.*[1]

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

istigechev.g@yandex.ru, s.loyko@yandex.ru

Ключевые слова: мерзлота, углерод, микрорельеф, мочажина, торф.

Современные проблемы человечества бросают перед наукой все новые и новые вызовы. Так с оглядкой на глобальное потепление все большие обороты набирает исследование северных территорий, являющихся крупнейшими резервуарами законсервированного органического вещества. Но чем больше мы углубляемся в проблему, тем более сложной она оказывается. К примеру, в распределении органического вещества или миграции потоков почвенной влаги в зоне «теплой» несплошной мерзлоты огромную роль играет совокупность микронеоднородностей рельефа и верхней границы мерзлой толщи.

Для решения этого было проведено детальное изучение плоскобугристого болота на ключевом участке, заложенном в пределах северного макросклона Сибирских Увалов на междуречье рек Пякупур и Чучуяха в зоне северной тайги. Большую часть междуречья занимают плоскобугристые болота, которые развиваются на песчаных породах, в более дренированных позициях растут сосновые кустарничково-лишайниковые леса. Плоские территории междуречья интересны тем, что площадь под термокарстовыми озерами примерно равна площади болот. Болота же состоят из следующих микроландшафтов: бугры, термокарстовые просадки и мочажины, соотношение площадей которых равно (%): 49 – 30 – 21, соответственно.

Территория ключевого участка (площадь 3 га) отличается небольшими перепадами высот. Максимальная разница между буграми и приозерными мочажинами составляет не более 80 см. Сами бугры между собой имеют перепады высот порядка 30–40 см. Под ними наблюдается наименьший по мощности деятельный слой, с мощностью в среднем 47 см (на конец августа 2018 г.). Верхняя граница мерзлоты максимально поднимается в центральной части бугров и незначительно понижается в понижениях между ними. Верхняя часть торфяной толщи бугров представляет собой чередующиеся слои сфагнового и лишайниково-сфагнового светлого торфа. В нижней части профиля ботанический состав переходит к лишайниково-кустарничковому, древесно-лишайниковому, лишайниково-сфагновому и гипновому темному торфу. Основной тип почв встречаемый на буграх – олиготрофные торфяные, которые соседствуют с минеральными торфяно-элювоземами и торфяно-подзолами. В термокарстовых просадках при большей мощности торфа наблюдается наиболее глубокое залегание мерзлоты, сравнимое с мочажинами (от 1,5 м и более). Это происходит благодаря отепляющему действию потоков внутрипочвенной влаги. На всех элементах болота нижний слой торфа относится к мезотрофной стадии развития.

Изучаемые болота практически во всем проявляют яркий контраст. Мощность торфа на буграх колеблется от 0 до 110–120 см. Песчаные подстилающие торфяную залежь горизонты могут иметь запас углерода до 40 % и более по отношению к вышележащей торфяной залежи. Наиболее яркой чертой является неоднородная верхняя граница мерзлоты, за что отвечают два фактора: мощность торфа, который изолирует мерзлоту от атмосферного тепла, и наличие мигрирующей внутрипочвенной влаги, оказывающей сильное отепляющее действие. Встречаются, на первый взгляд, достаточно парадоксальные случаи, когда на расстоянии 10–15 метров в сопряжении бугор-просадка (ложбина) глубина мерзлоты падает с 40 см до 170 см, при том, что на бугре торфа не более 10 см, а в просадке более 1 м. Все вышеописанные нюансы следует учитывать для решения таких важных задач, как определение запасов углерода, а также для вычисления соотношения содержания углерода в торфяной и минеральной толще.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-20129

Особенности морфологии и свойств языковатых подзолов приуральской части средней тайги Западной Сибири (на примере ООПТ «Кондинские озера»)

Курасова А.О [1]., Константинов А.О [2]., Кулижский С.П.[1]

[1] Томский государственный университет, Томск
kurasovalina@gmail.com
[2] Тюменский индустриальный университет, Тюмень
Konstantinov.alexandr72@gmail.com

Ключевые слова: альфегумусовые почвы, минеральные острова, литоморфные включения

Для северной части Кондинской низменности характерен контрастный и разнообразный рельеф с большими перепадами высот, что в целом нетипично для среднетаежной зоны Западной Сибири. Близость к Уралу обуславливает сложную историю развития рассматриваемой территории и предопределяет значительную роль геоморфологических и литологических факторов организации почвенного покрова. Кроме того, западные районы средней тайги Западной Сибири изучены значительно хуже по сравнению с центральной частью макрорегиона.

В работе представлены результаты изучения морфологических особенностей и свойств почв минеральных островов северной части Кондинской низменности, на примере ключевых участков, расположенных на территории природного парка «Кондинские озера». Для рельефа района исследования характерно наличие гряд и холмов (минеральных островов), возвышающихся над болотными массивами. Климат территории – континентальный; среднегодовая температура 0,8°С, среднегодовое количество осадков – 533 мм. Почвообразующие породы представлены песками, иногда с прослоями и линзами суглинков. Территория парка находится в пределах Сосьвинского округа сосновых зеленомошных, лишайниковых и елово-кедровых зеленомошных лесов подзоны средней тайги лесной зоны (Воронов, Михайлова, 1971). Растительный покров представлен лесным, болотным и луговым типом растительности. Согласно почвенно-географическому районированию территория природного парка «Кондинские озера» находится в Бореальном географическом поясе Западно-Сибирской таежно-лесной почвенно-биоклиматической области, в подзоне подзолистых почв средней тайги, с интрозональными болотными (Герасимов, Ромашкевич, 1963). Антропогенное воздействие связано с добычей и транспортировкой углеводородного сырья. На территории природного парка ведутся работы по разработке Тальникового месторождения. Его участок совпадает с северо-восточным сектором ООПТ.

При изучении особенностей почвенного покрова использовались почвенно-морфологический, сравнительно-географический, литолого-геологический методы. Химико-аналитические исследования проводились в соответствие с принятыми методами (Воробьева, 2006).

Почвы вершин минеральных островов представлены подзолами иллювиально-железистыми (языковатыми). Для данных почв характерна умеренная мощность горизонта Е, наибольшее количество литоморфных

включений, а также в отдельных случаях подстилание песков суглинком (возможно с признаками криодеформаций). Близкое залегание плотных суглинистых отложений и многочисленные крупные включения на границе E и BF, вероятно, лимитируют мощность языков, глубина которых, как правило, не превышает 40-50 мм. Для подзолов пологих террасированных склонов минеральных островов, характерно формирование более мощного горизонта E с проникающими, до глубины около 1 метра, языками. Количество включений в целом меньше, чем в почвах вершин минеральных островов. Данная группа почв отличается наиболее разнообразным строением верхней части профиля за счет внегоризонтных морфонов. В зоне перехода между минеральными островами и болотами формируются подзолы глеевые иллювиально-железистые. Данные почвы имеют относительно короткий профиль и характеризуются близкими залеганием грунтовых вод. Подзолы глеевые отличаются наименьшим количеством литоморфных включений или их полным отсутствием. Верхняя часть профиля часто имеет признаки турбаций, а подзолистый горизонт представлен в виде отдельных морфонов. В позициях высоких минеральных островов (с крутыми склонами) обнаруживаются погребенные подзолы и отдельные, обогащенные углями, прослои. В погребенных почвах также немногочисленны литоморфные включения, а мощность горизонта E не превышает нескольких сантиметров. Формирование сложного профиля, с наличием серии погребений, возможно связана с активацией эрозионных процессов в следствие пожаров или деятельности человека, о чем косвенно свидетельствует существование в пределах территории природного парка – археологических памятников.

Таким образом, характер почвообразующих пород и позиция в рельефе определяют вариабельность почв данной территории. Из наиболее очевидных закономерностей можно отметить наличие прямой связи между количеством и размером литоморфных включений и наличием подстилания суглинком с одной стороны и мощность горизонта E и внегоризонтных морфонов (языков) с другой.

Исследование поддержано Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 18-34-20129_мол-а-вед

Межрегиональные различия моделей почвенно-ландшафтных связей лесостепи Русской равнины

Лозбенев Н. И.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
nlozbenev@mail.ru

Ключевые слова: цифровая картография, чернозем, лугово-черноземная почва.

Интенсивное развитие методов цифрового анализа почвенно-ландшафтных связей (ПЛС) обеспечило возможность их межрегиональных сравнений. Моделирование ПЛС направлено на установление систематизированных представлений об организации почвенного покрова и позволяют формализовать экспертные знания о территории.

Определено, что для локальных исследований при соблюдении условия относительной однородности почвообразующих пород, наличии цифровой модели рельефа и иных факторов-индикаторов можно выразить систематическую связь между долевым участием почв в пикселе с факторами почвообразования через соответствующие системы уравнений и определить границы распространения таксонов почв.

На примере трёх ключевых участков в пределах Среднерусской возвышенности, Окско-Донской низменности и Приволжской возвышенности. Определено, что структуры почвенного покрова формируются, преимущественно, под действием перераспределения влаги и эрозии. Интенсивность водно-миграционных и эрозионно-аккумулятивных процессов описывается морфометрическими величинами рельефа, расчетными показателями перераспределенного стока и интенсивности эрозии, определяемыми по детальным и крупномасштабным цифровым моделям рельефа. Наиболее значимыми и универсальными для всех трёх ключей показателями рельефа выступили: топографический индекс влажности (topographic wetness index, TWI), индекс относительных превышений рельефа (topographic position index), крутизна и суммарная потенциальная годовая радиация, показывающая экспозиционные различия.

Определено, что пространственное варьирование структуры почвенного покрова ключевых участков на 40-60% связано со спецификой микро- и мезорельефа: наличием широких плоских или западинных междуречий и покатых/крутых склонов.

Будучи расположенными в одной подзоне, определено, что в структуре почвенного покрова на Среднерусской возвышенности преобладают эрозионные почвенные комбинации, а на Приволжской возвышенности из-за более тяжелого гранулометрического состава, меньшего расчленения и наличия почвенно-грунтовых вод формируются полугидроморфные и гидроморфные аналоги черноземов, пространственное варьирование которых более детерминировано рельефом (48% против 39%). Промежуточное положение занимает ключевой участок на Окско-Донской низменности. В условиях наличия как широких западинных междуречий с уровнем грунтовых вод выше 5м, так и длинных покатых и крутых

склонов, формируются черноземы и их полугидроморфные (луговато-черноземные почвы) и гидроморфные (лугово-черноземные почвы) аналоги. Точность определения структур почвенного покрова этого участка достигает 60%, что связано с высокой детерменированностью структуры почвенного покрова свойствами рельефа.

Применение геофизических методов при решении задач почвоведения

Рязанцев П.А
Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, Петрозаводск
chthonian@yandex.ru

Ключевые слова: электроразведка, электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость, георадиолокация, рефлектометрия

Геофизические методы используются для исследования почв уже достаточно давно, при этом наиболее информативными являются методы, основанные на измерении электрических свойств [1]. Наиболее широко в современной практике используются две группы методов: 1. основанные на измерении сопротивлении (или обратной величины – проводимости) почвы; 2. Изучающие скорость прохождения и отражения электромагнитной волны в почве, при этом основной задаче их использования является контроль и мониторинг влажности почв [2,3].

К первой группе можно отнести метод сопротивления на постоянном токе, который основан на измерении удельного электрического сопротивления грунтов, для изучения их способность пропускать электрический ток под действием внешнего электрического поля. Эффективность регистрации сопротивления для описания почвенных неоднородностей достаточно убедительно доказана в работах А.И. Позднякова [4]. Кроме того, лабораторными экспериментами показано, что удельное электрическое сопротивление при относительно малом водонасыщении может отражать крупности частиц, а также плотность почвы [5].

Вторая группа включает в себя два метода, которые измеряют на основе сходных параметров, георадиолокацию и рефлектометрию. Сущность метода заключается в излучении георадаром электромагнитного импульса в грунт с последующей записью сигнала, отраженного от внутренних неоднородностей зондируемой толщи. Эффективность метода георадиолокации доказана при изучении почвенных горизонтов [6]. Для определения электрических свойств разреза и параметризации получаемых радарограмм метод георадиолокации можно комплексировать с рефлектометрией [7]. Этот метод основан также на измерении скорости прохождения электромагнитной волны через грунт, только измерительная система представляет собой зонд, который погружается в нужный слой разреза.

В демонстрируемой работе обсуждаются возможности и ограничения, указных выше методов, перспективы их использования, а также представлены результаты геофизических наблюдений, выполненных на территории Республики Карелия. На примере участка шунгитовых почв Заонежского полуострова показан пример использования электроразведки для выявления областей фильтрации воды в почвенных горизонтах и способ выявления участок повышенной крупности. Также показана эффективность комплексирования георадиолокации и рефлектометрии для определения границ почвенных горизонтов.

Литература

Allred B., Daniels J., Ehsani M.R. Handbook of Agricultural Geophysics. CRC Press., 2008. 432 p.

Huisman J.A., Hubbard S.S., Redman J.D., Annan A.P. Measuring Soil Water Content with Ground Penetrating Radar: A Review // Vadose Zone Journal. 2003. Vol.2. P. 476–491.

Samouëlian A., Cousin I., Tabbagh A., Bruand A., Richarde G. Electrical resistivity survey in soil science: a review // Soil & Tillage Research. 2005. Vol.83. P. 173–193.

Поздняков А.И. Полевая электрофизика почв. М: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 187 с.

Seladji S., Cosenza P., Tabbagh A., Ranger J., Richard G. The effect of compaction on soil electrical resistivity: a laboratory investigation // European Journal of Soil Science. 2010. Vol.61. P. 1043–1055.

Doolittle, J.A., Collins M.E. Use of soil information to determine application of ground penetrating radar // Journal of Applied Geophysics. 1995. Vol.33. P. 101–108.

van Dam R.L., Schlager W. Identifying causes of ground-penetrating radar reflections using time-domain reflectometry and sedimentological analyses // Sedimentology. 2000. Vol.47. P. 435–449.

Факторы распространения гидроморфных земель Окско-Донской низменности

Филь П.П.
МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
philpaulp@gmail.com

Ключевые слова: лесостепь, цифровая почвенная картография, переувлажнение.

Современные почвенные изыскания, проводимые в Черноземной зоне, свидетельствуют о отличии фактического почвенного покрова от почвенного покрова, который отражался на почвенных картах, выполненных в 50-80х годах XX века. Различия связаны как с методологическими и организационными трудностями, возникавшими в тот момент, так и с естественными и антропогенными изменениями условий функционирования почвенного покрова, проходящими на современном этапе. При этом в виду отсутствия обобщенного среднемасштабного картографического материла почвенного покрова, отражающего действительную ситуацию, отсутствует возможность выявления факторов его формирования среднемасштабном уровне. Для выявления факторов распространения гидроморфных почв Окско – Донской низменности земель в среднем масштабе в работе использовались методы цифровой почвенной картографии (пространственный дискриминантный анализ). Источниками информации о факторах распространения переувлажнённых почв является цифровая модель рельефа территории, рассчитанные на ее основе в ее морфометрические параметры, и спектральные характеристики, модернизированные в факторные (площадная плотность потускул). Верифицированные крупномасштабные почвенные карты Токаревского и Жердевского районов Тамбовской области сведены в среднемасштабную модель, которая служила источником информации о фактическом почвенном покрове ограниченной территории. С использованием дискриминантного анализа была выявлена приуроченность различных групп земель к различным весам проявления факторов внутри факторного пространства

Региональная модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского ополья

Шилов П.М.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
pavelshilovv@gmail.com

Ключевые слова: серые лесные почвы, структура почвенного покрова

Региональная модель почвенно-ландшафтных связей – систематизированное представление о связях в почвенном покрове территории, как внутрипочвенных связей между отдельными свойствами почв, так и связей почв с другими компонентами ландшафта. Почвенный покров Владимирского ополья характеризуется высокой степенью комплексности и сложности генезиса серых лесных почв, сочетающих признаки современного и реликтового почвообразования. Несмотря на длительную историю изучения, в литературе отсутствует обобщенное представление о закономерностях организации почвенного покрова данного региона.

Цель данной работы – идентификация и картографирование факторов дифференциации серых лесных почв возрастающего ряда увлажнения на примере Владимирского НИИ сельского хозяйства. Неоднородность увлажнения почвенного покрова обусловлена топографическими особенностями данной территории в условиях однородного строения толщи почвообразующих лессовидных суглинков.

Более 200 почвенных описаний сведены к пяти категориям шкалы возрастающего гидроморфизма: серые лесные без оглеения, серые лесные оподзоленные, серые лесные слабоглееватые, серые лесные глееватые, серые лесные глеевые. Совокупность ранжированных описаний сопоставлена с ячейками цифровой модели рельефа разрешением 30×30 м и рассчитанными на ее основе морфометрическими свойствами. Степень переувлажнения серых лесных почв на 70% детерминируется пятью статистически значимыми величинами: индекс превышений в окрестности 1000 м, мультимасштабным индексом превышений, глубиной долин, топографическим индексом влажности и теплообеспеченностью склона.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Поиск и верификация предикторов почвообразования в лесотундровой зоне по дистанционным данным

Векшина В.Н.
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

Ключевые слова: создание цифровых почвенных карт, ковариаты, факторы почвообразования, Большеземельская тундра, средне и мелкомасштабные карты

Докучаевское определение почвы как функции факторов почвообразования позволяет искать такие количественно измеряемые параметры окружающей среды, которые могут быть использованы для предсказания распространения определенных почв или почвенных свойств по этим косвенным данным, то есть для построения почвенной карты. Традиционные знания почвоведа-эксперта дополняются геостатистическими методами, "работающими" с количественно измеряемыми величинами, в том числе, получаемыми при дистанционном зондирования. Проблема заключается в выборе наиболее значимых показателей и их комбинаций, являющихся предикторами почвообразования. Их поиск должен проводиться с учетом ландшафтных особенностей территории. Космические снимки дают сведения о физических свойствах ландшафта — влажности, температуре, отражательной способности. Они являются независимыми переменными — ковариатами, позволяющими предсказывать почвы, т.е. почвенными предикторами. *Обоснование необходимого и достаточного набора предикторов является целью данной работы*.

Объектом исследования явился почвенный покров лесотундрового экотона в пределах широтно вытянутого полигона (N $67^0$21'52,2"` E $53^0$00`41" (юго-запад); N $67^0$48'36"` E $55^0$12'28,8" (северо-восток)). Источники почвенной информации: листы Государственной почвенной карты масштаба 1:1 млн Q-39 (1977) и Q-40 (1982) и почвенная карта масштаба 1:200 000 (лист Q-39-V,VI) Н.А. Крейды (1958) на западную часть полигона с преимущественно песчаными почвами. Ковариаты отбирались по сцене Landsat 8 (14.08.2013) и ЦМР AsterGDEM v.2.

Методы исследования. Подбор ковариат проводили учитывая особенности почвенно-ландшафтной структуры. Предварительно отобраны девять показателей: абсолютные отметки высот, альбедо 3-6 канала, производные индексы LWCI, NDVI, MNDVI, NDVI, температура поверхности. В докладе приводится аргументация их выбора. На оцифрованные почвенные карты накладывалась регулярная сеть точек, для которых снималась информация о значениях ковариат и о почвах. Для исключения "дублирования" ковариат была построена корреляционная матрица. Статистический анализ проводился с целью выявить способность ковариат разделять почвы (по критерию Миллса).

Результаты. Девять групп почв среднемасштабной карты разделялись с помощью ковариат: абсолютная высота, альбедо 4 канала, LWCI, NDVI, температура поверхности. Они независимы (кроме пары NDVI-LWCI). Однако оба этих индекса были взяты в работу, поскольку существовали комбинации почв, разделяемые только одним из них. Наименее надежным было отделение аллювиальных почв, что, связано с особенностями их контуров, включающих различные по свойствам луговые, болотные и слаборазвитые почвы. Затруднительным оказалось выделение торфяных почв плоскобугристых болот. По свойствам поверхности (кроме микрорельефа) и растительности они близки к торфянисто-глеевым тундровым почвам, отличаясь от последних по мощности торфа. Разделение торфянисто-подзолисто-глеевых и перегнойно-болотных пойменных почв затруднено в связи с близкими условиями формирования – мощным фактором переувлажнения.

Десять групп почв мелкомасштабной карты разделялись с помощью ковариат: абсолютная высота, LWCI, NDVI, температура поверхности, водный индекс MNDWI. Большинство почв разделялись по трем ковариатам. Для двух групп разделение было возможно только по индексу MNDWI. Анализ дендрограмм сходства для предикторов различных групп почв показал, что наиболее близкими оказались те из них, которые действительно блики между по факторам почвообразования и свойствам (альфегумусовые почвы, глееземы с разной мощностью глеевого горизонта).

Выводы. (1) Для разделения почв на средне- и мелкомасштабной картах отобраны: абсолютная высота, LWCI, NDVI, температура поверхности. Для мелкомасштабной карты добавлен индекс MNDWI, помогающий отделить почвы на суглинках в восточной части полигона. (2) Сумма оценок работ каждой ковариаты по разделению почв не равна совокупной работе этих ковариат. (3) Чем больше групп почв выделяется по большему числу ковариат, тем легче разделить почвы при совокупной работе ковариат. (4) Сложно разделить отделить почвы с незначительным участием в почвенном покрове, поскольку для них формируется малая обучающая выборка. (6) Разделение почв оказалось более четким для мелкомасштабной карты, что может быть связано с более контрастными геоморфологическими условиями.

Влияние древесных насаждений и рельефа на формирование дерново-подзолистых почв под РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева

Глухенькая Е.А., Каменных Н.Л., Наумов В.Д.
РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва
ekaterinagl05@gmail.com

В работе дана оценка влияния различных насаждений, а также рельефа на состав и свойства дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Для изучения влияния древесных насаждений нами были исследованы пробные площади 4, 7 и 11 кварталов, различающиеся между собой составом насаждения, возрастом древостоя и расположением по рельефу.

Были выделены 3 группы площадей по составу древостоя:

- Чистые хвойные насаждения на выровненной поверхности (пробная площадь 7 квартала -7Р);
- Смешанные насаждения с преобладанием хвойных на выровненной поверхности (пробная площадь 4 квартала-4Ъ);
- Чистые лиственные насаждения на пологом склоне крутизной до 5° (пробная площадь 11 квартала-11Е).

При проведении полевого обследования на территории ЛОД было заложено 3 разреза и отобраны образцы почв по генетическим горизонтам. Морфологический анализ дерново- подзолистых почв выявил следующие особенности:

1. Гумусовый горизонт дерново-подзолистых почв разделяется на 2 горизонта А1 и А1А2, что по строению почвенного профиля сближает почвы Лесной опытной дачи с серыми лесными почвами.

2. Второй особенностью дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи является глубоко расположенный подзолистый горизонт.

Из анализа данных морфологического строения почв исследуемых пробных площадей 4, 7 и 11 кварталов Лесной опытной дачи можно сделать вывод о различиях в интенсивности проявления основных почвообразовательных процессов: дернового и подзолистого. Дерново-подзолистые почвы, занимающие водораздельное и выровненное пространство характеризуются более мощным гумусовым горизонтом 28-27 см, минимальная мощность гумусового горизонта(22 см) выявлена на почвах, расположенных на склоне. Максимальная мощность подзолистого горизонта и глубина его залегания выявлены на пробной площади Р 7 квартала на выровненной поверхности. Минимальная мощность подзолистого горизонта и глубина его залегания выявлена на пробной площади Е 11 квартала , расположенного на пологом склоне. На почвах 7 квартала пробной площади Р под чистыми хвойными насаждениями выявлен более мощный гумусовый

горизонт (27см), максимально мощный подзолистый горизонт (24 см) и наибольшая глубина оподзоливания (55см).

На всех исследуемых пробных площадях вне зависимости от состава насаждений и рельефа местности наблюдается преобладание дернового процесса над подзолистым. Коэффициент отношения горизонтов A1+A1A2/A2 варьируется от 1,13 на площадях, расположенных под чистыми хвойными насаждениями, и до 2 на площадях, расположенных под чистыми лиственными насаждениями. По величине этого горизонта мы и сделали вывод о преобладании дернового процесса над подзолистым. Это позволяет говорить об отличие дерново-подзолистых почвы Лесной опытной дачи от зональных дерново-подзолистых почв.

Можно проследить зависимость гумусового состояния от состава насаждения и рельефа местности, так на почвах с чистыми хвойными насаждениями, которые находятся на поверхности водораздела процент гумуса в горизонтах A1, A1A2 составляет 3,54% и 3,10% соответственно, что выше, чем на почвах с чистыми лиственными насаждениями, находящимися на склоновой поверхности, где содержание гумуса в горизонтах A1, A1A2 составляет 3,32% и 2,48% соответственно, так же процент гумуса заметно выше на почвах со смешанными насаждениями, находящимися на пологой поверхности, где содержание гумуса в горизонтах A1, A1A2 составляет 5,28% и 1,72% соответственно.

В почвах под смешанными с преобладанием хвойных насаждений, сумма обменным оснований, емкость катионного обмена и степень насыщенности почв увеличиваются к породе. Максимальное значение данных показателей наблюдается в нижней части профиля (BC, C), а минимальное – в гумусовых горизонтах (A1g, A1A2).

В почвах под чистыми хвойными насаждениями, а также под смешанными с преобладанием хвойных насаждений, сумма обменным оснований, емкость катионного обмена и степень насыщенности почв уменьшаются к породе. Максимальное значение данных показателей наблюдается в гумусовых горизонтах (A1, A1A2), а минимальное – в нижней части профиля (BC, C).

Почвенный профиль характеризуется кислой реакцией среды, которая варьирует в пределах от 3,34 до 3,60 вне зависимости от насаждений и рельефа. В основном почвы характеризуются легкосуглинистым гранулометрическим составом, на всех пробных площадях, материнской породой является моренный лёгкий суглинок.

Выводы. Анализ состава и свойств дерново-подзолистых почв под насаждениями различного состава и расположенных на разных элементах рельефа показал:

1.На исследуемых пробных площадях древесные насаждения представлены следующими группами :

- Чистые хвойные насаждения
- Смешанные с преобладанием хвойных

- Чистые лиственные насаждения.

2. Дерново-подзолистые почвы Лесной опытной дачи характеризуются растянутым гумусовым горизонтом, профиль которых разделен на 2 подгоризонта А1 и А1А2 и постепенным снижением гумуса вниз по профилю

3. На данных почвах мы не видим типичного для типа дерново-подзолистые почвы резкого падения содержания органического вещества вниз по профилю, а происходит постепенное его снижение. Горизонт А1А2 содержит до 3,11-1,69 % гумуса, что также позволяет нам считать его нижней частью гумусового горизонта. Высокое (до 5,28) содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах ЛОД позволяет нам также говорить об их особенностях.

4.Почвы на пробных площадях с чистыми лиственными насаждениями, находящимися на поверхности водораздела характеризуются более мощным гумусовым горизонтом, а почвы пробных площадей с чистыми хвойными насаждениями, расположенные на выровненной поверхности характеризуются более мощным подзолистым горизонтом.

5.На всех пробных площадях гумусовый горизонт имеет большую мощность, чем подзолистый, что позволяет отметить преобладание дернового процесса над подзолистым.

6. В целом почвы характеризуются кислой реакцией среды и не насыщенностью основаниями.

7. Проведенные исследования показали, что дерново-подзолистые почвы имеют целый ряд морфологических и аналитических показателей отличают их от дерново-подзолистых зональных почв, что объясняется, по нашему мнению, особенностями использования этих почв и расположением Лесной опытной дачи в центре крупного мегаполиса в г. Москве.

Литература

[1] Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению.-М.: Агроконсалт, 2002.

[2] Кирюшин В.И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: Учебное пособие/-СПб.: Издательство «Лань», 2011.-288с.

[3] Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: учебное пособие/ М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009. 512 с.

[4] Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: монография/ М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.

[5] Наумов В.Д., Поветкина Н.Л., Лебедев А.В. Гемонов А.В., . Закономерности изменения мощности почвенных горизонтов под древостоями различного состава лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева //Известия ТСХА: Научно-теоретический журнал Российского аграрного университета МСХА имени К.А. Тимирязева,2018.- Вып 1. - 18-35 с.

Дешифрирование очагов переувлажнения почв

Грибов В.В
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
vas1988@yandex.ru

Ключевые слова: переувлажнение, дистанционная диагностика Земли, лесостепная зона, чернозёмы, оптические сенсоры, радарные сенсоры.

Важность характеристики почвенной влажности обуславливает необходимость её мониторинга. Наиболее информативными являются методы исследований влажности in situ. Однако, несмотря на их точность, они являются достаточно трудоёмкими и ресурсозатратными, и, в отличие от методов дистанционной диагностики, они не позволяют получить картину пространственно-временного распространения переувлажнения. Исследования дистанционной диагностики переувлажнения почв велись в двух направлениях: техническом, которое подразумевало совершенствование инструментария исследования (развитие спутниковых систем, или расчётных методов), и теоретическом, смысл которого заключался в подборе объекта для наиболее точной диагностики почвенной влажности (густота растительного покрова, или температура поверхности). В качестве инструментов дистанционной диагностики переувлажнения почв использовали установленные на спутниках оптические и радарные сенсоры. Каждый из типов сенсоров обладает рядом достоинств и недостатков, что ограничивает возможность использования конкретного типа сенсора для дистанционной диагностики переувлажнения почв. В настоящее время, чтобы нивелировать ограничения обоих типов сенсоров, используют синергистические методы. Суть этих методов заключается в том, чтобы одновременно использовать радарные и оптические данные для того, чтобы подавить ограничения и радарного, и оптического сенсора. Это позволяет увеличить точность и частоту повторной съёмки на исследуемой территории, а так же преодолеть ограничения, связанные с облачностью и временем суток. Тем не менее, данный метод требует осторожного подхода. В настоящее время, развитие технологий и спутниковых систем привело к тому, что исследователь может получать огромные массивы данных с высоким пространственным и временным разрешением. Обработать огромный объём данных вручную, для того, чтобы извлечь необходимую информацию об объекте исследования, не представляется возможным. Следовательно, возникает вопрос, можно ли на основе данных спутникового снимка автоматически выделить на нём целевые объекты исследования. В нашем случае это сезонно затопляемые западины степной и лесостепной зоны Вороно-Цнинского междуречья Тамбовской области. Визуально-экспертный анализ снимков Sentinel 2, анализ рассчитанных на их основе спектральных индексов, и обработка данных, полученных с помощью изображений в среде R показали, что существуют пороговые значения по спектральным индексам WI и LMI (1,8) и среднеинфракрасному спектру отражённого излучения (0,1%), позволяющие отделить сухую поверхность от открытой воды. Если учитывать оба этих значения одновременно, то в признаковом пространстве среднеинфракрасного и красного диапазонов спектра

отражённого излучения, можно выделить области, относящиеся к водным объектам и суше. Причём водные объекты, соответствующие сезонно затопленным западинам, занимают ту же область признакового пространства, что и постоянные водоёмы (пруды, водохранилища). Анализ графических данных разновременных снимков за период с апреля по июнь 2018 года позволил увидеть, как постепенно из признакового пространства исчезают сезонно затопляемые западины. Что является следствием их постепенного высыхания. Следовательно, одним из факторов, который позволяет выделить сезонно затопляемые западины на недренируемом междуречье, является время. Таким образом, необходимо использовать серию разновременных снимков для диагностики очагов сезонного затопления в условиях степи и лесостепи.

Обновление среднемасштабной почвенной карты на основе методов цифровой почвенной картографии на примере тестового участка Юрьев-Польского района Владимирской области

Грубина П.Г.[1], Жоголев А. В.[1]
[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
antianira@bk.ru

Ключевые слова: цифровая почвенная картография, спутниковые данные, деревья классификации

Введение. Почвенные карты в России не обновлялись уже почти 40 лет. Но в последнее время спрос на почвенные карты растет в связи с активизацией сельскохозяйственного производства и кадастровых работ в стране. Использование методов цифровой почвенной картографии поможет систематизировать и автоматизировать процессы почвенного картографирования. В качестве источника информации о почвах в технологиях ЦПК могут использоваться архивные почвенные карты.

Целью работы является сравнительная оценка эффективности использования в качестве информационной основы для обновления цифровой региональной почвенной карты архивных почвенных карт среднего и крупного масштабов.

Проведена сравнительная оценка эффективности использования в качестве информационной основы для обновления цифровой региональной почвенной карты архивных почвенных карт среднего и крупного масштабов, путем компьютерной имитации процесса традиционного почвенного картографирования.

Объекты и методы. Объектом исследования является тестовый участок, расположенный в районе Юрьев-Польский Владимирской области.

Исходными картографическими материалами были отсканированные и географически привязанные листы крупномасштабной почвенной карты (1:10000) и среднемасштабной почвенной карты (1:200000) изучаемой территории на бумажном носителе, которые были составлены в 1980х годах региональным институтом ГИПРОЗЕМ. Дополнительными исходными материалами являлись: цифровая карта растительности, космические снимки Landsat и цифровые модели рельефа из базы данных SRTM.

В основе подхода лежит компьютерное составление правил в виде деревьев классификации для выделения различных почв и составление карт факторов почвообразования на основе спутниковых данных.

Результаты и обсуждение. Установлены связи почв с факторами почвообразования на основе архивных почвенных карт крупного и среднего масштаба для тестового участка. Построены три цифровые почвенные карты для тестового участка Владимирской области: крупномасштабная почвенная цифровая карта, построенная на основе связей почва-факторы почвообразования, выявленных по архивным крупномасштабным картам, среднемасштабная почвенная карта, построенная на основе связей, выявленных

по архивным крупномасштабным картам, и среднемасштабная почвенная карта на основе связей, выявленных по архивным среднемасштабным почвенным картам. Установлено, что достоверность среднемасштабной почвенной карты, построенной на основе связей, выявленных по архивным крупномасштабным картам, составляет 65%, а достоверность среднемасштабной карты, на основе связей, выявленных по архивным среднемасштабным почвенным картам, составляет– 30%.

Цифровая инвентаризация почвенных ресурсов Московского учебно-опытного лесничества в рамках проекта «Почвенно-географическая база данных России»

Крылова Е.Н.[1], Бараненкова А.А.[1], Мутыгуллин И.Р.[1], Новиков А.В.[1], Кузичев М.В.[1], Мартыненко А.С.[1]

[1]МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства, Мытищи

krylovekaterin@yandex.ru

Ключевые слова: лесные почвы, геоинформационные системы, почвенные ресурсы, систематизация и хранение данных, интерактивная карта

Широчайший спектр природных условий России обусловил формирование разнообразного почвенного покрова. И именно систематизация поможет представить собой полную, стандартную, унифицированную, цифровую инвентаризацию всего многообразия почв и почвенного покрова страны.

В конце XX века общими усилиями исследователей-почвоведов разных стран были созданы первые крупные базы данных почвенных свойств. В России работы, посвященные вопросам стандартизации, кодирования показателей свойств почв и направленные на разработку почвенной информационной системы, связаны с именами Рожкова (1980, 1989), Корнблюма (1974, 1975), Михайлова (1974, 1976). Многие работы Столбового (1996, 1999, 2001) посвящены вопросам создания почвенно-географических баз данных, в том числе международного уровня.

Собранные данные должны быть актуальными и достоверными, от них будет зависеть общая эффективность всей системы при инвентаризации почв. Мероприятия, проводимые в целях изучения состояния почв и получения соответствующей информации, позволит уточнить и установить местоположение объектов изучения, границы почвенных разностей, выявить неисследованные и нерационально используемые участки.

Инвентаризация почвенных ресурсов, как правило, основывается на методах картирования. Но по мере накопления данных о почвах и их географии, а также в связи с расширением количества прикладных задач почвенных данных, почвоведы пытались увеличить информативность почвенных карт. Однако в процессе накопления информации на почвенных картах уменьшался уровень их читаемости и восприятия, что в свою очередь усложнило их практическое использование. Несоответствие между техническими возможностями «бумажной» картографии и объемом почвенных данных, которые необходимо и можно инвентаризировать, также может быть разрешено на основе современных компьютерных подходов, в частности, на основе геоинформационных технологий.

В настоящее время кафедра ЛТ1 Мытищинского филиала МГТУ имени Н.Э. Баумана начала исследования по цифровой инвентаризации почвенных ресурсов в Московском учебно-опытном лесничестве. В ходе работы были собраны и систематизированы данные о почвенных профилях на территории объекта исследования. Сбор информации осуществлялся путём обработки материалов почвенных исследований с 70-х годов

прошлого века по настоящее время. Окончательная систематизация полученных данных осуществлялась с помощью информационной системы «Почвенно-географическая база данных России», которая является программным средством и Интернет-ресурсом (http://www.soil-db.ru/), предназначенным для формализованного сбора данных по почвенным профилям в автономном (локальном) и оперативном (Интернет) режимах.

«Почвенно-географическая база данных России» – это программа, разработчиками которой являются Почвенный институт имени В.В. Докучаева РАСХН, Институт экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова. В настоящий момент начата стадия полномасштабного формирования Почвенно-географической базы данных России (ПГБД).

На данном этапе исследований Московского учебно-опытного лесничества, в базу были занесены данные по профилям. Почвы в основном представлены дерново-подзолистым типом с разной степенью оподзоливания – 70 %, болотно-подзолистым – 25 % и болотным – 5 %. Также помимо почвенных данных в базу были внесены показатели, отражающие лесорастительные условия, сведения о геолокации почвенных разрезов, данные химических и водно-физических свойств почв.

Для последующего хранения и визуализации вся собранная информация будет обработана в геоинформационной системе. Она будет представлять собой интерактивную карту, на которой будет отражена комплексность атрибутов – использование данных смежных дисциплин, включающих сведения об условиях почвообразования (климат, почвообразующие породы, рельеф, растительность, хозяйственная деятельность человека), а также информацию о морфологических и физико-химических свойствах отдельных типичных почвенных разрезов, имеющих географическую привязку.

Таким образом, сбор, систематизация и хранение данных о почвах на основе почвенно-географической базы данных позволит поднять на качественно новый уровень процессы актуализации и анализа почвенных ресурсов.

Агроэкологическая группировка земель Жердевского района Тамбовской области

Левченко Е.А, Разоренная Д.Ю.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
levchenko_ea@esoil.ru

Ключевые слова: переувлажнение, гидроморфизм, группы земель, почвенно-агроэкологическое районирование, Окско-Донская низменность.

Исследования проводятся в Тамбовской области, большая часть которой расположена в пределах Окско-Донской низменности, особенности рельефа и геологического строения которой способствуют широкому распространению гидроморфизма. Последние десятилетия в агроландшафтах Тамбовской равнины наблюдается ежегодное увеличение площади переувлажненных почв (Паракшин и др., 1998, Зайдельман и др., 2012, Научные основы …, 2013). Тем не мене, реализуемые на практике системы земледелия базируются на преобладании автоморфных черноземов, что приводит к ограниченному использованию агроэкологического потенциала земель сельхоз назначения. Карта агроэкологической группировки земель, отражающая их свойства и качество, способна послужить основой рационального землепользования.

С целью отразить степень проявления гидроморфизма Тамбовской области в 2016 г. сотрудником Почвенного института им. В.В. Докучаева Жуковой Ю.А. была построена карта групп земель в масштабе 1:500 000. Методика ее построения заключалась в экспертно-визуальном дешифрировании разновременных космических снимков Landsat 7 ETM+ и Landsat 8 OLI, дополненных снимками сверхвысокого разрешения сервиса Google и цифровой моделью высот SRTM. Участки с сохранением в начале лета очагов переувлажнения выделялись в качестве гидроморфных групп земель междуречного не дренируемого типа местности. Участки непродолжительного переувлажнения, обсыхающие к началу лета, выделены в качестве полугидроморфных групп земель замедленно дренируемого типа местности. Земли без признаков весеннего переувлажнения отнесены к автоморфно-полугидроморфной группе плакоров.

Эта карта вместе с почвенной картой масштаба 1:50 000 (Тамбовский филиал ЦЧОгипрозем, 1991 г.), снимками Landsat, Santinel и ЦМР легла в основу агроэкологической группировки гидроморфных земель Жердевского района Тамбовской области (масштаб 1:200 000).

В ходе группировки было выделено 6 групп:

Гидроморфная группа земель занимает исключительно водоразделы – субгоризонтальные равнины, не затронутые элементами овражно-балочной сети, но испещренные западинами различных форм и размеров. Фоновые почвы представлены лугово-черноземными почвами, обычными и выщелоченными, иногда карбонатными или солонцеватыми. Также почвенный покров представлен комплексами солонцов лугово-черноземных и лугово-черноземных или черноземно-луговых почв, элементарными почвенными ареалами солодей лугово-степных, луговых и лугово-болотных.

Полугидроморфная группа земель занимает замедленно дренируемые слабонаклонные равнины, расчлененные верховьями эрозионной сети. В отличии от гидроморфных групп земель увеличивается долевое участие автоморфных компонентов, представленных вариациями чернозема типичного и, реже, чернозема выщелоченного.

Автоморфно-полугидроморфная группа, как и полугидроморфная, приурочена к замедленно дренируемым слабонаклонным склонам, расчлененным эрозионной сетью, не имеющим, однако, признаков поверхностного весеннего переувлажнения. Автоморфно-полугидроморфные земли представлены в основном вариациями лугово-черноземных почв, с редкими ЭПА солодей луговых и лугово-степных по западинам, а также с ЭПА луговых почв, приуроченных к открытым депрессиям – ложбинам и лощинам.

Плакорная группа земель занимает дренируемые склоны, слабо расчлененные овражно-балочной сетью. Представлена плакорная группа преимущественно вариациями черноземов типичных, иногда сочетающихся с лугово-черноземными и луговыми почвами открытых депрессий. Так же встречаются черноземы выщелоченные.

Эрозионная группа земель занимает дренированные прибалочные и притеррасные склоны. Характеризуется наличием черноземов типичного и выщелоченного эрозионноопасных и разной степени смытости. Ложбины и лощины представлены лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами.

Полугидроморфно-пойменная группа приурочена к террасам р. Савалы. Почвенный покров представлен вариациями лугово-черноземных выщелоченных почв и ЭПА черноземно-луговых выщелоченных почв, приуроченных к понижениям рельефа. В западинах могут встречаться лугово-болотные перегнойные почвы

Почвы заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына

Мостовая А.С.
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, факультет Почвоведения, агрохимии и экологии, Москва
ankhen2009@yandex.ru

Ключевые слова: морфологическое строение, почвенный профиль.

В июле 2018 года были заложены почвенные разрезы на двух участках ФГБУ Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына, Костромская область. Заповедник располагается в северо-восточной части Русской равнины. Территория заповедника включает в себя два участка, Кологривский и Мантуровский, расположенные в бассейнах рек Унжа и Нея [1].

Эти два участка заповедника сильно отличаются. Кологривский участок характеризуется большим разнообразием рельефа, что отчасти связано с его большой территорией. Мантуровский участок занимает значительно меньшую площадь, но рельеф на его территории, несмотря на большую удаленность участков друг от друга, совершенно иной по происхождению и облику [1].

Через Кологривский участок проходит граница I и II агроклиматических районов Костромской области (сумма активных температур от 1600 °С до 1800 °С), Мантуровский участок полностью находится в III агроклиматическом районе (сумма активных температур от 1800 °С до 1900 °С).

По геологическому строению территория Кологривского участка расположена на границе глин триасовой, юрской и меловой систем. Мантуровский участок расположен на юрских песчаниках [2].

При описании разрезов была выявлена сильная пространственная неоднородность почв заповедника. Наиболее схожи между собой были почвенные профили разрезов № 1, № 2 и № 3 Кологривского участка. Эти почвы были слабо дифференцированы по профилю. Разрез № 4 содержал явные признаки пожара, также естественный профиль почвы был нарушен при восстановительных посадках лесонасаждений.

Три разреза Мантуровского участка были различны по строению. Профиль почвы разреза № 5 был наиболее схож с классическим профилем подзолистой почвы. В разрезе № 6 наблюдалось появление грунтовых вод на небольшой глубине. Разрез № 7 характеризовался сильным чередованием горизонтов и оглеением в нижней части профиля.

Список используемой литературы:

1. http://kologrivskiy-les.ru/

2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 29. – СПб: Гидрометеоиздат, 1992. – 582 с.

Большие спутниковые данные как характеристика внутриполевой неоднородности плодородия почвенного покрова

Рухович А.Д.[1], Королева П.В.[1], Вильчевская Е.В.[1], Рухович Д.И.[1], Шаповалов Д.А.[2]

[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
[2]Государственный университет по землеустройству, Москва

soilmap@yandex.ru

Ключевые слова: почвенные карты, данные дистанционного зондирования, big data, вегетационные индексы.

Плодородие является одним из свойств почвенного покрова. Плодородие зависит от множества факторов таких как климат, рельеф, содержание в почве макро- и микроэлементов, влагоемкости и т.д. и т.п. Постулируется, что при равенстве всех характеристик почвенного покрова должно наблюдаться равенство плодородия. Для сельского хозяйства почвенная карта должна являться совокупностью однородных участков земной поверхности. Возникает лишь вопрос об уровне дискретизации поверхности земли. В традиционной почвенной картографии дискретизация задается масштабом карты. Наиболее дробным является масштаб 1 : 10 000. В этом масштабе выполнено большинство карт пахотных угодий России и бывшего СССР. Можно утверждать, что для массового использования на текущий момент эти карты являются наиболее дробной моделью плодородия. Следует отметить, что подавляющее большинство почвенных карт составлены экспертно, эталонным дешифрированием рельефа с обучением по наземным данным в виде определенного для каждого региона количества разрезов, полуям и прикопок. Рельеф для анализа был представлен в виде топографических карт того же масштаба - 1 : 10 000. Для картографирования так же могли привлекаться данные дистанционного зондирования (ДДЗ) в виде аэрофотосъемки различного масштаба.

Следует отметить, что при составлении почвенных карт анализировался один источник рельефа, один источник ДДЗ и одна-две наземных съемки. Фактически, в работу привлекались данные за один временной срез. Кроме того, плодородие принималось единым для всего сельскохозяйственного поля, как минимального объекта, позволявшего дифференцированное воздействие на почвенный покров. Даже такие динамичные показатели, как содержание макро- и микроэлементов, рассчитывались как средние по полю.

Масштаб 1 : 10 000 определен как наиболее дробный из возможных в рамках: во-первых, существовавших до 90-х годов технологий картографирования, во-вторых, систем земледелия, не предусматривавших дифференцирование внутри поля. Математически не обосновывалось, что плодородие в рамках поля действительно однородно. Более того, детальное почвенное картографирование на ключах в масштабе 1 : 5 000 и крупнее показывало, что плодородие может меняться на площади существенно меньшей чем возможно учесть в масштабе 1 : 10 000.

С 1976 г. развивается теория и практика вегетационных индексов (ВИ). ВИ отражают состояние растительности в момент проведения съемки - получения ДДЗ. Состояние растительности также может служить индикатором плодородия почв. Сложность использования ВИ заключается в дополнительных факторах, определяющих состояние растительности, которые носят антропогенный характер. Если почвенная карта предполагает естественные причины лимитирования плодородия, то карта ВИ может быть следствием огрехов агротехники. Показано, что ВИ, рассчитанные по одному кадру (сцене) ДДЗ не позволяют создать карту плодородия и даже скорректировать традиционные почвенные карты. Требуются дополнительные наземные изыскания.

Несколько иной подход к выявлению зон плодородия предполагается при использовании подходов big data. На каждую точку поверхности планеты накоплены массивы больших спутниковых данных с пространственным разрешение спектральных каналов 30 метров и более дробных - Landsat 4, 5, 7, 8 и Sentinel. Тысячи сцен за период с 1984 по 2018 годы (массивы продолжают пополняться) позволяют создать карты неоднородности плодородия почв при условии совместного анализа всех сцен, пригодных для расчетов ВИ. Подход основан на предположении, что агрогенное воздействие за большой период времени само по себе не может быть стабильным и однородным, т.е. превращается в некоторую случайную величину, которую можно нивелировать технологиями big data. Наземная верификация карт внутриполевой неоднородности, полученных анализом больших спутниковых данных, показала лучшее соответствие реальным замерам урожайности по сравнению с традиционными почвенными картами.

Ретроспективный анализ изменений типов землепользования и интенсивности эксплуатации почвенно-земельного покрова с использованием массивов больших спутниковых данных

Сулейман Г.А.[1], Королева П.В.[1], Вильчевская Е.В.[1], Рухович Д.И.[1], Куляница А.Л.[2]

[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
[2]ООО "Айти Парма", Москва

soilmap@yandex.ru

Ключевые слова: пахотные земли, заброс земель, big data, данные дистанционного зондирования.

Антропогенная нагрузка на почвенный покров сельскохозяйственных земель может быть измерена в режиме бинарной логики - фиксации смены землепользования. Для пахотных земель смена землепользования это либо заброс, либо вывод земель из сельскохозяйственного оборота (под дороги, строения, карьеры и т.д.). Вывод земель из оборота как правило носит необратимый характер и сопровождается утратой почвенного покрова. В этом случае бинарной логики вполне достаточно, хотя существуют и исключения в виде сноса деревень и последующей распашки территории и т.п., когда подобные земли возвращаются в пашню. Но и в этом случае в пашню возвращаются земли с нарушенным почвенным покровом (фактически с другой почвой) и исследования на этих территориях должны вестись не в рамках интенсивности нагрузки, а в рамках процессов рекультивации. Необратимая утрата земель с конца 80-х годов прошлого века носит массовый характер, но составляет первые проценты от общей площади пашни. В подавляющем числе случаев вывод пашни под строительство, карьеры, дороги и т.д. никак не связан с типом почв.

Несколько иная ситуация складывается при экономически нерентабельной эксплуатации пашни в тех или иных почвенно-климатических условиях. Прежде всего, это обратимый процесс. Но сложность возвращения земель зависит от того насколько давно участок (поле) не обрабатывался и от типа почв. Т.е., к бинарной логике добавляются дополнительные параметры - время и почва. Дополнительными параметрами описание изменений нагрузки на почвенный покров не исчерпывается. Кроме собственно заброса может меняться тип севооборота, когда количество воздействий на почву в единицу времени будет снижаться. В этом случае заброс можно рассматривать в виде снижения интенсивности эксплуатации почвенно-земельного покрова ниже определенного уровня. Уровень же эксплуатации заменяет бинарную шкалу непрерывной числовой.

Для бинарной логики теоретически достаточно лишь двух источников информации, описывающих состояние моделируемого объекта до наступления события и после. В нашем случае необходимо установить была ли территория пашней в исследуемый период и перестала ли она ею быть в тот же временной промежуток. При построении числовой шкалы нужно значительно больше данных, т.к. вычисляется количество воздействий на почву за единицу времени. Разрешить подобную задачу стало возможным в результате формирования массивов больших спутниковых данных с достаточно высоким пространственным разрешением. Такие

массивы существуют с 1984 года в виде хранилищ сцен съемки Landsat 4, 5, 7, 8. В настоящее время хронологические ряды Landsat могут быть дополнены данными Sentinel.

Оба подхода (бинарный и непрерывный) применены для сравнительного анализа нагрузки на пахотные земли двух районов республики Татарстан - Сабинского и Пестречинского. Установлено, что оба района с 1985 года по 2018 год утратили существенную часть сельскохозяйственных земель. Но характер утраты существенно различается. Так в Сабинском районе ситуация стабилизировалась к 2000 году и утрата земель прекращена (экспоненциальная зависимость). Пестречинский же район продолжает утрачивать пашню практически по линейной зависимости. Интенсивность эксплуатации оставшихся пахотных земель продолжает снижаться в обоих районах. Фактически происходит массовый переход от культивирования зерновых к кормовым севооборотам. Наблюдается хорошая корреляция с похожей ситуацией в Тульской области на аналогичных почвах - серых лесных. С 1984 года интенсивность использования почвенного покрова Тульской области снижается согласно зональному ряду почв - чернозем, серая лесная, дерново-подзолистая. Практически очевидно, что интенсивная эксплуатация почв с естественным плодородием ниже чернозема, в период с 1984 по 2018 годы нерентабельна.

Изменение некоторых физических и химических свойств торфяных почв за 50-летний период

Толстыгин К.Д.
Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова
smartman217@gmail.com

Ключевые слова: торф, торфяные почвы, мелиорация, дренажные системы

В современном почвоведении вопросы развития торфяных почв все еще остаются слабоизученными. Работа освещает процессы изменения свойств торфа за 50-летний период после разрушения мелиоративных дренажных систем, проводится анализ изменения свойств, а также создание моделей прогнозирования дальнейшего изменения этих свойств. Кроме того, была осуществлена попытка создания схем мелиорации этих почв при помощи современного программного обеспечения (AutoCAD, MapInfo).

Целью данной работы является анализ изменения свойств торфяных почв за 50-летний период. Для выполнения цели были поставлены следующие задачи: (1) изучить современное состояние торфяных почв в отобранных образцах, определить значения изучаемых свойств, (2) сопоставить современное состояние почв с архивными данными 1966 года, (3) составить картосхемы свойств для определения пространственных границ изменения свойств (4) разработать схемы мелиорации данных земель.

Объектом исследования стал опытный участок Всероссийского НИИ мелиорированных земель (ВНИИМЗ), расположенный в Дмитровском районе Московской области, в пойме реки Яхрома. Отбор образцов был произведен на основании имеющихся архивных данных, которые были составлены сотрудниками Центральной торфо-болотной опытной станции Минкиной Ц.И., Беляковой В.Я. и Старцевой Н.Д в 1966 году. Отбор образцов производился в 8 точках, соответствовавших разным типам торфа. Из каждой точки, при помощи бура было отобрано по 8 образцов через каждые 10 см, начиная с поверхности. В ходе работы были определены следующие свойства: краевой угол смачивания (методом сидячей капли), зольность (методом полного сжигания), pH водной вытяжки, а также ботанический состав торфа (про помощи микроскопии).

В результате работы были определены корреляции между свойствами, составлены картосхемы свойств и определены современные границы участков различных типов торфа, разработана схема мелиорации данного участка, а также даны рекомендации по разработке таких схем.

Использование подходов ЦПК при крупномасштабном почвенном карторафировании на примере участка "Ямская степь"

Шмелёв Л.А.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Ключевые слова: цифровая почвенная картография, математико-картографическое моделирование, мощность гумусового горизонта.

Составление почвенной карты является необходимой частью комплексного изучения территории, что определяет актуальность исследований в области пространственного анализа почвенных данных. Почвенные карты используются при проведении мониторинга состояния почвенного покрова, при инвентаризации и оптимизации ресурсов землепользования и т.п. В настоящее время активно развиваются проекты, направленные на составление и обновление почвенных карт различных по географическому охвату территорий в электронном виде с использованием ГИС- и Web-картографирования, а также в области модернизации методик картографирования на основе принципов цифровой почвенной картографии (ЦПК).

Почвенная карта, созданная по методикам ЦПК, это карта, представляющая собой смоделированное на основе ковариат (карт факторов-почвообразователей) представление неоднородности почвенного покрова в виде сетки регулярных ячеек (растровый формат). В основу моделирования ложатся наиболее актуальные полевые данные (полевые описания почвенных разрезов, растительности, исследования микроклимата и т.п.), оцифрованные карты пространственных переменных, данные дистанционного зондирования и их производные т.д.

В основу математико-картографического моделирования пространственной неоднородности мощности гумусового горизонта для изучаемой территории легли данные почвенных описаний, полученных в ходе экспедиций почвенного факультета Санкт-Петербургского университета (192 описания), а также фактические данные, полученные автором в ходе летней практики 2018 года (23 описания). На основании имеющихся данных была создана база данных в формате цифровой таблицы.

В таблицу включены:

a) пространственные данные (координаты)
b) ландшафтные описания территории, включая описания подстилающих пород
c) название и индекс почв
d) количественные характеристики, полученные из описаний почвенных разрезов:
   - мощность гумусового горизонта
   - мощность A + AB
   - мощность почвенного профиля
   - глубина залегания карбонатов
e) количественные показатели, вычисленные по непрерывным пространственным переменным:

- морфометрические характеристики рельефа (TWI, уклон, экспозиция и т.п.)
- спектральные индексы, вычисленные с использованием данных дистанционного зондирования

Морфометрические характеристики рельефа вычислены по цифровой модели рельефа с пространственным разрешением 10 м, созданной по результатам оцифровки топографической карты масштаба 1:10000. Их значения извлечены для точек полевых описаний и добавлены в базу данных с помощью специальных ГИС-инструментов. Также в базу была добавлена характеристика почвообразующей породы в качестве категориальной переменной. В таблицу были внесены ключевые значения, соответствующие породам, выделенным на полигоне в ходе экспедиций 2006-07 годах [1].

Неоднородность таких свойств, как мощность гумусового горизонта (моделируемое свойство), глубина залегания карбонатов и мощность A + AB были описаны в работе В.М. Фридланда [2].

С целью выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на изменение мощности гумусового горизонта на участке, был проведён корреляционный анализ моделируемого свойства (в точках опробования) со всеми прочими фактическими данными. В ходе анализа выяснилась, что наибольшая корреляционная связь мощности гумусового горизонта для полигона "Ямская степь" наблюдается с величинами топографического индекса влажности и профильной кривизны.

Основываясь на полученных связях, а также на закономерностях, выделенных В.М. Фриландом [2], можно сделать вывод, что наиболее значимым фактором дифференциации мощности гумусового горизонта на полигоне "Ямская степь" является перемещение гумусового вещества из автономных позиций в подчинённые. Другие факторы, значительно влияющие на неоднородность исследуемого свойства (зоотурбированность, литогенная неоднородность) при дальнейшем моделировании не были учтены из-за нехватки карт, описывающих эти свойства.

Для участка заповедника Ямская степь характерны следующие закономерности:

- на плакорных участках, на относительно однородной почвообразующей породе, представленной преимущественно лессовидными суглинками, формируются почвы аккумулятивно-гумусового отдела. Мощность гумусового горизонта меняется в пространстве незначительно, в пределах 75-90 см;
- в днищах балок, в местах с наибольшей площадью водосбора, формируются почвы синлитогенного ствола, где в результате накопления алохтонного гумусового вещества наблюдается наибольшая на полигоне мощность гумусового горизонта, которая местами превышает 200 см.

Для математико-картографического моделирования мощности гумусового горизонта на полигоне "Ямская степь" (Рис. 1) были использованы следующие методы:

1. Без использования предикторов – геостатический метод кригинга (одинарный кригинг из ГИС-пакета ArcGIS, набора инструментов Geostatistical Analist);

2. Регрессионные модели, с использованием значений, полученных с факторных основ (множественная регрессия и географически взвешенная регрессия). Для визуализации регрессионной модели использован инструмент SAGA GIS – Multiple Regression Analysis.

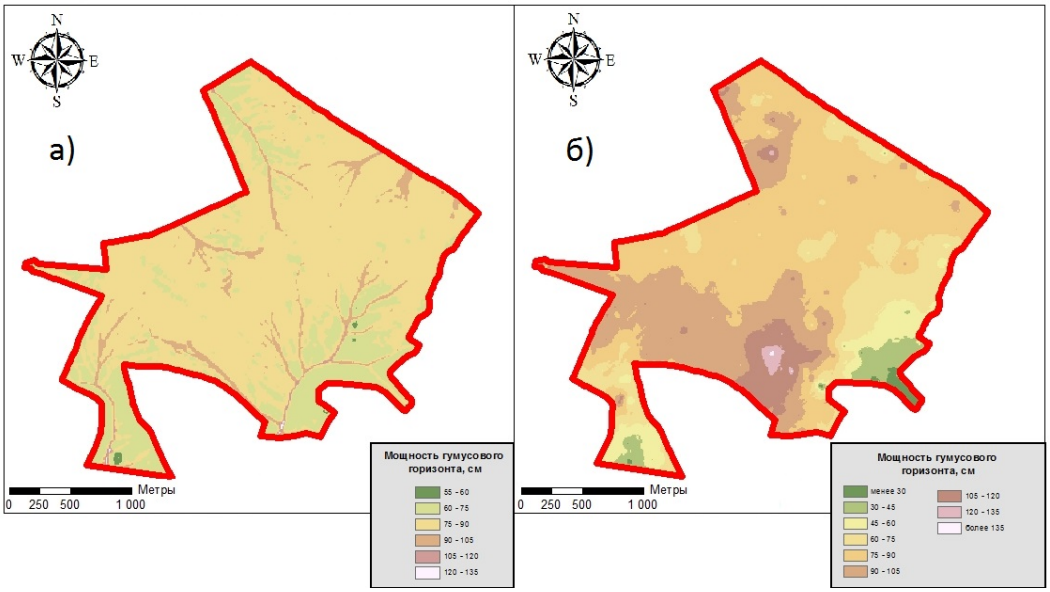

Рисунок 1. Интерполяция значений мощности гумусового горизонта (а) методом регрессии с несколькими предикторами и (б) геостатистическим методом ординарного кригинга.

Для моделей выполнена верификация на основе данных, полученных в ходе полевых исследований, выполненных автором. 23 разреза, описанные летом 2017 года, выступали в качестве контрольной выборки, с которой сверялись данные, полученные с моделированных поверхностей.

Масштаб итоговых карт подобран исходя из методических подходов, предложенных Hengl [3].

Сравнение двух моделей показало, что модель, построенная с учётом предикторов, более правдоподобно описывает характер неоднородности мощности гумусового горизонта.

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

- для уточнения модели пространственной неоднородности исследуемых почвенных свойств наиболее информативными предикторами являются морфометрические характеристики рельефа, характеризующие процессы перераспределения твердофазного материала и жидкого стока, являющиеся основными факторами формирования строения почвенного профиля,
- для участка «Ямская степь» математико-картографическое моделирование с применением подходов ЦПК, позволяет повысить точность прогноза почвенных свойств, таких как мощность гумусового горизонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Русаков А.В. Почвы и почвенный покров Ямской степи. СПб.: Издательство С.-Петерб. ун-та, 2012. 216 с.

Фридланд В.М., Белобров В.П., Дайнеко Е.К. Опыт статистического анализа морфологических свойств чернозёмов целинной степи // Почвоведение, 1969. № 4. С.100-110.

Hengl T. Finding the right pixel size // Computers & Geosciences. 2006. 32 (9). P. 1283–1298

Дополнение цифровой почвенной карты масштаба 1:2500000 данными о породах (для территории Арктики)

Тыниссон А.Э.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
anastasiya.tynisson@mail.ru

Ключевые слова: база данных, гранулометрический состав рыхлых пород.

Введение. Исследование Арктики сейчас является особо актуальным как с научной целью, так и с экономической. Север особенно важен нам прежде всего с точки зрения почвенных ресурсов, которые ложатся в основу расширения продовольственных границ. Чтобы изучить почвы, их генезис, особенности, необходимо учитывать, в том числе, и почвообразующие породы, на которых они сформированы, а также структурировать эту информацию. На Почвенной карте РСФСР масштаба 1:2 500 000 (1988) в бумажной и цифровой версии содержится информация о породах и гранулометрическом составе почв, однако в ней имеются пробелы. Целью данной работы было дополнение базы данных почвообразующих пород Арктики на основе имеющейся информации по рассматриваемому региону. В связи с обширностью темы, были выделены несколько основных задач. Во-первых, сопоставление данных многочисленных источников информации о почвообразующих породах и процессах. Во-вторых, создание карт, отражающих основные особенности распределения пород от Кольского полуострова до Чукотки и карт, которые отражающих количество недостающих данных в начале работы и в конце.

Объекты и методы. В работе были использованы следующие материалы: статьи (порядка 25), атласы (Национальный Атлас почв РФ (2011), Национальный атлас Арктики (2017)) и карты (Почвенная карта РСФСР масштаба 1:2 500 000 (1988), Карта почвообразующих пород европейской части СССР масштаба 1:4 000 000 (Чижиков, 1968)), а также фундаментальные труды, содержащие сведения о северных почвах, особенностях их классификаций и генезиса, в частности, работы В.А. Ковды, В.О. Таргульяна, С.В. Горячкина. Картографической основой работы стала Почвенная карта РСФСР масштаба 1:2 500 000 (1988) в границах Арктики.

Результаты. Для территории Арктики характерен довольно разнообразный почвенный покров, включающий 93 классификационные единицы Почвенной карты РСФСР (из 307 единиц легенды) – почвы, комплексы, непочвенные образования. Она состоит из 6310 полигонов, из которых 2688 полигонов изначально не имели информации о породах – это 16 единиц легенды. Для 14 из них почвообразующие породы не показывают – они составили 41% от общего количества полигонов. Например, к ним относятся торфяные болотные верховые и торфяные деградирующие почвы. Пробелы, которые следовало заполнить, составили почти 2% от общего числа полигонов – это 103 почвенных полигона на карте. Наибольшее количество пробелов было выявлено у маршевых засоленных и солонцеватых почв, а также у подбуров тундровых.

Результатом работы стала дополненная база данных почвообразующих пород Арктики.

Автоморфные почвы на легких отложениях центральной части о. Колгуев.

Шматова А. Г
МГУ, ф-т почвоведения
a.shmatova@yandex.ru

Ключевые слова: подбуры, почвообразующие породы, оподзоливание, контактное осветление, скелетаны.

Единственная работа посвященная почвенному покрову острова Колгуев – небольшая заметка в журнале Почвоведение (Шульга, 1904). В ней говорится о результатах экспедиции 1902 года и приводятся 3 почвенных описания, сделанных в южной части острова. С тех пор почвенных исследований на Колгуеве не проводилось. Наиболее точным картографическим материалом является Государственная почвенная карта (ГПК), составленная И. В. Игнатенко (R-39 о. Колгуев. Государственная Почвенная Карта, 1982), масштаба 1:1 000 000. Она дает общее представление о составе и структурах почвенного покрова.

В июле 2018 года проводились почвенные исследования в центральной части острова Колгуев. Собранный материал дает возможность уточнить имеющиеся представления о почвах центральной части острова и закономерностях их распространения.

В целом, рельеф Колгуева равнинный (наибольшая высота 173 м.), наиболее возвышенная часть сильно расчленена эрозионными процессами. Наиболее распространены морские и ледниково-морские отложения: слоистые, очень разнообразные по гранулометрическому и химическому составу породы. Это приводит к высокой пестроте почвенного покрова. В понижениях рельефа эти различия нивелируются из-за переувлажнения и выражаются, главным образом, в степени развития криогенных процессов (пучение) и оглеения, а все почвы депрессий попадают в отдел глеевых и торфяных. Автоморфные позиции более разнообразны: на тяжелых суглинках формируются преимущественно *глееземы криотурбированные* (соответствуют Тундровым глеевым и глееватым почвам на ГПК); на глинах – *криометаморфические* (нет аналога на ГПК); на песках, супесях и легких суглинках – *подбуры* (Тундровые иллювиально-гумусовые) либо *слаборазвитые почвы* и *абраземы*.

Описанные нами подбуры (4 прикопки) были отнесены к двум подтипам, довольно сильно отличающимся по морфологии. Рассмотрим их подробнее.

Первый подтип – это «классические» *подбуры оподзоленные криотурбированные*, формирующиеся на небольших возвышениях на песчаных, иногда щебнистых отложениях. Этот подтип имеет небольшие элементарные почвенные ареалы. Морфологический «узор» почв этого подтипа может отличаться, (в силу более/менее развитого оподзоливания и криотурбационных процессов, соотношения иллювиально-гумусового и иллювиально-железистого процесса). При этом присутствуют главные диагностические

признаки: маломощный очес мхов, ниже которого – слой белесого отмытого песка (мощностью не более 4 см.) и коричнево-рыжий иллювиально-железистый горизонт.

Второй подтип подбуров осложнен некоторыми накладывающимися процессами. Он формируется на щебнистых, сильно опесчаненных суглинистых отложениях. Этот подтип, в отличие от первого, имеет более крупные элементарные почвенные ареалы, что, вероятно, связано с распространением почвообразующих пород. В профиле почв данного подтипа полностью отсутствуют признаки оподзоленности с поверхности: сразу под маломощным очесом мхов и лишайников идет мощный рыжевато-коричневый альфегумусовый горизонт. На глубине 20-25 см появляются скелетаны по граням структурных отдельностей, ярко выраженные на 30 см и глубже. Начиная с 30-40 см агрегаты имеют более тусклый и темный цвет, что, в сочетании с мощными отбеленными скелетанами по граням, дает пеструю окраску горизонта. На глубине 60-70 см появляются признаки ожелезнения скелетан. Этот подтип был отнесен к *Подбурам контактно-осветленным.* Однако его генезис и классификационное положение будут подтверждены либо уточнены, по мере получения результатов анализа отобранных образцов.

ВОРОНИНСКАЯ СЕССИЯ

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Роль структуры порового пространства в миграции пестицидов

Белик А.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
ВНИИ фитопатологии, Большие Вяземы, Московская область

belikalexandra@gmail.com

Ключевые слова: томография, преимущественные потоки, макропоры, модель MACRO

При изучении миграции пестицидов необходимо понимать устройство путей перемещения растворов в почве. Большая часть водных потоков в дерново-подзолистой почве движется по преимущественным путям миграции – макропорам, где происходит быстрый проскок воды, и, следовательно, процессы сорбции и деградации в гораздо меньшей степени контролируют транспорт химических веществ. Наиболее информативным методом изучения порового пространства почв на сегодняшний момент является томографический анализ. Данный способ позволяет изучать поровое пространство в ненарушенном виде при любой влажности.

Большие монолиты диаметром 10 см и длиной 30 см (2 шт.), отобранные из верхнего горизонта агродерново-подзолистой почвы, а также монолиты длиной 20 см (2 шт.), отобранные ниже по профилю из EL и ELB горизонтов, изучались с помощью геологического томографа с разрешением 200 мкм на пиксель. Томографическая съемка позволила выделить поры диаметром более 1 мм. Согласно Роуэллу (1998) эти поры относятся к разряду макропор и переносят до 90% воды и веществ в почве. По данным 3-D анализа горизонты P и EL-ELB значительно отличаются друг от друга. Общая пористость для верхнего горизонта варьирует между монолитами, составляя 3-7%, размер пор также различен, монолиты из нижнего горизонта практически не отличаются друг от друга (общая пористость около 4%). Установлено, что в верхнем горизонте поровое пространство представляет собой разветвленную систему пор и трещин, тогда как нижний горизонт имеет в основном округлые вертикально-ориентированные поры. Также около трети порового пространства EL горизонта представлено закрытыми порами. На основании данных томографического анализа можно заключить, что почвенные капилляры разнообразную форму, они сложным образом взаимосвязаны, что, безусловно, сказывается на влагоемкости и влагопроводности почвенной системы, и в свою очередь влияет на миграцию веществ, переносимых водными потоками.

Апробации полученных результатов при моделировании миграции пестицидов можно провести с помощью модели MACRO, которая делит поровое пространство почвы на домены макро- и микропор и позволяет учитывать преимущественные потоки. Экспериментальные данные по миграции пестицида циантранилипрола (Кос=241см^3/г, ДТ50$_{пол.}$=49 суток) получены в результате двухгодичного деляночного

эксперимента на агродерново-подзолистой почве. Образцы почвы для определения остаточных количеств пестицида отбирали буровым методом с шагом по вертикали 5 см, составляя из 10 индивидуальных 2 смешанных образца, в которых определяли содержание пестицида с помощью жидкостной хроматографии. На основании полученных данных проводится моделирование эксперимента с учетом местных почвенно-климатических условий. Настройка модели для снижения ошибок прогнозных значений осуществляется путем корректировки блока, учитывающего распределение в почве пор по размерам.

Работа выполнена работа выполнена по теме Госзадания в ФГБНУ ВНИИФ и при поддержке гранта РФФИ 18-34-00801 мол_а.

Влияние микроорганизмов на смачиваемость поверхности каолинита (модельный эксперимент)

Быкова Г.С., Шеин Е.В., Верховцева Н.В., Пашкевич Е.Б.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
bykovags@gmail.com

Ключевые слова: твердая фаза почв, глинистые минералы, краевой угол смачивания, почвенная микробиота.

Способность поверхности почвы смачиваться водой – характеристика, которая может нам дать представление о процессах передвижения влаги в профиле. Минеральная часть почвы гидрофильна, почвенное органическое вещество, покрывая тонкими пленками минерал, способно сделать поверхность гидрофобной. Изучение смачиваемости поверхности твердой фазы видится интересным потому, что именно гидрофобно-гидрофильные взаимодействия почвенного органического вещества играют важную роль в формировании водопрочной почвенной структуры. В процессе своей жизнедеятельности почвенная микробиота взаимодействует с глинистыми минералами, изменяя их поверхность. Извлекая необходимые питательные элементы, микроорганизмы могут разрушать минералы. А метаболиты бактерий, попадая на частицы твердой фазы, способны менять ее смачиваемость, а также склеивать частицы между собой.

Цель этой работы – исследование влияния микроорганизмов на поверхность твердой фазы каолинита, в том числе и на ее способность смачиваться водой. Был поставлен модельный эксперимент в ходе которого чистая культура Bacillus sp. инкубировалась в жидкой среде (состав среды: сахароза – 0,75 г/л; (NH4)2SO4 – 0,15 г/л; Na2HPO4 – 0,30 г/л; MgSO4 – 0,075 г/л; FeCl – следы; минерал (каолинит) – 5 г/л) в течение двух месяцев. Питательная среда подбиралась таким образом, чтобы единственным источником калия в ней был глинистый минерал. Исследование динамики изменения свойств поверхности минерала производилось шесть раз за весь срок инкубации. Для определения степени смачивания минерала водой определялся краевой угол смачивания поверхности методом статической сидячей капли. Динамика изменения микроагрегатного состава исследовалась методом лазерной дифракции, оценка микроморфологии микробиологически модифицированного и исходного глинистого минерала проводилась с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Краевой угол смачивания в образцах разного времени инкубации с чистой культурой Bacillus sp. значимо выше, чем в исходном минерале (19,9°) и в контроле (порядка 23°). Максимальная гидрофобность поверхности минерала наблюдалась на десятые сутки эксперимента, когда угол смачивания составил 69°. Далее гидрофобность снижалась и к сороковому дню эксперимента достигала постоянного уровня порядка 35°. За время инкубации содержание микроагрегатов диаметром более 30 мкм увеличилось на 8%.

Геометрическая организация агрегатов в циклах увлажнения-иссушения

Романенко К.А. [1,2]

[1]ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
[2]МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения

lusteramisho@mail.ru

Ключевые слова: структура почв, поровое пространство, динамика влажности, чернозём мицеллярно-карбонатный, серая почва, гидродепозитарные свойства.

Геометрическая организация почв влияет на их функционирование как депо влаги и минерального питания растений и среды для роста и развития корней. Такие виды воздействий на почву, как увлажнение и иссушение могут значительно отражаться в геометрической организации твердой фазы, что важно для прогнозирования функционального состояния почв и подбора рекультивационных мероприятий в случае нарушения почвенных функций. Цель данной работы – количественное описание изменений геометрической организации агрегатов суглинистых почв в условиях циклического увлажнения и иссушения.

Объектами исследования были агрегаты фракции размером 7-10 мм гумусовых горизонтов чернозёма миграционно-мицеллярного и серой почвы.

Эксперимент по циклическому увлажнению и иссушению выполнен следующим образом: воздушно-сухой почвенный агрегат располагался в пластиковый цилиндр с фильтровальной бумагой на дне. На фильтровальную бумагу медленно с помощь шприца подавалась вода в количества 50% от массы агрегата. Таким образом агрегат капиллярно насыщался водой от фильтровальной бумаги. Далее цилиндр закрывался резиновой крышкой для предотвращения испарения воды в ходе томографической съёмки. Съёмка агрегатов осуществлялась в воздушно-сухом состоянии и увлажнённом, через 15 минут после окончания увлажнения, чтобы успели пройти процессы увеличения объёма, и образец стал неподвижным. Иссушение проводилось в отрытом цилиндре в комнатных условиях в течение суток. В эксперименте было выполнено 5 циклов увлажнения-иссушения. Томографическая съёмка проводилась на рентгеновском микротомографе Bruker SkyScan 1172G при ускоряющем напряжении 70кВ с использованием 0,5мм Al фильтра с разрешением 7мкм.

Метод компьютерной микротомографии позволяет оценить не только изменение объёма набухающих образцов, но и изменение их внутреннего строения. При этом, так как метод является неразрушающим, есть возможность проводить исследования с циклическим воздействием на образцы с отслеживанием изменений на каждой стадии. Для оценки изменения структуры порового пространства агрегатов почв использовались следующие показатели: пористость (томографическая, в пределах разрешения, %), распределение фрагментов твёрдой фазы по размеру (локальная толщина твёрдой фазы, мкм), распределение пустот по размеру (локальная толщина пор, мкм).

Выявлено, что при изменении влажности агрегатов появляются и увеличиваются мезопоры трещиновидной и вытянутой изрезанной форм. Появление большого количества изометричных пор не выявлено.

Пористость агрегатов чернозёма за 5 циклов увлажнения-иссушения увеличивается, в среднем, от 9 до 12% в сухом состоянии, во влажном – от 12 до 18%. Объём агрегата увеличивается на 3-5 %, а объём твёрдой фазы агрегата – на 1-3%. Агрегаты серой почвы при первом увлажнении увеличивают пористость от 6 до 20%, объём агрегата увеличивается на 15-20%, а объём твёрдой фазы на 3-5%.

Изначальное распределение объёмов твёрдой фазы всех исследованных агрегатов по локальной толщине имеет вид нормального распределения, в остальных состояниях имеет вид логнормального. Средняя локальная толщина уменьшается в 2-3 раза для серой почвы и в 1,5-2 раза для чернозёма.

Распределение объёмов порового пространства имеет логнормальный вид во всех состояниях для всех агрегатов. В ходе эксперимента средняя локальная толщина порового пространства в агрегатах меняется слабо и варьирует на 10% от среднего значения (105 мкм). Изменения геометрической организации агрегатов чернозёма под воздействием многократного увлажнения и иссушения выражены слабее, чем для агрегатов серой почвы, что отражает большую водоустойчивость агрегатов чернозёма.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 19-04-01056 с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева

Томография почв: развитие идей А.Д. Воронина

Суздалева А.В. [1], Шеин Е.В. [1,2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
euroset117@gmail.com
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

Ключевые слова: структурная организация, почвенная иерархия, поровое пространство, микроморфология, трехмерная модель почвенных пор.

Как природная система, почва характеризуется сложной иерархической организацией. Следовательно, полное понимание поведения почвы может быть достигнуто только путем детальной характеристики пространственной конфигурации ее компонентов. А.Д. Воронин, отмечал, что исследования по выявлению единичных объектов на всех уровнях организации почвы будут более эффективными и плодотворными, если исходными объектами исследования будут выступать части почвы и почвенного покрова.

А.Д. Воронин рассматривал понятие структуры почвы с позиции единства элементарного и системного аспекта, подчеркивая необходимость знать способ внутренней организации в определенную целостность. Эти размышления легли в основу концепции иерархии уровней структурной организации почв, которая отражает все природные основы взаимодействия, иерархическую соподчиненность всех элементов. На этом этапе, в качестве структуры почвы понимается лишь распределение пор по размерам.

Развитие методов тонкой резки почвы и адаптация петрографических микроскопических методов позволило описать морфологию почвы. С улучшением микроморфологических методов количественной оценки различных характеристик почв потребность в трехмерном подходе стала более очевидной, особенно для оценки распределения пор и агрегатов.Это обьясняется тем, что морфологический анализ образцов почвы и монолитов, а также микроморфологические исследования тонких разрезов имеют несколько ограничений, основной из которых является невозможность исследовать внутреннюю структуру объекта, не разрушая его.

Рентгеновская компьютерная томография – это неразрушающий метод компьютерной визуализации и анализа внутренней структуры образцов. Появление цифрового изображения с высоким разрешением и компьютерного анализа изображений позволило дать более совершенную оценку микроморфологии почвы, обеспечить внутристуктурурное исследование взаимодействий на уровне почвенных педов, представителей почвенных горизонтов

Поровое пространство почвы – есть физический носитель памяти почвы, так именно структура порового пространства отражает процессы жизнедеятельности почвы и почвообразования. Самое широкое современное понимание морфологии и геометрии порового пространства отражено в современной концепции порового пространства, успешно развиваемой Е.Б. Скворцовой, Е.В. Шеиным, К.М. Герке. В рамках этой концепции понятие структуры почвы расширяется и включает в себя очень важный аспектструктура

порового пространства. Опираясь на структурно-функциональную теорию А.Д. Воронина в будущем можно описать распределение порового пространства по функциям. На сегодняшний день уже предложена Е.Б. Скворцовой характеристика пор разного размера с точки зрения размера и функциональных особенностей.

Микротомография стала важным инструментом для изучения сетей почвенных пор, поскольку она обеспечивает трехмерную визуализацию внутренней структуры почвы и распределение пор, а также их структурных параметров. Можно оценить связь пор, которые влияют на гидродинамику и удельную поверхность почвы, изменение структуры пространства пор в ходе различных жизненных процессов почвы. Томографический анализ, являясь источником новой информации о поровом пространстве почв, позволяет объяснить макроявления и процессы, полагаясь на раскрытие микроструктуры.

Томографическое исследование порового пространства осуществляется на новом уровне понимания, учитывая не схематическое представление о порах как о «цилиндрических трубочках», а сложную сочлененную систему пространственных объектов с неповторимой архитектурой. В такой системе на первое место выходят понятия сочленения пор, их взаимосвязанность. Благодаря идеям А.Д. Воронина об иерархии порового пространства, можно предположить, что в ближайшее время будут предложены для порового пространства понятия «удерживающие поры», «проводящие поры», то есть распределение пор по функциям.

Развитие идей А.Д. Воронина о структурной организации почв

Юдина А.В.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
yudina_av@esoil.ru

Ключевые слова: микроагрегаты, элементарные почвенные частицы, первичные элементы почв, методы диспергации

Концепция иерархии уровней структурной организации почв занимает значимое место в работах А.Д. Воронина благодаря своему фундаментальному и практическому приложению. В фундаментальном аспекте концепция является отражением нашего представления о почве, как природном теле. В практическом – необходима для грамотного управления функциями почв, так как описывает взаимосвязи между различными уровнями организации. Анатолий Данилович во многом опередил время, рассматривая органическое вещество как компонент твердой фазы почв, указывая на важность межфазных взаимодействий, рассматривая многообразные структуры почв неразрывно с их функциями.

Доклад будет посвящен развитию идей А.Д. Воронина о структуре почв. Особый акцент будет уделен микроструктурной организации. На основе полученных экспериментальных данных обосновано разделение понятий *первичного элемента почв* и *элементарной почвенной частицы* (ЭПЧ), количественно определена граница между уровнями ЭПЧ и *микроагрегатов* почв. Объекты исследования представлены зональным рядом почв (10 типов, от тундрового подзола до ферраллитной почвы тропиков), различных по минералогическому составу и представленных в них *элементарным почвенным процессам*. Все исследования проведены на лазерном дифрактометре Microtrac Bluewave (США). При различных способах пробоподготовки образцов к анализу получены распределения почвенных частиц по размерам: после стадии удаления органического вещества (ОВ), при возрастающей энергии ультразвуковой диспергации (от 65 до 1101 Дж·мл$^{-1}$, 12 уровней), после интенсивного встряхивания водных суспензий (10 минут, при частоте 2500 мин$^{-1}$ и амплитуде 1 мм). Для исследованных почв описаны локализация и количество первичных элементов, органических, органо-минеральных и минеральных ЭПЧ, микроагрегатов. Приведены схемы микроструктурной организации исследованных почв. Найдена тесная линейная взаимосвязь ($p=0,05$) между содержанием углерода (С, %) и суммой отрицательных разниц между кривыми распределения частиц по размерам после удаления ОВ и без удаления ОВ ($y = -4.35x - 1.25$; $R^2=0.83$).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-34-00825. Работа выполнена с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Метод лазерной дифракции и пипет-метод при описании дисперсности почв: связь между результатами, особенности применения показателей и классификаций

Валдес-Коровкин И.А., Фомин Д.С., Юдина А.В.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
anna.v.yudina@gmail.com

Ключевые слова: гранулометрический состав, микроагрегатный анализ, классификация Качинского, зональный ряд почв

В настоящее время все большей популярностью при определении гранулометрического и микроагрегатного составов почв пользуется *метод лазерной дифракции* (ЛД). Метод ЛД обладает рядом преимуществ перед классическим *методом пипетки* (ПМ) Н.А. Качинского: высокая скорость измерений, небольшой объем проб, возможность непосредственно после измерения получать необходимые данные в цифровом виде с высоким разрешением. Однако имеющиеся показатели дисперсности и микроагрегированности почв, а также классификации почв по гранулометрическому составу были разработаны на основе данных, полученных с помощью ПМ. Целью данной работы было описание взаимосвязей между результатами метода ЛД и ПМ, а также оценка влияния выявленных между ними различий на градации почв по гранулометрическому составу. Объекты исследования представлены 10 типами почв, формирующих зональный ряд, – от подзолов (Приполярный Урал) до ферраллитной почвы (Ю-З Океания). Гранулометрический состав почв определен с помощью метода ЛД (Microtrac Bluewave, США) и ПМ (Eijkelkamp, Нидерланды). Также с помощью метода ЛД был определен микроагрегатный состав почв. Установлено, что для всей выборки почв между содержаниями илистой и песчаной фракций существуют устойчивые линейные взаимосвязи (R^2 равен 0.82 и 0.84, соответственно). Связь между результатами ослабевает в ряду фракций крупная – средняя – мелкая пыль (R^2 равен 0.86, 0.40, 0.34, соответственно). Максимальные различия в результатах характерны для фракций ила и мелкой пыли. Показано, что прямое использование *классификации Качинского* для результатов метода ЛД приводит приблизительно в 44% случаев к искажению класса почв по гранулометрическому составу. Классификационные показатели (*Кд, Аг, Р*) гранулометрического и микроагрегатного составов почв, разработанные на основе ПМ могут рассчитываться на основе результатов, полученных методом ЛД. В работе также рассмотрены особенности взаимосвязей между результатами и методические тонкости применения классификационных показателей к результатам метода ЛД для каждого типа почв.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных исследований в 2019 году). Работа выполнена с привлечением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием “Функции и свойства почв и почвенного покрова” Почвенного института им. В.В. Докучаева и Сколковского института науки и технологий.

Реологический подход в оценке структуры почв

Клюева В.В.[1,2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

vvklyueva@gmail.com

Ключевые слова: реометрия, структура почвы, реометр

При изучении почвенной структуры стоит обращать внимание на то, что в исследованиях насыпных образцов или образцов с нарушенной естественной структурой реально определяются потенциальные способности почвенных частиц образовывать структуру с некоторыми свойствами. Характеристики же ненарушенной структуры отражают свойства естественной структуры и представляют собой особый интерес. Один из методов, позволяющих изучить образцы различной структуры - реометрия, дает большое количество параметров, характеризующих структуру почвы и её изменение под воздействием нагрузки. Целью нашего исследования было изучение образцов с нарушенной (паст) и ненарушенной структурой (монолитов) дерново-подзолистых почв Московской области и черноземов типичных Курской области разных биоценозов: пашни и леса. Были изучены и проанализированы реологические показатели: модули упругости и вязкости, модуль упругости в диапазоне линейной вязкоупругости, точка разрушения структуры. Гранулометрический состав почвенных образцов определялся методом лазерной дифракции на приборе Analysette 22 (Fritsch, Германия) с предварительной ультразвуковой диспергацией почвенной суспензии в течение 5 минут. Определение содержания общего, органического и карбонатного углерода* (*- в черноземных образцах) проводилось с помощью экспресс-анализатора АН-7529 («Измеритель», Беларусь) методом сухого сжигания в потоке кислорода. Анализ влажности при изучении реологических показателей почвы проводился с помощью анализатора влажности MX-50 (Япония). Реологические параметры образцов определяли методом амплитудной развертки (осцилляционным амплитудным тестом) с измерительной системой параллельных плато диаметром 25 мм (PP-25) на модульном компактном реометре MCR-302 (Anton Paar, Австрия) в состоянии капиллярного насыщения. Проведенные исследования показали, что монолитные образцы дерново-подзолистых почв и черноземов типичных обладают большей устойчивостью и жесткостью естественных структурных связей в области небольших деформаций (в диапазоне линейного вязкоупругого поведения) по сравнению с пастами. Образцы с нарушенной структурой проявляют большую пластичность при увеличении деформации (увеличение значения деформации в точке пересечения модулей упругости и вязкости) при условиях опыта. Для паст наблюдаются аналогичные монолитам тенденции по изменению реологических свойств, однако различия в реологическом поведении между горизонтами: диапазоне линейной вязкоупругости, модуле упругости в данном диапазоне, точке разрушения структуры - ярче выражены в монолитных образцах для обоих типов почв, они являются отражением их естественной структуры. Наибольшая дифференциация реологических показателей по глубине характерна для дерново-

подзолистой почвы леса. Органическое вещество и гранулометрический состав во многом определяют реологическое поведение дерново-подзолистых почв и черноземов типичных: увеличивают диапазон линейного вязкоупругого поведения или устойчивость почвенной структуры к нагрузкам, уменьшают межчастичное взаимодействие за счёт содержания большего количества влаги и увеличивают диапазон пластичного поведения; карбонаты в нижних горизонтах черноземов типичных служат цементирующим агентом для образования прочных связей, что подтверждается значимыми коэффициентами корреляции.

Благодарность: работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-04-01111.

Реологическое поведение почв зонального ряда

Которова М.С.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
mkotorova.igce@gmail.com

Ключевые слова: твердая фаза почв, реология почв, высококонцентрированная почвенная суспензия, напряжение сдвига.

Почвы, представляющие сложно организованные дисперсные системы, в процессе функционирования испытывают те или иные напряжения, под действием которых они уплотняются, сдвигаются, разрушаются, меняют объем. Изучением деформаций, прочностных свойств, качества структурных связей, преобладающих в почве, занимается почвенная реология. Известно, что реологические свойства почв (тиксотропия, реопексия, плывунность и дилатансия и т.д.) зависят как от степени и времени воздействия нагрузки, так и от их характеристик, которые, в свою очередь, связаны с зональными особенностями и спецификой землепользования. Рост интереса к исследованию реологических свойств почв обусловлено возможностью оценить прочность структурных связей и прогнозировать их поведение при различных воздействиях. Цель данного исследования: выявить особенности реологического поведения почв в зональном ряду под разными типами землепользования.

Объектами исследования являются дерново-подзолистая почва (пашня и залежь) Пушкинского района Московской области, чернозем типичный (пашня) Курской области, темно-каштановая почва (пашня) Волгоградской области, чернозем слитой (пашня и залежь) Майкопского района, желтозем (дендрарий) города Сочи.

Определение содержания общего углерода проводили методом сухого сжигания на экспресс-анализаторе «АН-7529»; гранулометрический состав методом лазерной дифракции на приборе «Analysette 22»; удельную поверхность методом низкотемпературной сорбции паров азота; pH определялась в водных и солевых суспензиях. Реологические свойства высококонцентрированных почвенных суспензий изучались с использованием ротационного вискозиметра «РЕОТЕСТ-2». По построенным реологическим кривым был определен ряд реологических параметров для сравнительной оценки способности структуры к восстановлению, прочности коагуляционных связей между частицами, проявления дилатантных свойств.

Было обнаружено, что реологические свойства у разных почв проявляются по-разному. Наиболее прочной структурой обладают почвы с повышенным содержанием тонкодисперсной фракции, на реологических кривых которых ясно выражен предел текучести. В черноземе типичном и слитом выделяются несколько пределов прочности, соответствующих быстрому разрушению структуры и падению эффективной вязкости).

Применение непрерывного потенциометрического титрования и метода главных компонент для количественной оценки поверхностных кислотных групп подзола и подзолистых почв

Матвеева Н.В., Шишкин М.А.

[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения

nataliy_Matveeva@list.ru, *wild9chemist@gmail.com*

Потенциометрическое титрование является важным методом изучения кислотно-основных свойств почв. Однако обработка кривых титрования представляет собой сложную задачу, так как почвы являются сложными многокомпонентными системами, а присутствующие в них химические соединения часто являются полифункциональными. С другой стороны, константы ионизации этих соединений близки друг к другу, что ещё более усложняет задачу математической обработки кривых титрования. Следовательно, этот подход часто может позволить рассчитать лишь обобщённые почвенные показатели: гидролитическую кислотность, буферную ёмкость и т.д. Тем не менее, эти данные важны как для классификации почв, так и для оценки их состояния.

В настоящей работе мы предлагаем подход, основанный на быстром потенциометрическом титровании с максимальным разрешением кривых, усиленный специальной программой для обработки кривых титрования. Сущность предлагаемого нами подхода заключается в том, что в результате мы получаем так называемый *pK*-спектр, то есть, информацию о том, какое количество групп с данными *pK* содержится в данном образце. Несомненно, такой подход предоставляет гораздо больше полезной информации о кислотных свойствах почв, чем традиционный. В нашей работе мы демонстрируем его применение на примере горизонтов подзола и подзолистой почв республики Коми: нами показано, что *pK*-спектр может быть соотнесён с химическим составом почв. Каждый горизонт охарактеризован нами элементным составом (содержание углерода и азота, их отношение, содержание щелочных и щелочноземельных металлов, фосфора, алюминия, железа и некоторых переходных элементов), pH водной и солевой вытяжек, *pK*-спектром и другими параметрами.

Так как объём исходных данных является значительным (порядка 10 горизонтов, каждый из которых охарактеризован более, чем 30-ю параметрами), представляется необходимым применить хемометрические методы понижения размерности, а именно метод главных компонент. При этом каждый горизонт оказывается охарактеризован ровно двумя числами без потери информации. Анализ данных, представленных в таком виде, позволяет доказать, что выбранный набор характеристик вполне достаточен для описания почвенных горизонтов, что подтверждает правильность построенной нами математической модели.

Также метод главных компонент позволяет установить взаимосвязи между переменными в исходных данных. Так, мы выявили корреляции между различными частями *pK*-спектров и химическим составом почв. Нам

удалось найти известные по литературным данным закономерности: кислотность подзола и подзолистой почвы определяется в основном гидроксокомплексами алюминия, железа и хрома. Существенный вклад вносит фосфор, находящийся преимущественно в составе неорганических соединений. Органические соединения практически не вносят вклад в кислотность подзола и подзолистой почвы.

Таким образом, наш подход позволил расширить информацию, которую можно получить о почве, используя потенциометрическое титрование. Почвенные горизонты могут быть охарактеризованы не только *pK*-спектром, уже представляющим значительное количество информации, но и на его основании можно получить и данные о химическом составе почв, который обусловливает кислотно-основные взаимодействия.

Гистерезис основной гидрофизической характеристики: развитие идей А.Д.Воронина в связи с томографическими исследованиями порового пространства почв

Мигдисова И.А.[1], Абросимов К.Н.[2], Шеин Е.В.[1], Скворцова Е.Б.[2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
ira-mig@yandex.ru
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
kv2@bk.ru

Ключевые слова: Гистерезис, ОГХ, пористость, томография, увлажнение.

Введение. Гистерезис почвенной влаги при производственных поливах по тензиометрам позволяет экономить до 15% поливной воды. Это происходит вследствие того, что одному значению капиллярно-сорбционного давления может соответствовать два значения влажности (для циклов иссушения и увлажнения). Объясняется это, в первую очередь, неравномерностью строения почвенных капилляров, а также влиянием процессов усадки и набухания в указанных циклах. Томографические исследования позволяют количественно учесть изменение порового пространства почв и изменения его структуры при воздействии процессов иссушения/увлажнения, таким образом появляется возможность объяснить существующий гистерезис ОГХ..

Томографические показатели (открытая, закрытая пористость, число контактов пор и др.) в циклах увлажнения и иссушения связаны с гистерезисной петлей ОГХ, а также с классическими физическими свойствами (общая пористость, водоустойчивость и др.). Основная цель исследования: определить указанные взаимосвязи томографических показателей с традиционными физическими свойствами. Для этого были поставлены следующие задачи: (1) произвести серию томографических съемок ненарушенных образцов при различных влажностях, соответствующих значениям определенного капиллярно-сорбционного давления с учетом гистерезиса ОГХ; (2) сравнить полученные значения пористости почв, визуально оценить различие морфологического строения порового пространства и (3) попытаться провести корреляцию между параметрами, полученными при томографическом исследовании и заданными значениями капиллярно-сорбционного давления в почве.

Объекты и методы. Основным объектом исследования послужили образцы дерново-подзолистой почвы, отобранные в июне 2018 года на опытном поле в селе Ельдигино. Для проведения опыта были подготовлены 8 микромонолитов почвы ненарушенной структуры из разных горизонтов почвенного профиля (глубины 5-10, 15-20, 25-30 и 40-45 см), упакованных в шприцы (d=2 см). Для проведения съемки внутренней структуры микромонолитов почвы использовался рентгеновский микротомограф SkyScan 1172G. Микротомографическое исследование включало три последовательных этапа: (1) пробоподготовка, (2) съёмка с разрешением 10 мкм и реконструкция, (3) обработка результатов (с использованием

специализированных программ CT-Vox и CT-Analyze). Пористость агрегатов рассчитывалась в программе CT-Analyze по данным объёмного анализа около 3000 плоских срезов каждого из монолитов.

Результаты и обсуждение. Так как гистерезис основной гидрофизической характеристики напрямую зависит от общеизвестных свойств почвы – её структуры, гранулометрического и химического состава, логично предположить, что связь будет прослеживаться и с менее понятными и изученными параметрами, которые можно получить при томографическом анализе. В ходе исследования было установлено, что такие показатели, как количество закрытых и открытых пор, а также их объемная доля и связность, образуют гистерезис – то есть при одном значении капиллярно-сорбционного давления значения полученных параметров могут сильно варьировать.

Заключение. С развитием современных методов определения почвенных свойств в почвоведении открылось множество новых возможностей – при томографическом исследовании структуры порового пространства почв стали доступны ранее не изученные характеристики, такие как открытая, закрытая пористость и связанность пор. Дальнейшее изучение этих параметров позволит использовать почвы нашей планеты более рационально.

Применение модели STANMOD для расчета параметра гидродинамической дисперсии (шага смешения)

Усенко Д.Ю[1]., Белик А.А.[1,2]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
d.usenko@hotmail.com
[2]ВНИИ Фитопатологии, Б.Вяземы, МО
belikalexandra@gmail.com

Ключевые слова: математическая модель, STANMOD, шаг смешения, перенос вещества, несорбируемые ионы

Введение. Параметр гидродинамической дисперсности – важнейшая функция такого порового пространства как почва, которая имеет влияние на почти любое практическое применение почвенной гидрофизики – например, промывку почв, полив, перемещение удобрений внутри почвенного профиля, а также на распространение загрязнителей различного рода в пределах почв. Модель STANMOD, использующая в своей основе алгоритм CFITIM, чрезвычайно популярна среди почвоведов, гидрофизиков, геологов во всем мире. Она позволяет рассчитывать параметры диффузионного переноса веществ в поровом пространстве – в частности, в почвах и грунтах. Однако в России данная модель не применяется, несмотря на ее преимущества перед прочими, более старыми методами расчета.

Цель. В данной работе рассматриваются и сравниваются результаты расчета шага смешения различными методами – применяются модели STANMOD и CFITIM, а также графические (лабораторные) методы, основанные на приближенных решениях уравнения конвективно-диффузионного переноса.

Объекты и методы. Объектами выступают почвенные монолиты и насыпные колонки, эксперименты над которыми проводились в лабораториях факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Эти образцы представляют собой среднесуглинистые дерново-подзолистые почвы, отобранные в районе села Ельдигино Пушкинского района Московской области в форме монолитов и насыпных колонок. Монолиты размером 10 см отобраны из двух разрезов с глубин 0–60 см; большие монолиты отобраны там же (два из них – поверхностный горизонт 0 – 25 см, один – слой 30 – 50 см). Обрацзы почвы для насыпных колонок отобраны из пахотного горизонта 0 – 20 см. Один монолит размером 15 см отобран из верхнего горизонта песчаной почвы на территории Звенигородской биологической станции.

Результаты и обсуждения. После расчета шага смешения различными способами на примере N образцов были выявлены различия между результатами. Значительно различаются данные, полученные разными методами – так, например, графические методы анализа выходных кривых дают результаты, в среднем заниженные на 20–40% по сравнению с результатами, полученными с помощью математической модели. Кроме того, на значения шага смешения имееет непосредственное влияние форма образца. В монолитах и насыпных колонках параметр гидродинамической дисперсии проявляется по-разному. В связи с меньшим уплотнением

почвы в насыпных колонках по сравнению с монолитами в них наблюдаются значительно меньшие значения шага смешения. При определении параметра гидродинамической дисперсии в монолитах важен их размер – в целом при увеличении размера монолита увеличивается и шаг смешения. Помимо этого очевидное значение имеет генетическая принадлежность горизонта, из которого отбирается монолит – разные горизонты разных почв имеют различную структуру порового пространства, что влияет и на параметры конвективно-диффузного переноса (так, образец песчаной почвы имеет значительно меньший шаг смешения в сравнении с суглинистыми почвами).

Выводы. Итогом данного исследования является сравнительный анализ различных методов расчета шага смешения: модель STANMOD, графические методы, а также анализ шага смешения в различных образцах – насыпных колонках, монолитов размером 10 см и более крупных монолитов размером 18 – 28 см, отобранных из различных слоев различных почв.

Работа выполнена работа выполнена по теме Госзадания в ФГБНУ ВНИИФ и при поддержке гранта РФФИ 18-34-00801 мол_а.

Оценка гидрофизических и температурных свойств почв Больших лизиметров почвенного стационара МГУ

Шишкин К.В.[1], Белик А.А.[1,2], Жданова Е.Ю.[3]

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
konstantin.shishkin.99@mail.ru
[2]ВНИИ Фитопатологии, Б.Вяземы, МО
belikalexandra@gmail.com
[3]МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
ekaterinazhdanova214@gmail.com

Ключевые слова: моделирование, прогноз, сток, температура, сопоставление.

Ключ к пониманию многих процессов в почве – моделирование. Каждый процесс, можно обосновать физически и описать его с помощью математического уравнения. Составленная с помощью множества уравнений математическая модель с определенной точностью отражает реальное состояние почвы, поэтому с ее помощью можно рассчитать различные процессы в почве, необходимые для дальнейших исследований или проведения инженерно-технических или экологооценочныхработ.

Цель данной работы: сопоставить результаты значений стока и температуры для почвы, рассчитанных с помощью модели, с измеренными эмпирически значениями.

В качестве объекта исследования были выбраны Большие лизиметры почвенного стационара МГУ.

В работе с помощью физически обоснованной модели PEARL 4 был рассчитан тепловой режим пахотного горизонта почвы и сток лизиметра. Прогноз был оценен с помощью статистических критериев адекватности моделей.

Модель PEARL 4 имеет блочное устройство, разделяющее пространство модели на 4 основных сегмента со своим экспериментальным обеспечением. Каждый блок работает последовательно, поэтому первым был исследован почвенный блок модели, не принимая в расчет блоки вещества и растительности.

Поскольку Большие лизиметры почвенного стационара функционируют длительное время, многие характеристики почв, использовавшиеся при расчетах, такие как: содержание глины (clay, %), песка (sand, %), пыли (ила, silt, %), органического вещества (%), плотность (pb кг/м3), pH водн., коэффициент фильтрации (Кф ; м/сут), были ранее определены для каждого горизонта почвы. Экспериментальное почвенное обеспечение предусматривает задание основной гидрофизической характеристики (ОГХ). Для введения ОГХ в модель использовалась ее аппроксимация уравнением Ван-Генухтена, и в модель вводились параметры аппроксимации ОГХ: влажность насыщенная (θs), влажность остаточная (θr), обратное давление барботирования(α), параметр наклона (n).

Модель предусматривает разделение почвенного профиля на горизонты или слои. Для задания в модели профиля почвы лизиметров, были заданы шесть горизонтов суммарной мощность в 100 см. Для работы любой математической модели кроме профиля почвы требуется задания условий на верхней и нижней границах. В сценарии был задан свободный дренаж. В качестве условий на верхней границе использованы ежедневные метеоданные, полученные от метеостанции МГУ, расположенной в 100 м от почвенного стационара МГУ за период с 01.01.2013 по 05.05.2017.

Ранее для лизиметрических почв были получены экспериментальные данные по температуре для слоев 5 см, 15 см, 30 см и экспериментальные данные для лизиметрического стока. Сравнение результатов расчета и наблюдения проводили за период с 16.09.2016 по 05.05.2017 для стока и с 12.06.2105 по 14.12.2015 для температуры. Для оценки работы модели был вычислен коэффициент вариации или же ошибка имитации модели.

Полученные с помощью модели значения с допустимым отклонением схожи со значениями, полученными эмпирически. Коэффициент вариации модели для стока составил 1,202, а для температуры 0,5 в среднем для всех трех рассмотренных слоев. Те не менее, модель менее точно рассчитывает движение воды в зимний период, ошибка прогноза для этого периода значительно выше.

Работа выполнена работа выполнена по теме Госзадания в ФГБНУ ВНИИФ и при поддержке гранта РФФИ 18-34-00801 мол_а.

СЕКЦИЯ «НОСИТЕЛИ ПОЧВЕННОЙ ПАМЯТИ: РАЗНООБРАЗИЕ, ДИАГНОСТИКА, ИНТЕРПРЕТАЦИЯ»

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Габитусное состояние поверхностных отложений острова Белый (Карское море), как ресурс палеогеографической информации о его развитии в последнем цикле криохрон-термохрон

Ахмаева Э.Э.
ТюмГУ, Институт наук о Земле
evelina02_98@mail.ru

Ключевые слова: Остров Белый, четвертичные отложения, морфоскопический анализ, эоловые процессы.

Введение. Исследование связано с изучением палеогеографических процессов на арктическом острове Белый, с помощью морфоскопического анализа кварцевых зерен из поверхностных отложений. Актуальность исследования определяется активным развитием палеогеографических исследований в Арктике, особенно на удаленных островных территориях. Целью работы стало изучение морфоскопического состояния песчаных зерен с целью реконструкции палеоэкологических условий формирования поверхностных отложений острова Белый.

С этой целью были поставлены следующие задачи.

1) Отобраны для анализа кварцевые зерна (в каждой выборке 70 зерен размером 0.25-0.50 мм в диаметре). Зерна отбирались из грунтовых и почвенных образцов с разных частей острова, с учётом особенностей рельефа.

2) Проанализированы мезоскопические признаки зерен – окатанность и глянцевость/матовость.

3) Проанализированы и систематизированы микротекстурные особенности индивидуальных зерен – сколы, царапины, углубления, желобки и тд. Зафиксированные особенности систематизированы и обработаны статистически, что позволило предположить возможный генезис отложений.

Новизна исследования определена комбинацией более традиционного метода анализа окатанности и матовости зерен, с более современным численным анализом микротекстур. Также, новизна исследования заключается в восстановлении ранее неизученных палеогеомофологических процессов на о. Белый.

Описание объектов и методов. Территория острова Белый (Карское море) относится к Ямальской физико-географической провинции. Плоский рельеф, климат, а также обилие водоёмов привели к заболоченности

большей части острова. Необходимо отметить общую видовую бедность флоры и фауны острова Белый, которая, видимо, связана с особенностями эволюции острова в голоцене.

Образцы для анализа были отобраны из двух почвенных разрезов, сделанных на водораздельной территории и водораздельном склоне в юго-западной части острова. Кроме этого, один контрольный образец был отобран с территории лайды.

Для уточнения условий формирования отложений острова Белый проведено исследование морфоскопии песчаных кварцевых зерен. В камеральных условиях ситовым методом извлекалась фракция 0.25-0.50, после чего материал отмывался в дистиллированной воде.

Морфоскопический анализ кварцевых зерен в исследуемых отложениях состоял из двух компонентов.

I. Во-первых, выборка из 50-ти зерен из каждого образца анализировалась по методике разработанной Величко (Velichko, Timireva, 1995). Зерна оценивались по степени матовости и окатанности с помощью бинокулярного микроскопа.

II. Вторая фаза подразумевала анализ микроструктур на поверхности кварцевых зерен с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6510LV. В данной фазе анализа использовались фотографии 20-ти зерен из каждого образца. Каждое зерно анализировалось на присутствие/отсутствие следующих микротекстур: 1) микроямчатость, 2) крупные раковистые сколы (>100 мкм), 3) раковистые сколы среднего размера (10 < мкм и < 100 мкм), 4) небольшие сколы (<10 мкм), 5) параллельная штриховка, 6) царапины, 7) углубления V-образной формы, 8) серпообразные желобки, 9) ориентированные ямки травления, 10) раствор, 11) осаждение, 12) интенсивная химическая эрозия.

После документирования микротекстур, для каждого образца высчитывался некий условный индекс, показывающий степень влияния того или иного условия осадконакопления и транспортировки отложений.

Результаты и обсуждения. Полученные данные позволили определить основные условия обработки песчаных зерен, преобладавшие во время осадконакопления. Относительно всех образцов с острова Белый, оба вида морфоскопического анализа, а также анализ индивидуальных микроструктур, сходятся на выводе от том, что кварцевые зерна подверглись лишь ограниченному влиянию эоловых процессов. Общий уровень окатанности зерен, их низкая заматованность, а также анализ микротекстур указывает на то, что зерна обрабатывались в динамичных водных потоках. Следующими за водной обработкой по степени воздействия выступают криогенные процессы. Наиболее слабо выражены гляциальные.

Почвенный покров ботанических садов в разных условиях землепользования и природных зонах

Гаврилова В.И.
МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
ya.valentina-gav@yandex.ru.ru

Ключевые слова: коричневые почвы, агродерново-подзолистые почвы, подзолы, подбуры, антропогенно-преобразованные почвы, агроземы, урбостратоземы

Ботанический сад включает в себя множество «функциональных зон»: парковая часть – природные ландшафты или экспозиции древесных и кустарниковых растений, цветники, научно-экспериментальная зона – коллекции открытого и закрытого грунта (питомники, теплицы, парники), административно-хозяйственная часть – здания, склады, автомобильные стоянки и площадки, дорожно-тропиночная сеть. В результате формируется очень пестрый почвенный покров, в котором реакция зональных почв на те или иные условия землепользования в различных природных ландшафтах неодинакова. Поэтому изучение трансформации почвенного покрова в ботанических садах разных регионов остается актуальным направлением исследований.

Объектами наших исследований стали три ботанических сада:

- Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А.Аврорина (ПАБСИ), Мурманская обл., г. Кировск;
- Дендрологический сад им. С.Т.Харитонова (Дендросад), Ярославская область, г. Переславль-Залесский;
- Никитский ботанический сад (НБС), п-ов Крым, г. Ялта.

Изучены морфологические свойства, биологическая активность почв, проведены химико-аналитические исследования (определены значения pH, содержание Сорг, CaCO3, валовый состав), изучены фондовые материалы о почвах и истории землепользования в ботанических садах. За основу классификации почв принята «Классификация и диагностика почв России» [1] с дополнениями, предложенными для антропогенно-измененных почв [2].

Почвенный покров парковой зоны в ПАБСИ представлен природными почвами – подзолами и подбурами. Территория Дендросада вышла из сельско-хозяйственного использования, поэтому здесь распространены агродерново-подзолистые почвы и агроземы тектурно-дифференцированные, в них зафиксировано увеличение содержания гумуса на 1-2 % за 70-ти летний период существования сада. Внедрение в парковые фитоценозы НБС большого количества интродуцированных хвойных пород и вечнозеленых почвопокровных культур привело к появлению в коричневых почвах несвойственных им признаков – сухоторфянистости и грубогумусированности. Признаки антропогенной трансформации почв в НБС недолговечны: под старыми

древесными насаждениями (100-200 лет) они «стираются» благодаря высокой биологической активности и формируются природоподобные почвы с артефактами по всему профилю.

Почвенный покров научно-экспериментальных зон и цветников, в которых растения выращиваются в открытом грунте, представлены агроземами урбистратифицированными, в агрогоризонте которых, мощностью более 25 см, присутствуют артефакты (остатки строительных материалов, обломки керамики и др.). В агроземах урбистратифицированных ПАБСИ обнаружены процессы криотурбации, поскольку коллекции открытого грунта не защищены от промерзания слоем живой растительности и лесной подстилкой, как в естественных условиях.

Почвенный покров административно-хозяйственной зоны, а в НБС и террасированные склоны, отличаются распространением урбостратоземов – почв, в которых горизонты сформированы в толщи привнесенного материала мощностью более 40 см.

Искусственно-сконструированные почвы формируются также под маслиновыми рощами в НБС на террасах с посадками маслины европейской. Палисадники и газоны, приуроченные к заасфальтированным пространствам вблизи зданий, заняты реплантаземами. Почвы дорожно-тропиночной сети представлены экраноземами.

Таким образом, ботанические сады характеризуются почвенным покровом, представленным естественными слабо преобразованными почвами, городскими искусственно сконтруированными и сельскохозяйственными. Несмотря на однотипный характер землепользования, направленность изменений почв в условиях ботанического сада неодинакова в разных природных зонах.

Список литературы

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

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

Морфологические особенности подзолистых почв на суглинистых отложениях севера Западной Сибири

Куликова Т.С.[1,2], Бобков Р.А.[1,2], Седов С.Н.[1,3], Шейнкман В.С.[1,2], Русаков А.В.[4], Юртаев А.А.[5], Иванов В.И[1]

[1] Тюменский индустриальный университет, Тюмень
kulikova.tsu@gmail.com, ivanovvi.tyum@gmail.com
[2] Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень
bobkovrom@mail.ru, vlad.sheinkman@mail.ru
[3] Национальный Автономный Университет Мексики (УНАМ), Мехико
serg_sedov@yahoo.com
[4]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
a.rusakov@spbu.ru
[5] Тюменский государственный университет, Тюмень
yurtaevgeo@yandex.ru

Ключевые слова: Надымский район, лесотундровая зона, генезис почв, мезоморфологический анализ, подзолистый процесс.

Способность почвенных тел сохранять информацию об окружающей среде (Targulian V.O., Goryachkin S.V., 2004) позволяет оценить влияние климатических факторов на почвообразовательные процессы в циклах четвертичных крио- и термохронов. Почвы севера Западной Сибири являются индикаторами динамики параметров окружающей среды в контексте глобальных климатических ритмов, их изучение представляет больший интерес для эволюционного анализа и прогноза изменений ландшафтов и климата в будущем (Величко А.А., Морозова, 1985)

В данной работе рассматриваются некоторые особенности формирования суглинистых почв лесотундровой (притундровые леса) зоны севера Западной Сибири. Объектом исследования являлись почвы, сформированные на возвышенной поверхности в суглинистых отложениях покровного характера, аллювиально-озерного либо эолового происхождения.

Почвенные разрезы были заложены в бортах карьера, вблизи от строящейся трассы Надым-Салехард, в 11 км. от г. Надым. Основными методами изучения были генетический анализ почвенного профиля, макро- и мезоморфологические исследования, определение физико-химических характеристик отложений. Профиль почвы подразделяется на следующие горизонты: лесная подстилка, иллювиальный E (10-20 см.), сложен белым пылеватым песком; элювиально-железистый горизонт Bf (20-38 см.), сложен желтовато-бурым пылеватым суглинком с пороховатой структурой; горизонт EB (38-49 см.) представлен пылеватым суглинком, встречаются светлые и бурые пятна и белесая присыпка мелкого белого песка, структура мелкоплитчатая; горизонт BE (49-63 см.) слагает пылеватый суглинок, более темный, структура представлена очень тонкими призмами; горизонт Bt (63-81 см.) - бурый суглинок, присутствуют гумусированные включения; горизонт BC (81-95 см.) представляет собой переслаивание бурых и серых суглинков, некоторые слои окрашены темным гумусом; горизонт Cg (95-106 см.) - светло-серый суглинок оглеенный, с ржавыми пятнами. Ниже залегают

легкие суглинки и супеси, иногда с включением мелкого гравия. По профилю с глубины 30 см. и по 100 см. встречаются глинистые кутаны, которые покрыты тонкими силтанами.

Важнейшей морфологической особенность маломощного элювиального горизонта, залегающем на глубине 0,1 - 0,2 м. от поверхности, а также подстилающего ожелезненного горизонта Bf, является специфическая рассыпчатая ооидная структура, которая представляет собой скопления округлых микроагрегатов из тонкой пыли и песка, размером до 2 мм. Отсутствие в этих горизонтах следов цементирующего вещества, позволяет связать процесс образования подобных агрегатов с криогенным оструктуриванием. Распределение ооидов неравномерное, они тяготеют к более ожелезненным зонам. Ниже по профилю структура меняется на плитчатую и призматическую, типичную для иллювиально-глинистых горизонтов. Также по всем горизонтам наблюдается неоднородность - верхняя часть отобранного монолита – более глинистая, боле, чем нижняя. Проведенный макро- и мезо- морфологический анализ позволил выявить процессы некоторого оглеения. Индикаторами этого процесса является наличие новообразований соединений Fe и Mn в виде примазок и стяжений. Также диагностируется текстурная дифференциация, которая прослеживается по образованию силтан и глинистых кутан, а также по аналитическим данным, которые демонстрируют миграцию илистой фракции вниз по профилю.

По наличию элювиально-иллювиальных горизонтов большой мощности, с набором характерных свойств, которые образовались в результате ведущего подзолистого процесса, можно сделать вывод, что изученные отложения формировались в более благоприятных, чем современные, условиях. Т.о. элювиально-иллювиальные процессы имели максимум в начале голоцена, в условиях более теплого климата, когда на территории современной тундры, лесотундры и тайги почти повсеместно существовали таежные и лесные ландшафты. Криогенной сепарация материала фиксируют последующее прогрессирующее похолодание и более благоприятные для криогенеза условия.

Почвенные свойства как индикаторы разновременной эволюции ландшафтов Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена.

Курбанова Ф.Г.[1], Макеев А.О[1], Пузанова Т.А.,[1] Хохлова О.С.[2], Куст П.Г.[3] Чернов Т.И.[3], Папкина А.Э.[1]*

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
[3]Почвенный институт им. В.В. Докучаева

**fkurbanova403@gmail.com*

Геоархеологические объекты широко распространены на территории Восточно-Европейской равнины, а погребённые под курганами и оборонительными насыпями почвы являются важными архивами прошлых эпох. Свойства хронологических последовательностей почв часто используются для воссоздания климата и растительности ранее существовавших ландшафтов. Существует множество исследований палеоклиматических вариаций голоцена, однако до сих пор нет четкой картины климатических трендов в позднем голоцене.

Целью исследования является использование почв, погребенных в разных хроносрезах в лесной, лесостепной и степной зонах в качестве индикаторов для реконструкции палеоландшафтов. Особенностью изучения палеопочв в разных биоклиматических зонах является разное характерное время для формирования почвенных профилей и свойств. Так, например, почвы лесной зоны с консервативными почвенными признаками позволяют делать выводы о продолжительных трендах эволюции природной среды, в то время как в почвы сухостепной зоны отличаются быстрой рефлекторностью и способностью отражать кратковременные климатические флуктуации.

Для детального изучения свойств палеопочв использовался широкий спектр анализов, включая физико-химические, биоморфные, морфологические анализы и радиоуглеродное датирование. В лесной зоне были изучены почвы, захороненные под курганом бронзового века (~ 4200 лет до н.э.) и оборонительный вал раннего железного века (~ 2000 лет до н.э.). В лесостепной зоне были проведены исследования хронологические последовательности почв, погребенных под пятью фортификационными валами и различного по возрасту от 2500 до 1500 лет до н.э. Курганы бронзового (~ 4600 лет до н.э.) и раннего железного века (~2022 до н.э.) были также исследованы в сухостепной зоне.

Погребенные в раннем железном веке и фоновые почвы лесной зоны показали схожую морфологию и ключевые аналитические свойства, свидетельствующие о близком сходстве современных ландшафтов и условий предшествующих эпох. Сравнительный анализ погребённых и фоновых почв показали, что кутанный комплекс является устойчивым почвенным признаком и хорошо сохраняется при смене природной обстановки. В лесостепной зоне во второй половине голоцена границы лесных и степных зон смещались в результате изменений температуры и осадков: в случае потепления границы степных ландшафтов смещались на север, а при более влажных условиях лесные участки проникали в степь. В результате проведенной

палеореконструкции можно заключить что, в лесостепной зоне 2500 лет назад условия формирования почв также были схожи с современными, в то время, как в почвах погребённых под валами V века н.э. отчетливо фиксируются признаки степного почвообразования. В данной зоне такие свойства почвы, такие как мощность гумусового горизонта, состав гумуса, глубина залегания карбонатов, степень выраженности кутан могут возникать и исчезать в зависимости от природных условий. Такие характеристики почвы, как ЕКО, количество легко растворимых солей и вторичных карбонатов очень чувствительны к колебаниям климата в степной зоне и могут быть индикаторами краткосрочных климатических флуктуаций (100-200 лет).

Пирогенные почвы севера Архангельской области: архивы динамики пожаров и особенности почвообразования

Петров Д.Г.
Институт Географии РАН, Отдел географии и эволюции почв, Москва
bigbear437807@mail.ru

Введение.Пожары на севере европейской части России оказывают регулярное и сильное влияние на почвы и растительный покров. Почвы способны записывать информацию о времени, частоте и интенсивности пожаров. Расшифровка такой пирогенной «памяти» почв позволяет реконструировать скорость и направление пост-пирогенной трансформации экосистем на протяжении как минимум последних тысяч лет.

Пирогенез оказывает влияние на физические и химические свойства почв. Кроме уничтожения растительного покрова, пожар разрушает и меняет характер органических веществ, увеличивая количество гидрофобных и ароматических соединений, и подщелачивает почву.

В настоящее время в изучении пирогенеза выделяется два малоизученных аспекта: особенности пост-пирогенной трансформации подземного яруса экосистем в тундровой зоне и прочтение информации о регулярных пирогенных событиях прошлого, записанной в почвенных профилях как тундровой, так и таежной зоны.

Цель работы. Изучить хронологию и влияние на почвы пожаров, происходивших в северной тайге Архангельской области.

Объекты и методы. Район исследований в Пинежском районе Архангельской области, ключевой участок находился в 10 км к северу от пос. Пинеги в сосняке-зеленомошнике. В районе выражены карстовые процессы – в рельефе наблюдаются воронки округлой формы и различной глубины. Климат территории гумидный умерено-континентальный

Нами было заложено три почвенных разреза на расстоянии 300-400 метров друг от друга с координатами соответственно N: 64°44'47"; E: 43°23'10", N: 64°44'51"; E: 43°23'12"и N: 64°44'49"; E: 43°23'11". Разрезы были приурочены к карстовым воронкам округлой формы и различной глубины (от 1 до 4-5 м). Почвы были представлены подзолами иллювиально-гумусово-железистыми с разной мощностью элювиального горизонта. По всему профилю почв наблюдалась серия погребённых пирогенных горизонтов различного возраста, которые были взяты для дальнейшего изучения. В отобранных образцах было проведено определение абсолютного возраста радиоуглеродным методом и содержание органического вещества методом сухого сжигания на анализаторе Elementar Vario Isotope.

Результаты и обсуждение. В результате определения возраста углей в первом и втором разрезах было получено, что откалиброванный возраст самого нижнего пирогенного горизонта, в первом разрезе составил

9174±60 cal BP, а самый молодой пирогенный горизонт имел возраст 5608±18 cal BP. При этом во втором разрезе соответственно 1949±27 cal BP и 756±25 cal BP. Было замечено, что во втором разрезе возраст последовательно увеличивался с глубиной, а в первом не всегда сохранялась такая закономерность. Интересно, что второй разрез имел гораздо более молодой возраст углей, чем первый, при тех же глубинах пирогенных горизонтов в профиле. К примеру, на глубине ~50 см в первом разрезе возраст составил 6540 cal BP лет, а во втором 756 cal BP по среднему значению. Оба разреза имели сильно турбированный профиль, с углём, встречающимся как в виде прослоев, так и перемешанным с почвенным материалом обусловленный, вероятно, карстовыми процессами и вывалами после пожаров.

Выводы.

На севере Архангельской области пожары в сосняках имели место на протяжении почти всего голоцена, что говорит об их естественной, а не антропогенной природе. Наиболее полную хронологию пожаров можно фиксировать в аккумулятивных ландшафтах карстовых форм. В исследуемых разрезах не всегда сохранялось последовательное увеличение возраста углей с глубиной, что обусловлено, вероятно, нефронтальным действием карстовых процессов и вывалами после пожаров предыдущих лет. На исследуемо й территории происходили пожары разной длительности и интенсивности, что выражено в различной мощности и количества углей в пирогенных горизонтах.

Источники палеоэкологической информации в почвах южного склона главной гряды Крымских гор

Решетникова Р.А[1], Ковалева Н.О.[2]

[1]Факультет почвоведения МГУ, г. Москва,
[2]Лаборатория экологического почвоведения факультета почвоведения МГУ, г.Москва
rada3025@mail.ru

Ключевые слова: палеопочвоведение, реликтовые свойства, изотопный анализ, магнитная восприимчивость, биологическая активность.

Почва хранит память о предшествующих этапах своего развития, и для восстановления ее эволюции необходимо выявить те признаки, которые свидетельствуют о ее прошлом. Реликтовыми признаками в палеопочвоведении являются свойства современной почвы, которые не соответствуют условиям почвообразования и протекающим в ней процессам.

Уникальным природным архивом палеоэкологической информации о событиях прошлых эпох являются дневные и погребенные почвы. Крымский полуостров – это территория, которая никогда не подвергалась покровным оледенениям, и на которой поэтому сохранились древние ландшафты. Объектами исследования были коричневые красноцветные почвы мыса Мартьян в Никитском ботаническом саду, а также черноземовидные горно-луговые почвы и буроземы с разных хребтов Крымских гор (полевые исследования выполнены под руководством Костенко И.В.).

В качестве биомаркеров палеосреды в почвах были рассмотрены следующие показатели: параметры активного органического вещества, содержание углерода и азота, групповой состав фосфора, изотопный состав углерода и азота гумуса, фитолитный состав почв, магнитная восприимчивость почв.

Биокинетическим методом под руководством Семенова В.М. определялось активное органическое вещество в почвах. Динамика образования $C\text{-}CO_2$ с максимумом в начале инкубации и постепенным замедлением с течением времени свидетельствует о гетерогенном составе органического вещества, в котором преобладают защищенные от разложения компоненты, которые могут быть рассмотрены в качестве реликтовых признаков. Кривые содержания углерода, азота и серы для вех почв- регрессивно-аккумулятивные. Содержания биофильных элементов низкое и среднее (в процентах) – C: 0,8-2,8; N: 0,05-0,2; S: 0,04-0,09. Содержание углерода возрастает вверх по склону от коричневых почв к буроземам и горно-луговым. Максимум на графике отношения C/N на глубине 30-40 см в горно-луговой почве позволяет предполагать наличие погребенного органического вещества на этой глубине. К тому же, он коррелирует с максимумом содержания органического фосфора для коричневой почвы.

Доля органического фосфора от общего в коричневой красноцветной почве варьирует от 72 до 87%. Высокое содержание органического фосфора на глубине 30-40 см (до 87 %) в красноцветной почве связано с наличием

соединений железа в виде органо-минеральных комплексов. Максимум содержания органического фосфора соответствует максимуму на кривой магнитной восприимчивости, которая связана с одновременным накоплением гумуса и магнитных минералов, что свидетельствует о благоприятных климатических условиях. Кроме того, эти данные коррелируют с содержанием окристаллизованного железа, пиками на кривых оптической плотности и отношения Сгк/Сфк для этой почвы. Максимумы на графиках соответствуют более теплым эпохам с повышенной биологической активностью.

В красноцветной почве, буроземе и горно-луговых почвах были найдены фитолиты злаковых растений (Koeleria cristata, Avena sativa и др.), растущих в теплом сухом климате.

На изотопных кривых прослеживается утяжеление изотопного состава углерода вниз по профилю, что, вероятно, свидетельствует о более сухих и теплых условиях почвообразования в прошлом.

Возраст органического вещества в средней части профиля составил около 7 тыс. лет. Эта цифра соответствует атлантическому периоду – климатическому оптимуму в Северной Европе согласно шкале периодизации голоцена Блитта-Сернандера.

Таким образом, свойства почв сухих субтропиков мыса Мартьян свидетельствуют о существовании в середине голоцена более теплого периода и могут служить источником для палеореконструкций.

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

Диагностика и интерпретация реликтовых микропризнаков почв термального урочища Пым-Ва-Шор

Романис Т.В.

[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
romanis.tatyana@yandex.ru

Ключевые слова: микроморфология, карбонаты, кутаны, агрегаты, тундра.

Урочище Пым-Ва-Шор (на востоке Большеземельской тундры 67°09´ с.ш. 60°51´ в.д.) примечательно наличием активных выходов термальных вод, распространяющих тепловое воздействие на прилегающую территорию и почвенный покров. В период 100-летних наблюдений места выхода источников, и, соответственно, нагреваемая ими территория неоднократно менялись. Целью данной работы является диагностика комплекса реликтовых микропризнаков почв, отражающих периоды гидротермального воздействия источников.

Шлифы из основных горизонтов почв изготовлены в лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного института им. В. В. Докучаева М.А. Лебедевым. Последующий анализ проведен на оптическом минералогическом микроскопе Olympus BX51 с цифровой фотокамерой Olympus DP26.

По результатам исследований выделен комплекс микропризнаков, отличающих почвы вблизи гидротерм от почв тундр (далее-эталона). Почвы в зоне современных термальных полей отличаются интенсивным развитием гумусоаккумулятивного процесса, биогенного оструктуривания (обилие копролитов), деформации текстурных образований, оглеения, что определяет формирование серогумусовой глееватой почвы и глеезема перегнойного. Выделен комплекс реликтовых признаков, маркирующих почвы зон древнего воздействия термальных вод: проявление специфического биогенного оструктуривания, наличие глинистых кутан по зернам песчаной размерности, включения разрушающихся обломков травертин. Комплекс современных микропризнаков подбура оподзоленного отличается низкой степенью агрегированности и разложения органики, высокой активностью микрофауны (клещей), отсутствием включений травертин в профиле, распространением редких тонких кутан (50мкм) на нижних гранях зёрен песчаной размерности, мощность которых увеличивается вниз по профилю. Вышеперечисленные микропризнаки позволяют утверждать, что подбур оподзоленный ни в настоящее время, ни ранее не находился под действием гидротермальной системы.

Диагностика вертиковых признаков в раннеплейстоценовой палеопочве Нижнего Поволжья (Волгоградская область)

Чурилина А.Е. [1], *Лебедева. М.П.*

[1]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

a.e.churilina@gmail.com

Ключевые слова: сликенсайды, микроморфология, минералогия, вертигенез.

Лессово-почвенные серии Волго-Ахтубы подробно рассматривались в многочисленных геологических исследованиях. Однако, изучение генезиса погребенных почв до сих пор не проводились.

Нами было исследовано обнажение на правом берегу р. Волги (Светлоярский район Волгоградской области) близ с. Райгород (48°25'46.3"N 44°57'20.0"E). Всего в обнажении выделено 8 уровней погребенных почв. На уровне 17,6 м от современной поверхности в седьмой погребенной почве (предположительно стадии MIS5) диагностированы признаки вертигенеза - поверхности скольжения (сликенсайды).

В профиле нами было выделено три основных горизонта: [A]-[Ag]-[Bg]. Мощность вскрытой погребенной почвы составляет около 50 см. Сликенсайды описаны в тяжелосуглинистых горизонтах [A] (красновато-бурый) и [Ag] (сизовато-серый). В верхнем горизонте [A] помимо крупных плоскостей скольжения (до 40 см) отмечены небольшие сликенсайды (2-3 см) вокруг крупных гипсовых роз (до 2 см). Переходы между горизонтами резкие – [A] от [Ag] отличается по цвету, а также по выраженности и направленности сликенсайдов. Стоит отметить, что на границе были выделены темные ровные прослойки мощностью около 2 см. Переход от [Ag] к [Bg] резкий по изменению гранулометрического состава от суглинистого к супеси, при этом граница между горизонтами осложнена мерзлотными клиньями. Горизонт [Bg] характеризуется наличием большого количества разнообразных железистых новообразований (пятна, стяжения, прожилки). Ниже залегает толща хорошо отмытого мелкого песка.

Для уточнения генезиса элементов вертикововго строения почв нам был проведен мкрофорфологический анализ образцов ненарушенного строения.

В гор. [A] наиболее ярко выражены неизменные специфические клиновидные структуры (характерные для вертисолей), высокая струйчатая оптическая ориентация глинистой плазмы и стресс-кутаны по трещинам. В верхних 5 см горизонта [Ag] отмечено большое количество обрывков углефицированных растительных тканей. Ниже в этом горизонте широко представлены признаки оглеения, которые проявляются в высокой неоднородности пропитки оксидами железа тонкодисперсной массы и сликенсайдов.

Так как набухаемость вертисолей и возникновение сликенсайдов неразрывно связаны с их минералогией, был проведен рентгендифрактометрический анализ ила (<1 мкм) рассматриваемого профиля. Полученные результаты показали доминирование смектита (около 80%), что характерно для современных вертисолей.

Особенностью диагностированного смектита является кальциевая форма катионного заполнения. Сопутствующие минералы - хлорит, несовершенный каолинит и сильногидратированная гидрослюда. Явных различий между верхним и нижним горизонтами по содержанию ила и по его качественному составу выявлено не было.

Минералого-микроморфологические исследования свидетельствуют о былом интенсивном развитии процесса вертигенеза, в то время как на макроморфологическом уровне признаки этого процесса выражены слабее.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-04- 00638а)

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Влияние климатических изменений на разнообразие таёжных суглинистых почв Сибири

Головлева Ю.А [1], Коркина Е.А.[2], Десяткин Р.В.[3], Лебедева М.П.[4], Красильников П.В [1]

[1] Московкий государственный университет имени М.В.Ломоносова, факультет почвоведения
Julango@mail.ru, pavel.krasilnikov@gmail.com
[2] Нижневартовский государственный университет, факультет экологии и инжиниринга,
lenaknv@gmail.com
[3] Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,
rvdes@ibpc.ysn.ru
[4] Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
m_verba@mail.ru

Ключевые слова: икряная структура, шлировая структура, кутаны, криогенез

Как сезонное, так и многолетнее промерзание пород является процессом, влияющим на почвообразование в специфических климатических условиях Сибири. В результате этого на суглинистых отложениях формируются своеобразные почвы непохожие на почвы таежной зоны Европейской территории России. Проведенные работы показали, что на террасах крупных рек встречаются суглинистые почвы, различающиеся по наличию и степени проявления текстурной дифференциации.

Объектами исследования являются суглинистые почвы зоны средней тайги Западной и Восточной Сибири на Северо-Сосьвинской возвышенности, Аганском Увале, Юганско-Ларъеганской возвышенной террасе и на Приленском плато. Климат района исследования от умеренно до резко континентального: в Западной Сибири со среднегодовой температурой -4 - 2°С, средней температурой января -20°С, июня 18°С и годовым количеством осадков 580 мм, в Восточной – со среднегодовой температурой -10,2°С, средней температура января -38,6°С, июля 19,5°С и годовом количеством осадков 238 мм. Растительность представлена темнохвойными и светлохвойными лесами с елью, сосной сибирской, лиственницей, пихтой и сосной обыкновенной в древесном ярусе. Почвообразующими породами являются суглинки, супеси, пески аллювиального и древнеаллювиального генезиса. Территория исследования относится к зоне вечной мерзлоты: островной и сплошной.

Западая и Восточная Сибирь – два обширных географических региона, имеющих значительное различие в рельефе и климате. Тем не менее, в отношении таежных суглинистых почв можно выделить некоторые сходные черты: светлую окраску, высокую плотность, наличие Fe-Mn конкреций и кутан. В почвах отмечается икряная структура в срединных горизонтах и шлировая в нижних, которые формируется благодаря воздействию холода. В наблюдаемом разнообразии суглинистых почв прослеживается закономерность в зависимости от микрорельефа и растительности, а также от времени года. Отмечается, что на светлых относительно повышенных участках дифференциация профиля более выражена, чем в понижениях. Таким

образом с одной стороны криогенез усиливает дифференциацию профиля, способствуя образованию различной структуры почвы, а с другой замедляет процессы почвообразования и, соответственно, развитие почв.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-17-01293 «Многоуровневые региональные почвенно-географические модели как основа устойчивого управления почвенными ресурсами».

Влияние обработок перекисью водорода и реактивом Мера-Джексона на минералогический состав ила дерново-глеевой почвы

Ильичев П.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
pilichiev@bk.ru

Ключевые слова: глинистые минералы, рентген-дифрактометрический анализ, пробоподготовка к XRD-анализу.

Введение

Для получения качественных рентгенограмм от ориентированных образцов ила необходимо правильно подготовить образец к анализу. Находящиеся в образцах органическое вещество и несиликатные соединения Fe способствуют образованию агрегатов из частиц глинистых минералов и препятствуют хорошей их ориентации в процессе приготовления ориентированных препаратов. Поэтому, перед проведением рентген-дифрактометрического анализа глин рекомендуется удалить органическое вещество и несиликатные соединения железа.

Объекты и методы

Объектом исследования была илистая фракция горизонтов A1, ABg, Bg и BDG аллювиальной дерново-глеевой почвы (по Классификации почв 2004-аллювиальные серогумусовые (дерновые) глеевые типичные).

Органическое вещество удалялось 10% раствором перекиси водорода, а для удаления несиликатных соединений Fe использовали реактив Мера и Джексона (раствор цитрат-дитионит-бикарбоната натрия).

Результаты и обсуждение

После обработки перекисью водорода наиболее существенные изменения выражаются в появлении смешанослойных минералов. Отражения этих смешанослойных структур фиксируются в области между 1,4 и 1,0 нм на рентгенограмме воздушно-сухого образца. Эти отражения смещаются в область малых углов при насыщении этиленгликолем и в сторону 1,0 нм пика при прокаливании до 350 ^{0}C. Можно заключить, что образованные смешанослойные минералы содержат лабильные слои вермикулита или смектита.

Обработка илистых фракций реактивом Мера и Джексона, проведенная после удаления органического вещества привела еще к более существенным изменениям – к появлению налогающихся друг на друга отражений между 1,4 и 1,0 нм максимумами. Возможно, воздействие на хлориты и вермикулиты (смектиты) цитрат-аниона приводит к образованию дополнительного количества смешанослойных минералов.

Содержание лабильных минералов в илистой фракции горизонта A1, рассчитанное по методике Корнблюма, после обработки перекисью водорода увеличилось в 3 раза. Такое увеличение можно объяснить

пополнением запаса лабильных минералов при разрушении агрегатов после удаления пленки органического вещества и, возможно, частичным растворением добавочного октаэдрического слоя хлоритов. В двух нижележащих горизонтах обработка перекисью водорода не привела к существенным изменениям содержания глинистых минералов. В горизонте BDG содержание лабильных минералов после обработки образца H2O2 уменьшилась в 3 раза. Возможно, что подкисление среды вызывает трансформацию плоховыветрелого слюдистого материала, а высвободившейся К закрепляется в межслоях лабильных минералов, что приводит к уменьшению их содержания и пополнению запаса иллитов.

Последовательная обработка перекисью водорода и реактивом Мера и Джексона привела еще большему увеличению содержания иллита, к уменьшению содержания каолинита в сумме с хлоритом во всех изученных горизонтах по сравнению с исходными образцами. Уменьшение содержания каолинита в сумме с хлоритом скорее всего происходит за счет растворения добавочного октаэдрического слоя хлоритов, как менее устойчивого компонента по сравнению с каолинитом.

Последовательная обработка перекисью водорода и реактивом Мера и Джексона не привела к существенному изменению содержания лабильных компонентов в горизонте A1 по сравнению с обработкой перекисью водорода. В горизонтах ABg и Bg последовательные обработки не привели к изменению содержания лабильных структур по сравнению как с образцом до обработок, так и с образцом после обработки перекисью водорода. В горизонте BDG после последовательной обработки H2O2 и реактивом Мера и Джексона содержание лабильных структур уменьшилось в 15 раз по сравнению с необработанным образцом.

Выводы

Обработка илистых фракций дерново-глеевых почв 10 % H_2O_2 и реактивом Мера-Джексона приводит к изменению минералогического состава ила – к относительному увеличению содержания иллита и уменьшению содержания каолинита в сумме с хлоритом. Указанные обработки приводят к образованию дополнительного количества смешанослойных структур.

Влияние крестьянского природопользования 16–20 веков на свойства гумусовых горизонтов почв Томь-Яйского междуречья

Кузьмина Д.М., Лойко С.В., Юркова Ю.Э.
Томский государственный университет, Томск
kuzmina.d.m.95@gmail.com

Ключевые слова: история землепользования, серые почвы, сукцессии на залежах.

В настоящее время широко распространено мнение о негативном антропогенном влиянии современного человека на окружающую среду. Но интенсивное преобразование природы связано не только с деятельностью «индустриального» человека, но и человека «крестьянского типа», под воздействием которого с давних пор происходит видоизменение природных комплексов, начинающееся с освоения территорий и возникновения земледелия.

Влияние деятельности человека «крестьянского типа» на свойства почв Европейской части России хорошо изучено. Однако отсутствуют данные о почвах, использовавшихся в традиционном сельском хозяйстве в пределах территорий Западной Сибири. В связи с этим целью работы стало выявление изменений почвенных свойств под влиянием крестьянского природопользования на примере гумусовых горизонтов, которые являются наиболее чувствительными к экзогенным воздействиям.

Для изучения изменений свойств гумусовых горизонтов серых почв в ходе воздйствий традиционного землепользования в их ареалах (со второй половины XVIII-го по 50-е годы XX-го века) были выбраны ключевые участки (КУ) в подтаежной зоне на юге Томской области. Эти КУ испытали в прошлом антропогенную нагрузку различной интенсивности: (1) Ларинский заказник, на месте которого ранее была деревня Ларино с максимальной численностью населения, не превышающей 200 чел.; (2) пос. Протопопово, в котором на тот же период времени численность населения составляла 405 чел.; (3) д. Конево – 142 чел. На территории 1 КУ были отобраны образцы гумусовых горизонтов с глубины 0–5 см их почв, приуроченных к рассеивающим элементам рельефа разной крутизны и экспозиции. На 2 КУ проводилось сравнение почвенных профилей в пределах одинаковых микрокомбинаций на междуречьях с разной историей природопользования. На 3 КУ производилось сравнение почвенных серий микроводораздел–ложбина–балка залежей и фоновых участков. Во всех образцах была определена яркость почвенных образцов с применением системы цветовых координат CIE lab (X-Rite VS 450). Проведена оценка связи окраски гумусовых горизонтов с экспозицией и крутизной склонов, а также выявлены изменения окраски под воздействием основных типов крестьянского землепользования. При помощи полученных кернов деревьев проанализирован их возраст и ширина годичных приростов, с учетом породного состава древостоя.

Таким образом, было выявлено, что в результате традиционного природопользования крестьян формируются травяные леса с большой фитомассой, что приводит к проградация гумусовых горизонтов (увеличивается

содержание органического углерода, снижается яркость образца). Изменение почвенных свойств, а именно, увеличение мощности гумусовых профилей, рост содержания и запасов органического вещества в метровой толще, увеличивается плотность сложения пахотных почв, что говорит о проградации старозалежных почв. Полученные данные можно считать достоверными. Исследование показало, что проградация серых лесных почв наступает не только при смене лесного биоценоза травяным, но и в результате распашки серых лесных почв, которые длительное время находятся в залежном состоянии. Установлен тренд изменения светло-серых лесных почв в серые лесные на микроводоразделе; переход темно-серой почвы в серую лесную в ложбине, наступление процесса проградации и гомогенизации по окраске.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-20129

Реликтовые микропризнаки богарных и орошаемых почв каштановых солонцовых комплексов Приставропольской наклонной равнины

Плотникова О.О., Куст П.Г.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
mrs.plotnikova@mail.ru

Ключевые слова: Fe-Mn нодули, квазиоглеение, фитолиты, мерзлотная сортировка.

Полигенетичность и полиморфность почв каштаново-солонцовых комплексов определяют трудность их полевой диагностики и последующих генетических интерпретаций. Изучению свойств и генезиса почв каштаново-солонцовых комплексов посвящено много работ (Ковда, 1937; Минкин, 1980), однако вопрос их генетической диагностики, позволяющей верно оценить направленность процессов в почвенном профиле, затруднен и на сегодняшний день. Целью настоящей работы является проведение микроморфологического исследования с использованием архива Шлифотеки Почвенного института им. В.В. Докучаева. Изучены почвы каштаново-солонцовых комплексов, сформированные на карбонатных слабозасоленных лёссовидных отложениях под антропогенной нагрузкой (богарой и орошением).

Переходные к породе горизонты различаются по структуре. В богарной лугово-каштановой почве микроструктура угловато-блоковая, а в орошаемой – губчатая, и в ней просматриваются мелко-зернистые и комковатые агрегаты. Интересно отметить более темную окраску породных горизонтов исследуемых почв по сравнению с перекрывающими горизонтами. Такой феномен может быть вызван увеличением количества скрытокристаллического кальцита в составе плазмы, однако значения содержания CO_2 сопоставимы с подобными для горизонтов с отсутствием белоглазки. Это позволяет предположить, что этот горизонт может быть реликтовым гумусово-аккумулятивным. Однако содержание гумуса для этого горизонта не определялось, поэтому необходимы дополнительные исследования для доказательства положения о реликтовости этого процесса.

Диагностируется также большое количество фитолитов, высокая биогенность и другие признаки почвообразовательных процессов, не отмеченные при полевом макроморфологическом описании. Мелкие железисто-гумусовые микронодули, в большом количестве обнаруженные во всех горизонтах всех изученных почв, как богарных, так и орошаемых, являются общим признаком квазиоглеения этих почв (Полевой…, 2008; Хитров и др., 2015). Поскольку на макроуровне при полевом описании этих почв Н.Б. Хитровым (1982) эти признаки не отмечены, можно говорить только об очень слабой выраженности этого процесса. Выявлены признаки наличия фрагментов слаборазвитой натечной корки в солонце и каштановой солонцеватой почве. Их остроугольная форма говорит о невозможности их возникновения в результате дальнего переноса из почв соседних ареалов, а также показывает устойчивость таких фрагментов корок при педогенезе.

Частая встречаемость кольцевой ориентации пылеватых зерен во всех горизонтах всех исследованных почв дает основания предполагать, что имеет место породная мерзлотная сортировка мелкозема (Герасимова, 1992, Рогов, 2009). Это показывает, что все почвы данных каштаново-солонцовых комплексов в своем развитии испытывают одинаковые текстурные преобразования.

В заключение можно сказать, что почвы исследованных каштаново-солонцовых комплексов имеют в своих профилях признаки погребенных гумусовых горизонтов, квазиоглеения и мерзлотной сортировки мелкозема.

Классификация подводных почв

Ткаченко А.Н., Козачук М.Н.
МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
TkachenkoMSU@yandex.ru

Ключевые слова: подводные почвы, донные отложения, дельты рек

Вопрос об отнесении донных осадков водоемов к почвам обсуждается начиная с работ В. Кубиены и В.В. Докучаева. В последнее время появляется все больше работ об исследовании донных отложений с позиций подводного почвообразования [1, 2 и др.], включены подводные почвы в некоторые национальные (American Soil Taxonomy) и международную (World Reference Base for Soil Resources) почвенную классификацию. Основываясь на терминологии и принципах Классификации и диагностики почв России (2004, 2008) предложено выделение отдела акваземов [3, 4] с использованием приставки AQ («aqua») для обозначения подводных горизонтов в новой классификации почв России.

Наиболее благоприятные условия для формирования подводных почв складываются в речных дельтах. Высокая биологическая активность дельтовых ландшафтов и поступление значительного количества взвешенных наносов способствуют развитию мощных донных отложений с дифференцированным профилем и высоким содержанием органических веществ.

В работе представлены результаты исследования подводных почв трех крупных речных дельт – Волги, Дона и Кубани. Экспедиционные исследования проведены в рамках проекта РФФИ № 18-05-80094, обработка полученных материалов – при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-35-00354. Показано, что несмотря на различия условий формирования дельтовых ландшафтов формирующиеся в дельтах подводные почвы имеют сходные черты и могут быть объединены в несколько типов. Верхняя часть профиля представлена органогенными (гумусовым (AQA) или торфяным (AQT)) или глеево-окисленными (AQOX) (при значительном перемешивании водной толщи) горизонтами. В средней части профиля всех почв присутствует диагностический для подводных почв аквaглеевый горизонт (AQG) – оглеенный горизонт сизого цвета с высоким содержанием илистых частиц, ниже которого выделяется горизонт оглееной породы (AQC). В редких случаях, оглеение в нижней части профиля отсутствует. Комбинации горизонтов дают типы и подтипы подводных почв. Ослабление проявления процессов служат основанием для выделения подтипов, число более низких уровней меньше, чем в наземных почвах и выделяется на различиях в гранулометрическом составе.

Основными факторами почвообразования является скорость потока (заменяющая в подводных почвах климатический фактор) и развитие водной растительности (при этом значение имеет не только наличие растительности, но и видовой состав макрофитов).

Сравнение подводных почв трех дельт показало, что, как и для наземных почв, разнообразие типов подводных почв возрастает при увеличении разнообразия факторов их формирования. Значительная площадь устьевой области Волги с контрастными условиями течения и многообразием водной растительности приводят к наибольшей вариативности типов и подтипов встречающихся подводных почв. Однообразные условия дельты Дона сказываются на малом разнообразии выделенных типов.

Литература

1. *Батоян В.В. Особенности геохимического профиля подводных почв в водоемах с нейтральной реакцией // Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1983. № 3. С. 79–86.*
2. *Stolt M., Bradley M., Icchetti G., Shumchenia E., Guarinello M., King G., Boothroyd J., Oakley B., Thornber C., and August P. (2011). Mapping shallow coastal ecosystems: a case study of a Rhode Island lagoon. Journal of Coastal Research, 27(6A), 1–15.*
3. *Лычагин М.Ю., Ткаченко А.Н. Донные отложения устьевой области Волги – почвы ли? // Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В.Докучаева. Всероссийская с международным участием научная конференция «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012 г., том 3, с. 77-78.*
4. *Tkachenko A.N., Gerasimova M.I., Lychagin M.Yu., Kasimov N.S., Kroonenberg S.B. Bottom sediments in deltaic shallow-water areas – are they soils? // Geography Environment Sustainability. 2016. Vol. 1 – в печати.*

Микростроение лёссово-почвенной серии разреза Лихвин-2018 (Тульская область)

Филиппова К.Г., Панин П.Г.
Институт географии РАН, Лаборатория эволюционной географии, Москва
pgpanin@igras.ru

Ключевые слова: плейстоцен, палеопочва, межледниковье, интерстадиал, Восточно-Европейская равнина.

Введение. Лёссово-почвенная серия (ЛПС) разреза Лихвин, расположенного вблизи г. Чекалин Тульской области, впервые детально была описана Боголюбовым Н.Н. в 1904 году. Затем разрез изучали Москвитин А.И., Сукачев В.Н., Лисицын К.И., Марков К.К., Ушко К.А., Гричук В.П., Болиховская Н.С., Глушанкова Н.И., Величко А.А., Морозова Т.Д. и др. По результатам этих исследований разрез Лихвин стал считаться стратотипом плейстоценовых отложений Лихвинского межледниковья. В работах приведены детальные морфологические описания палеопочв, морен, лёссов и озерных отложений этого разреза, представлены материалы по флоре и фауне, а также термолюминесцентные и ОСЛ датировки, данные палеомагнитных исследований и другие анализы. Задача нашего исследования заключалась в изучении ЛПС разреза Лихвин на новом уровне с привлечением методов, которые ранее не использовались при изучении этого разреза.

Объекты и методы. Для решения поставленной задачи был заложен разрез Лихвин-18, состоящий из двух расчисток Лихвин-1/18 и Лихвин-2/18, в которых были вскрыты современная серая лесная почва, позднеплейстоценовые палеопочвы (брянского интерстадиала и мезинского педокомплекса), а также среднеплейстоценовая каменская палеопочва, под которой залегают серые суглинки, скорее всего, относящиеся к лихвинскому межледниковью. Отбор образцов для анализа физико-химических показателей в разрезе осуществлялся каждые 6-10 см, штуфы для микроморфологических исследований отобраны из всех слоев с детальностью, позволяющей описать свойства почвенных горизонтов и вмещающих их отложений. Помимо этого, были взяты образцы на радиоуглеродное датирование из горизонта В современной почвы и горизонта AG брянской интерстадиальной палеопочвы, а также образцы на ОСЛ-датирование, затрагивающие палеопочвенные уровни. В этой статье представлены материалы только микроморфологического исследования современной почвы и палеопочв ЛПС разреза Лихвин-2018.

Результаты и обсуждение. По результатам микроморфологического исследования для горизонта А современной серой почвы характерна гумусовая, тонко-пылеватая основанная масса темно-серого цвета, микростроение тонкодисперсной массы изотропно, в порах видны экскременты насекомых и растительные остатки, есть округлые сгустки новообразованного железа и окатанные кварцевые зерна. В горизонте Bt обильны глинистые и гумусово-глинистые кутаны, в основном расположенные в сложных порах и мелких трещинах, основная масса анизотропна, микростроение глинистого вещества струйчатое, есть редкие железистые новообразования в диаметре 0,6-1,0 мм. В брянской палеопочве в горизонте AG появляются

агрегаты ооидной формы – основной признак влияния криогенеза на эту палеопочву. Здесь видны карбонатные гипокутаны, приуроченные к округлым порам, скорее всего, карбонаты привнесены из вышележащего валдайского лёсса. Железистые новообразования представлены округлыми конкрециями и редкими гипокутанами, приуроченными к порам неправильной формы. В горизонте В основная масса становится плотнее, слабо агрегированной, количество пор резко уменьшается, появляются трещины, есть редкие железистые конкреции и карбонатные гипокутаны. Для горизонта А микулинской палеопочвы также характерны агрегаты ооидной формы, но более крупные, чем в брянской палеопочве. В горизонте Е этой же палеопочвы агрегаты угловатые и неправильной формы, масса промытая и трещиноватая, что связано с криогенезом, обильны железистые новообразования. В горизонте Bt так же, как и в современной почве, большое количество глинистых кутан, приуроченных в основном к трещинам и каналам, иногда полностью заполнены ими. Микростроение данной палеопочвы схоже с современной дерново-подзолистой почвой. Каменская палеопочва представлена горизонтом Bt, основная масса пылевато-глинистая, пористая, обильны глинистые, пылевато-глинистые и гумусово-глинистые кутаны, расположенные в трещинах, каналах и округлых порах. Учитывая макро- и микростроение этой палеопочвы, ее можно сопоставить с современной бурой лесной лессивированной почвой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-04-00145 и по теме Госзадания №0148-2018-0002 (программа ФНИ, раздел 127; НИОКТР № 01201352492).

Гломалины в составе органического вещества почв лесостепной зоны

Холостов Г.Д., Сазанова Е.В., Сун Гэ
Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург,
kholostov14@mail.ru

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, гломалин, коэффициент цветности

Введение:

В составе почвенного органического вещества (ПОВ), кроме гуминовых веществ (ГВ), выделяют (Александрова, 1980; Кононова, 1963; Орлов и др., 1995; Паников и др., 1984; Попов, Сун Гэ, 2017; Семёнов, Когут, 2015; Flaig, 1971; Rillig, 2004; Wright et al., 1996; 1998): липиды (жиры, воски и смолы); хлорофиллоподобные соединения и каротиноиды; кероген (часть рассеянного органического вещества осадочных пород); гидрофобины (амфифильные белки, образуемые грибами) и гломалины.

Гломалины — гликопротеины, сложные органические гидрофобные соединения, которые характеризуются иммунореакционными свойствами и способностью связывать железо. Они имеют много общих черт с другими биомолекулами, такими как гидрофобины и ГВ (Nichols, 2003; Wright et al., 1996; 1998). Открыла и назвала почвенные гликопротеины, являвшиеся продуктом жизнедеятельности арбускулярных микоризных грибов (АМГ) порядка *Glomales* (*Glomerales*), «гломалином» американская почвовед С. Райт (Wright et al., 1996), а необходимость выделения из почв этих соединений была обоснована американскbv микробиологом К.А. Николс (Nichols, 2003).

Гломалин в составе ПОВ присутствует в большом количестве (как правило, 2–15 мг/г и даже больше — 60 мг/г) в разнообразных почвах (как в кислых и известковых, так и в почвах сенокосных и пахотных угодий) (Wright et al., 1998). Высокое содержание гломалина в основном обусловлено изобилием гифов АМГ в почве, длина которых может составлять 100 м•см$^{-3}$ (Miller et al., 1995) и медленной скоростью деструкции этого гликопротеина — от 7–42 до 100 лет (Rillig, 2004; Steinberg, Rillig, 2003).

Объекты и методы:

Объектами исследования были выбраны гумусовые горизонты почв лесостепи Белгородской области: серо-гумусовый (AY) и элювиально-гумусовый (AEL) горизонты серой почвы (СП), темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) темно-серой почвы (ТСП), темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) чернозема миграционно-мицелярного (ЧММ) и пахотные горизонты (PU1 и PU2) агрочернозёма миграционно-мицелярного (АЧММ), а также гумусовый горизонт ([AUca]) погребенного чернозема из Скифского городища (ПГ СГ), расположенного вблизи ПГТ Борисовка.

Гломалин извлекался из почвы с помощью 90 % раствора ацетона, отношение почва:раствор было 1:10. Затем на фотоколориметре измерялась оптическая плотность при λ = 465 и 650 нм. На основании полученных значений оптической плотности (D_{465} и D_{650}), рассчитывался коэффициент цветности: $Q_{4/6} = D_{465}/D_{650}$.

Результаты:

Выделенные органическим растворителем (90 % раствором ацетона) гломалины характеризовались специфической оранжево-красной окраской. Присутствие углеводов и белков, входящих в состав гломалинов, было подтверждено качественными реакциями. Так, наличие углеводов определяли с помощью реакции «медного зеркала», а белков (точнее, наличие пептидных связей) — с помощью биуретовой реакции.

Измерение оптической плотности при λ = 465 дало следующие результаты: наибольшая оптическая плотность была выявлена у гломалина, выделенного из Р1 АЧММ (1.707), наименьшая у гломалина, выделенного из Р2 того же агрочернозема (0.252). Величины оптических плотностей остальных растворов гломалина занимали промежуточные положение (от 1.000 до 1.400).

Минимальным значением коэффициента цветности характеризовался гломалин, выделенный из горизонта АУ СП (8.51). У гломалинов, извлеченных из AU2 ТСП и Р1 АЧММ, значения коэффициента цветности были больше 11, в остальных случаях — больше 20. Как известно (Кононова, Бельчикова, 1961), чем меньше величина коэффициента цветности ГВ, тем более конденсированным является исследуемое соединение. Судя по величине коэффициента цветности гломалинов, можно сказать, что эти органические соединения были весьма слабо конденсированы.

Приведенные результаты исследования носят предварительный характер. Они косвенно подтверждают, что выделенные нами органические соединения могут быть отнесены к гломалинам, последние представляют собой гликоконъюгаты — белки, содержащие углеводный компонент (гликан), ковалентно связанный с полипептидной основой.

Выводы:

Гломалины, выделенные 90 % раствором ацетона, характеризовались специфической оранжево-красной окраской, содержали углеводы и белки, а также были весьма слабо конденсированы.

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

Тренды изменения минералогического состава в верхних горизонтах постагрогенных почв.

Чурилин Н.А.[1], Варламов Е.Б.[1], Чурилина А.Е.[1]
[1] Почвенный институт им. В.В. Докучаева
nikitachur@ya.ru

Ключевые слова: минералогия, растительные сообщества, дерново-подзолистые почвы

В связи с большим количеством заброшенных земель в России необходимо выявить индикаторы, позволяющие установить направленность эволюции свойств и состава постагрогенной почвы. Это необходимо для рационального использования заброшенных территорий. Одним из таких индикаторов является минералогический состав тонкодисперсных фракций (<1, 1-5, 5-10 мкм), которые определяют запасы элементов питания растений, ряд физических свойств и плодородие почвы.

Цель работы: выявить изменения минералогического состава в верхних горизонтах постагрогненных почв под старым ельником возрастом 70 лет и под молодым ельником возрастом 18 лет.

Выбраны 2 растительных сообщества на Юге Архангельской области, находящиеся на разных стадиях сукцессии под которыми были заложены разрезы: молодой ельник возрастом 18 лет и старый ельник-черничник возрастом 70 лет. Оба разреза характеризуются наличием морфологических признаков пахотного горизонта. Также были выделены подгоризонты верхнего пахотного горизонта для более подробного изучения.

Для выделения из почвы фракций менее 1 мкм, 1-5 мкм и 5-10 мкм образцы растирали до состояния густой пасты. Ориентированные препараты фракций исследовали рентгенографическим методом.

Илистая фракция исследованных подгоризонтов представлена следующими компонентами: смешанослойным образованием, иллитом триоктаэдрического типа, хлоритом и каолинитом. Отмечается высокое количество тонкодисперсного кварца, а также небольшая примесь калиевых полевых шпатов и плагиоклазов.

Содержание тонкодисперсного кварца выше в почве под старым ельником. Возможно, в молодом ельнике каолинит находится в более совершенной форме, а хлорит в молодом ельнике (индивидуальный) лучше окристаллизован – исходя из формы пиков. В целом смешанослойная фаза лучше выражена в молодом ельнике.

Содержание фракции <1 мкм в микропрофиле верхнего горизонта не изменяется с глубиной (4,0%). В образцах со всех глубин преобладают смешанослойные минералы как во фракции (49%-56%), так и в почве в целом (2,0-2,3%). Меньше всего в профиле хлорита и каолинита. Происходит относительное увеличение содержания смешанослойных минералов во фракции ила к нижней части микропрофиля. Содержание иллита

незначительно уменьшается к нижней части профиля, также, как и содержание каолинита. В почве в целом количество смешанослойных минералов и иллита в верхней части несколько больше, чем в нижней.

Под молодым ельником содержание фракции <1 мкм слегка уменьшается к низу микропрофиля и ее содержание в горизонтах выше, чем в профиле под старым ельником (3,9-4,0% и 6,3-7,2%). Как и в профиле под старым ельником заметно преобладают смешанослойные минералы (50-57%). Содержание хлорита меньше всего (6-8% во фракции). Закономерности распределения минералов во фракции несколько отличаются: так под молодым ельником количество смешанослойных минералов в верхней части профиля больше, чем в нижний. Каолинит также ведет себя иначе: его содержание к низу увеличивается. Содержание хлорита в профиле не изменяется значительно, а наибольшее количество иллита наблюдается на глубине 10-15 см (29% во фракции и 1,9% в почве в целом).

По морфологическим признакам оба микропрофиля под разновозрастными ельниками однородны, что не позволяет четко дифференцировать подгоризонты. Процессы подзолообразования за 70 лет в старом ельнике привели к осветлению верхнего горизонта и к облегченному гранулометрическому составу. Наблюдаются тенденции к изменению минералогического состава в молодом ельнике. Разрушение некоторых минералов находится на начальной стадии, что видно на дифратограммах илистой фракции. Окристаллизованость минералов к низу микропрофилей улучшается.

СЕКЦИЯ «ДЕГРАДАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ»

ГЛАСНЫЕ ДОКЛАДЫ

Состояние почв, растительного покрова и потоки CO_2 и CH_4 на осушенном торфянике в условиях степной зоны Республики Башкортостан

Ильясов Д.В., Сирин А.А., Суворов Г.Г.
Институт лесоведения РАН, с. Успенское
ilyasov@ilan.ras.ru

Ключевые слова: торфяные почвы, деградация, баланс углерода, аридные условия, «ножницы остепнения»

Введение. Торфяные болота в условиях степи – очаги биоразнообразия, регуляторы гидрологического режима, пулы и стоки углерода. Осушение для торфодобычи и сельскохозяйственного использования приводит к торфяным пожарам, деградации торфяной залежи, эмиссии парниковых газов, опустыниванию и засолению почв. В степной зоне Европейской части России (ЕЧР) расположено более 6000 болот площадью более 500 тыс. га. Представлены результаты изучения современного состояния почв и растительности осушенного торфяника в степной зоне ЕЧР, потоки CO_2 и CH_4, характеризующие последствия антропогенного преобразования его водного режима.

Объекты и методы. Низинный торфяник Берказан-Камыш был осушен в начале 1970-х с целью торфодобычи. Максимальная глубина и разведанные запасы залежи – 3.9 м и 1298 тыс. т., площадь – 900 га. Растительный покров классифицирован с использованием ДДЗ и геоботанических описаний на 26 площадках. В 50 почвенных прикопках, заложенных с учетом разнообразия растительности и рельефа, изучен гранулометрический состав, плотность сложения, влажность, зольность, содержание углерода, азота и серы (на CNHOS анализаторе Vario Micro cube). Кислотность и электропроводность почвы определяли в водных вытяжках (Иономер И-160МИ). Мониторинг УПГВ осуществлялся автоматическими датчиками Mini-BaroDiver (Schlumberger). Потоки CO_2 и CH_4 измеряли динамическим камерным методом портативным газоанализатором LGR (Los Gatos Research), в прозрачных (NEE) и светонепроницаемых (Reco) камерах.

Результаты и обсуждение. Наиболее широко представлены солончаковатые луговые сообщества (*Hordeum nevskianum Bowden, Festuca regeliana Pavl, Poa pratensis L.*) на хорошо дренированных участках (средний УПГВ 120±49 см). Влажно-луговые слабо солончаковатые сообщества (*Calamagrostis epigeios (L.) Roth, Molinia caerulea (L.) Moench Agrostis stolonifera L.*) характеризуются более стабильным увлажнением с УПГВ 80±28 см. Пониженные участки с УПГВ 10±31 см заняты увлажненными тростниково-осоковыми сообществами (*Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., Carex riparia Curt., Bolboschoenus maritimus (L.) Palla*). Четыре основные разности почв крайне мозаичны, и обладают следующими характеристиками (медиана содержания

C, N, S, в верхних 30 см профиля, % по массе): 7.6, 0.6, 0.6 - Relictigleyic Chernozems; 7.3, 0.4, 0.3 - Haplic Gleysols (Eutric); 14.8, 1.0, 1.5 - Sapric Histosols (Eutric, Drainic) и 14.3, 1.0, 1.3 для Sapric Histosols (Eutric). Медиана зольности (% по массе) для черноземов в слое 0-10, 11-20 и 21-30 см составила 75, 85 и 90, для луговых – 82, 81 и 85, для обоих типов торфяных почв – 64, 69 и 75; объемного веса (г/см^3) 0.74, 0.82, 1.43; 0.76, 1.11, 1.44 и 0.50, 0.51, 0.72 соотв. Органогенные почвы значительно трансформированы в результате мелиорации и характеризуются потерями органического вещества торфа и существенной деградацией. Минеральные почвы изменились в меньшей степени, понижение УПГВ способствовало увеличению плотности верхних горизонтов, снижению доступности элементов питания и частичному засолению. В наибольшей степени сохранили естественное состояние участки дополнительного питания ключевыми водами. Органогенные почвы характеризуются более широким распространением гигрофитных сообществ, минеральные – ксерофитных. После осушения смена растительного покрова произошла быстрее, чем почвенных свойств. Подобный феномен назван Б.М. Миркиным «ножницами остепнения». Важнейшим лимитирующим фактором распространения растительности становится УПГВ, а не почвенные условия, что естественно в условиях недостаточного увлажнения степной зоны. Наибольший поток CO_2 (65 мгС м$^{-2}$ ч$^{-1}$) отмечен на участках солончаковато-луговой и влажно-луговой слабо солончаковатой растительности и органических почв, наименьший (-200 мгС м$^{-2}$ ч$^{-1}$) на участках избыточно увлажненной тростниково-осоковой растительности, где отмечена наибольшая эмиссия метана (0.55 мгС м$^{-2}$ ч$^{-1}$).

Влияние ремедиации на эмиссию диоксида углерода почвами техногенных пустошей вблизи комбината «Североникель»

Кадулин М.С.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
tubmaxxl@mail.ru

Ключевые слова: биологическая активность, дыхание почв, поток CO_2, загрязнение.

Горно-металлургический комбинат (ГМК) «Североникель» является одним из крупнейших источников выбросов диоксида серы и тяжёлых металлов (ТМ) в Европе. Максимальное поступление поллютантов в наземные экосистемы происходит в непосредственной близости от ГМК, где на расстоянии до 5 км наблюдается практически полное исчезновение растительности, без защиты которой почвы подвергаются интенсивной эрозии. Вокруг комбината образуются эродированные, кислые, загрязнённые ТМ, обеднённые органическим веществом и элементами минерального питания почвы техногенных пустошей, малопригодные для развития растений.

В последние годы уровень выбросов комбината был снижен в 4-5 раз, что создало условия для проведения ремедиации почв техногенных пустошей – песчаных подзолов иллювиально-железистых и абразёмов альфегумусовых. Ремедиация проводилась Мончегорским лесхозом по рекомендациям Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН при поддержке Кольской ГМК в 2003–2008 гг. посредством (1) хемофитостабилизации (внесение извести и азофоски) и (2) нанесения сконструированного плодородного слоя поверх исходных загрязненных почв с последующим известкованием и удобрением. В обоих случаях проводили посадку саженцев деревьев (ивы и березы) и посев травяно-злаковой смеси.

Эмиссию CO2 in situ измеряли в вегетационный период камерным методом с помощью ИК CO2-газоанализатора AZ 7752 в 16-кратной повторности; долю корневого дыхания – полевым методом СИД. Летние потоки CO2 из почв рассчитывали с помощью уравнения Аррениуса в модификации J. Lloyd, J.A. Taylor. Смикр определяли методом фумигации-экстракции, концентрацию CH2O и NH2O в водных вытяжках (1:40) – на Shimadzu TOC(N) analyzer, водорастворимых форм биофильных элементов и ТМH2O – ICP MS, pHH2O – потенциометрически.

Отклик эмиссии CO2 из почв на ремедиацию зависит от используемой технологии. При хемофитостабилизации не удалось достичь существенного снижения токсичности почв и увеличения их плодородия, и поэтому заметного роста биомассы продуцентов CO2 в почвах – корней и микроорганизмов – не произошло.

В то же время при перекрытии токсичных почв пустошей сконструированным слоем происходило гарантированное улучшение условий развития корней растений за счёт значимого роста pHH2O, уменьшения содержания TMH2O, а также увеличения содержания элементов питания (NH2O, PH2O, KH2O) и CH2O – источника энергии для микробных клеток. После нанесения плодородного слоя биомасса корней и микроорганизмов существенно возросла (в 18 и 5 раз). Это обусловило усиление потока CO2 в 4 раза, более половины которого приходилось на дыхание корней.

Таким образом, хемофитостабилизация техногенных пустошей не приводила к заметному увеличению биологической активности почв, тогда как при нанесении сконструированного плодородного слоя существенно усиливался не только общий поток CO2 из почв, но и изменялась структура его продуцирования за счёт возрастания участия корней.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-04-01028.

Влияние церия на элементный состав растений ячменя при внесении в дерново-подзолистую почву

Котельникова А.Д.[1,2], Волков Д.С.[2,3], Фастовец И.А.[2], Рогова О.Б.[2].

[1]МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
a.d.kotelnikova@gmail.com
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
obrogova@gmail.com
[3]МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва
dmsvolkov@gmail.com

Ключевые слова: лантаноиды, редкоземельные элементы, поглощение, питание растений.

Лантаноиды – это 15 металлов со схожими свойствами, которые являются частью группы редкоземельных элементов (РЗЭ). Их активное использование в различных отраслях экономики в последние десятилетия обратило на себя внимание специалистов, занимающихся оценкой изменений, происходящих в окружающей среде, так как увеличение концентрации лантаноидов в ней стало неизбежным следствием деятельности человека. Основным источником РЗЭ в почве являются подстилающие породы, а из антропогенных источников – процессы добычи и переработки, удобрения, в особенности фосфорные, и микроудобрения, содержащие лантаноиды. Влияние лантаноидов на растения активно изучается, но данные остаются противоречивыми и особенно недостает результатов по тестированию непосредственно почв, содержащих РЗЭ. Также важной является оценка изменений элементного состава растений, которые используются в сельском хозяйстве. Поэтому целью данной работы стала оценка изменений элементного состава растений ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.) при выращивании на образцах дерново-подзолистой почвы с внесением различных доз церия – второго по распространенности лантаноида.

В исследовании использовались образцы дерново-подзолистой почвы. Для тестирования в них вносили $CeCl_3$ в следующих концентрациях: 0, 10, 20, 50, 100 и 200 мг/кг почвы. Опыты ставились в четырехкратной повторности. В каждый сосуд, содержащий 2 кг почвы, высаживалось 10 семян ячменя (сорт «Михайловский»), после прореживания в каждом сосуде оставалось по 6 растений. Выращивание велось в фитотроне при температуре 20-25 ℃ в течении 40 дней. В полученной после окончания эксперимента фитомассе (отдельно в стеблях и листьях) методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой определялось содержание следующих микро- и макроэлементов: La, Ce, Pr, Nd, Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Al, Si, Ba, Cu, Mn, Sr, Zn. Также оценивалось содержание Ce в образцах тестируемой почвы для определения доступности внесенного элемента по следующим вытяжкам: водная, последовательная вытяжка 0,2 М $CaCl_2$, ацетатно-аммонийный буфер pH 4,8, 1 Н раствор HCl.

Статистический анализ полученных данных с применением критерия Крускала-Уолисса в программе Statistica позволяет отметить некоторые изменения в содержании элементов в выращенных растениях ячменя. Для стеблей и листьев наблюдается выраженный тренд на увеличение содержания Ce с ростом внесенной в почву

концентрации этого элемента. При этом статистической значимое изменение отмечается начиная с концентрации 100 мг/кг почвы для листьев и 200 мг/кг почвы для стеблей. Также наблюдается фракционирование Ce в растениях: листья ячменя накапливают до двух раз больше Ce, чем стебли. Разница в накоплении также растет с увеличением концентрации Ce в почве и достоверна при в вариантах опыта 100 и 200 мг/кг почвы.

Значимых изменений в содержании прочих элементов, содержание которых измерялось, не обнаружено, за исключением увеличения содержания Mn в листьях при внесении Ce 200 мг/кг почвы по сравнению с внесением 10 мг/кг и достоверного снижения концентрации La в листьях в варианте опыта 200 мг/кг по сравнению с контролем. Таким образом наблюдается антагонизм La и Ce, когда с увеличением поглощения церия поглощение лантана снижается. Также обращает на себя внимание, не достигающее значимости снижение содержания P при тестировании концентрации 200 мг/кг.

Наблюдаемые эффекты изменения содержания элементов происходят при концентрации Ce в сумме последовательных вытяжек хлоридом кальция, которая по мнению некоторых исследователей наилучшим образом отражает доступность для растений, равной 48±4,8 мг/кг, то есть порядка 30 % от вносимой в почву концентрации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-316-00026.

Изменение химического состава растительного опада в процессе его разложения в разновозрастных лесных сообществах средней тайги (Республика Коми)

Перминова Е.М., Холопов Ю.В., Ковалева В.А.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Республика Коми

Ключевые слова: вырубка, аминокислоты, растительные остатки

Непрерывность биологического круговорота веществ и почвенное плодородие обеспечивают процессы превращения растительного опада, представляющих собой комплекс сложных биохимических реакций, приводящих не только к разложению, но и к синтезу других сложных органических соединений. В данной работе рассмотрены некоторые закономерности превращения органических веществ в структуре растительного опада в процессе его разложения в условиях естественного лесовосстановления.

Исследования проводили на базе почвенного стационара (Республика Коми, Усть-Куломский р-н, средняя тайга), где ведутся долговременные комплексные исследования по изучению влияния сплошнолесосечных рубок на изменение типичных подзолистых текстурно-дифференцированных почв. Объектами исследований послужили участки ненарушенного ельника черничного (ПП1), а также молодняка первого класса возраста (ПП2) и средневозрастного лиственно-хвойного сообщества (ПП3), сформировавшихся после проведения сплошнолесосечных рубок в зимний период 2001/02 и 1969/70 гг. соответственно. Трансформацию растительного материала определяли в микрокосмах, методом изоляции в капроновых мешочках с размером ячеи 1 мм. На участках ПП1 и ПП2 субстратом служила живая часть растений мохового яруса, на участке ПП3 – листовой опад березы и осины. Растительный материал экспонировали в каждом сообществе в течение двухлетнего периода.

Скорость деструкции рассчитывали как потерю массы за конкретный период учета. В растительном материале оценивали на разных стадиях деструкции содержание общего углерода (Собщ.), общего азота (Nобщ.), углерода водорастворимых органических веществ ($С_{ВОВ}$) и связанных аминокислот.

В ходе исследования установлено, что скорость деструкционных процессов на начальных этапах в коренном еловом лесу выше, чем в послерубочных производных фитоценозах в 1.7-2.3 раза. К концу 2-х летнего периода экспозиции растительного материала потеря массы экспериментальных образцов на всех участках оказалась достаточно близкой и составила 40-44%, что соотносится с потерями общего органического углерода. Максимальной скоростью потери азота характеризовались первые 10 месяцев экспозиции (23-45%).

Аминокислотный состав растительного материала представлен аминокислотами из групп моноаминокарбоновых, моноаминодикарбоновых, диаминомонокарбоновых и гетероциклических кислот. Основной вклад вносят моноаминокарбоновые и моноаминодикарбоновые кислоты. В различные сроки отбора на разных площадках их значение варьирует от 80.3 до 83.2%. Из всех аминокислот максимальным

содержанием характеризуются аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты, суммарное содержание которых составляет 25.2-27.0 %, что характерно для многих растений и аминокислотного состава горизонта лесной подстилки в бореальных лесах. Минимальными концентрациями отличаются такие аминокислоты как метионин, цистин и гистидин.

В процессе трансформации растительных остатков на разных сроках отбора соотношение основных групп аминокислот кардинально не изменялось и оставалось аналогичным начальным показателям, тем не менее, к концу эксперимента были выявлены определенные изменения в абсолютных значениях содержания аминокислот в различном растительном материале. Трансформированные растительные остатки мхов участков ПП1 и ПП2 не отличались по суммарному содержанию аминокислот, в растительном материале участка ПП3 суммарное содержание аминокислот к конце срока экспозиции было выше в 1.3.

В результате расчета коэффициентов содержания оксиаминокислот к гетероциклическим аминокислотам и отношение алифатических аминокислот к циклическим аминокислотам до начала эксперимента и в конце эксперимента было установлено, что изменения в соотношении указанных групп аминокислот на участке ПП2 в процессе трансформации растительного опада незначительны. В то же время на участке ненарушенного ельника (ПП1) оба показателя к концу эксперимента снижаются, так вначале эксперимента соотношение содержания оксиаминокислот к гетероциклическим аминокислотам и отношение содержания алифатических аминокислот к циклическим аминокислотам составляло 1.9 и 5.6 соответственно, то к концу эксперимента эти значения были равны 1.7 и 5.6 соответственно. На участке спелого березняка (ПП3) прослеживается процесс некоторого накопления циклических аминокислот, о чем свидетельствуют расчеты данных коэффициентов: соотношение содержания оксиаминокислот к гетероциклическим аминокислотам изменяется от 1.7 на первых этапах до 1.8 в конце срока экспозиции, отношение содержания алифатических аминокислот к циклическим аминокислотам – от 5.7 до 6.1 соответственно.

Влияние эрозионно-аккумулятивных процессов на состояние почв малых водосборов в бассейне р. Сейм

Сёмочкина А А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва
s_anna15@mail.ru

Ключевые слова: сельскохозяйственные равнины, деградация почв, баланс наносов.

Введение. Сельскохозяйственная деятельность человека неблагоприятно влияет на состояние земель, что в первую очередь выражается в деградации почв в результате развития эрозии.

В исследовании сделана попытка количественно оценить интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов (ЭАП) на различных геоморфологических позициях на малом водосборе верховьев р. Лещинки (Тимский район Курской области, бассейн Сейма) в последние десятилетия, выявить вклад ЭАП в образование смытых и намытых почв, определить скорости процессов.

Материалы и методы

В бассейне реки Лещинки было проведено почвенно-морфологическое описание строения почв и отобраны пробы для анализа содержания ^{137}Cs. В пруду, расположенном в замыкающем створе исследуемой части бассейна был выполнен отбор 5 колонок донных отложений для визуального описания и анализов содержания ^{137}Cs и тяжелых металлов в сочетании с георадарным профилированием с поверхности ледяного покрова в зимний период.

Для уточнения и проверки результатов построены карты по модели смыва USLE/ГГИ. Дешифрирование структуры землепользования проводилось при помощи космических снимков BingSat, LandSat. Время заполнения пруда определено по разновременным снимкам как 1986 г., период активного сельскозяйственного освоения территории по историческим картам и документам составляет ~185 лет.

Результаты

Полученные по почвенно-морфологическому и радиоцезиевому методу значения темпов смыва в целом подтверждаются построениями по модели USLE/ГГИ и находятся в пределах средних значений темпов смыва на территории Центрально-Черноземного района России. Сравнить полученные значения (табл. 1, табл.2) мы можем только для пашни, так как расчёты по модели были сделаны на эту территорию, кроме того, модель не показывает аккумуляцию наносов.

Таблица1. Сравнение средних значений темпов ЭАП на пашне по данным различных методов

	Смыв, т/га/год	Аккумуляция, т/га/год
ПММ	14	7,35
Радиоцезиевый	15,2	3
Модель USLE/ГГИ	13,9	-

Таблица 2. Сравнения темпов ЭАП на различных геоморфологических позициях по данным радиоцезиевого и почвенно-морфологического методов

	Смыв, т/га/год	Аккумуляция, т/га/год	Смыв, т/га/год	Аккумуляция, т/га/год
На пахотных склонах	15,2	-	14	1,9
В распаханных ложбинах	5	3	3.1	12,8
На пойме	-	62,4	-	-
В нераспаханных днищах МЭФ	4,3	18,8	-	13,9

При итоговом рассчёте темпов смыва и аккумуляции почв на водосборе получились следующие статьи баланса наносов (табл.3):

Таблица 3. Расчёт баланса наносов

	Смыв, т/га/год	Аккумуляция, т/га/год	Масса смытой почвы, т/год	Масса аккумулированной почвы т/год
На пашне	16,15	3	132492,5	23730
В пруду	-	0,6	-	6624
На пойме	-	62,4	-	77782,85
В нераспаханных днищах МЭФ	4,3	18,8	1072,01	18747,66
ВСЕГО:			128818,51	126884,51

Выводы

1. Темпы эрозии по трём методам оцениваются в среднем от 13 до16 т/га/год, аккумуляции – от 3 до 8 т/га/год (только ПММ и радиоцезиевый методы), масса смываемой с пашни почвы почти 130 000 т/год (по радиоцезиевому методу).

Аккумулятивную статью баланса наносов составляет аккумуляция: в пруду - 5,14 %; на пашне - 18,42 %; в днищах нераспаханных МЭФ - 14,55 %; на пойме р. Лещинки - 60,38 %. 1,5 % наносов выносится через дамбу во время половодий, отлагается в русле реки, приводя к заилению водотока.

2. Эрозионно-аккумулятивные процессы на пашне и в долинно-балочной сети играют важную роль в перераспределении наносов и в деградации почв. Значительная доля смытого со склонов материала аккумулируется в днище долины р. Лещинки и приводит к заилению водотока. В целом, такая картина и наблюдается как на Лещинке, так и на других малых водотоках сельскохозяйственно освоенных равнин.

Использование органических добавок с целью ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами

Синичкина М.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
sinimaya98@gmail.com

Ключевые слова: техногенное загрязнение, гуматы, биоуголь, биологическая доступность

Введение

Проблема загрязнения окружающей среды весьма актуальна для таких индустриальных регионов, как Кольский полуостров, где расположены ГМК «Североникель» и «Печенганикель, которые являются крупнейшими в Северной Европе источниками выбросов серы и тяжелых металлов. Продолжительное воздействие выбросов привело к нарушению растительного покрова, деградации почв и формированию техногенных пустошей. Для ремедиации загрязненных территорий может быть перспективно применение органических веществ, которые способствуют улучшению почвенного плодородия и иммобилизации тяжелых металлов. Цель исследования – сравнительный анализ влияния гуматов калия и древесного угля (биоугля, biochar) на поглощение металлов растениями при ремедиации техногенных пустошей.

Объекты и методы

Полевой эксперимент проводили на техногенных пустошах вблизи комбината «Североникель». Почвенный покров пустошей представлен иллювиально-железистым химически загрязнённым подзолом на моренных отложениях в 5 км от комбината и хемоземом, загрязненном Cu и Ni по подзолу иллювиально-железистому, на моренных отложениях в 3 км от комбината. На опытные участки были внесены: гуматы калия (0,5% от массы почвы) и биоуголь (0,5% и 1% от массы почвы), также заложен контрольный участок. В качестве тест культуры была выбрана овсяница красная (Festuca rubra L.). Эксперимент проводили в течение 3 месяцев. Содержание элементов питания и загрязняющих металлов в побегах и корнях овсяницы определяли после сжигания растений в концентрированной азотной кислоте с добавлением пероксида водорода при температуре 150°C методом масс-спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP MS).

Результаты и обсуждение

Содержание элементов в растениях на участках, где были внесены гуматы калия и биоуголь разных концентраций отличаются от содержания в растениях контрольных участков. Применение органических добавок улучшает доступность некоторых питательных элементов. Внесение гуматов калия приводит к резкому увеличению поглощения калия и его поступлению из корней в побеги овсяницы. Также внесение гуматов калия способствует увеличению концентраций марганца в корнях и побегах, который в данном регионе находится в дефиците. При внесении биоугля в побегах увеличивается содержание кальция.

Применение гуматов калия способствует снижению концентраций в растениях основных поллютантов – меди и никеля, особенно их поступлению в побеги. Действие гуматов калия обусловлено процессами сорбции и образования комплексных соединений с тяжелыми металлами. Внесение биоугля, согласно полученным данным, не приводит к существенным изменениям концентраций металлов-загрязнителей в растениях. Отсутствие положительного эффекта от применения биоугля может быть связанно с качеством используемого материала, в первую очередь со степенью его дисперсности, а также непродолжительным периодом воздействия. Содержание серы в корнях растений с внесением гуматов калия и биоугля снижается. В побегах концентрация серы существенно не изменяется, а в отдельных случаях увеличивается по сравнению с контрольным участком, что может быть обусловлено неравномерным поступлением и поглощением соединений серы из атмосферы.

Выводы

Применение гуматов калия способствует иммобилизации тяжелых металлов и улучшению питания растений и может быть весьма перспективно для ремедиации загрязненных почв. Использование биоугля как сорбента тяжелых металлов при восстановлении загрязненных территорий требует дальнейшего исследования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-04-01028.

Исследование процессов развития ветровой эрозии в лесостепной зоне Республики Башкортостан

Сулейманов А.Р.

Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УИБ УФИЦ РАН), Уфа

filpip@yandex.ru

Ключевые слова: дефляция, орография, ГИС-технологии, ДЗЗ, моделирование эрозии

В настоящее время проблема ветровой эрозии почв встречается во многих уголках нашей планеты. Как отмечено в докладе «Глобальное потепление 1,5º С», подготовленным межправительственной группой экспертов при ООН, изменения климата на территории нашей страны происходит в несколько раз быстрее, чем в среднем по миру, что способствует развитию различных деградационных процессов почвенного покрова. Так, во многих регионах России, вследствие глобального потепления, с одной стороны повышается засушливость климата, возрастает количество ураганных ветров, приводящих к усилению развитию ветровой эрозии и процессов засоления почв, с другой – возрастает интенсивность ливневых осадков, вызывающих водную эрозию почв или (и) затопление низинных ландшафтов.

Так, влияние глобального потепления сказывается и на одном из южных субъектов России – Республики Башкортостан. Ветровая эрозия чаще всего возникает в районах с неустойчивым и недостаточным увлажнением. За последнее десятилетие в республике в целом отмечается снижение количества осадков и скорости ветров. Тем не менее в лесостепной зоне выявлено повышение значений среднемесячной максимальной скорости ветра в августе, что на фоне уменьшения осадков и увеличения цикличности сильных ветров в горных районах, могут указывать на вероятное развитие разрушительных процессов на незащищенных растительностью территориях.

На текущий момент последние комплексные изучения процессов дефляции на территории Башкирии датируются 80-ми годами прошлого столетия. В связи с этим главной целью исследования является сбор актуальных сведений о процессах ветровой эрозии в лесостепной зоне, их моделирование и ретроспективный анализ с данными дистанционного зондирования Земли и историческими источниками.

Исследования проводились на сельскохозяйственных угодьях Давлекановского и Стерлитамакского районов. В ходе работ изучены физико-химические свойства почв. Применены и апробированы геоинформационные методы моделирования дефляции. Изучена корреляция между физико-химическими свойствами почв, характером растительного покрова, орографическими особенностями рельефа, методами механической обработки земель и развитием эрозионных процессов. На изучаемых объектах установлено активное развитие деградационных процессов, что обуславливает проведение почвозащитных и агромелиоративных мероприятий.

Типологический анализ устойчивости почвенных комбинаций к деградации в условиях техногенного засоления (Солигорский горнопромышленный район Беларуси)

Червань А.Н., Исаева О.И.
Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси, Минск
ChervanAlex@mail.ru

Ключевые слова: агроландшафт, геосистема, структура почвенного покрова, деградация, геоинформационные системы

Почвенные комбинации структуры почвенного покрова рассматриваются как территориальные единицы для учета и оценки степени техногенного воздействия на почвы сельскохозяйственных земель.

Крупномасштабное почвенное обследование в геоинформационной программной среде позволило определить критерии выделения, иерархическую группировку и номенклатуру почвенных комбинаций, обладающих типовыми показателями почвенно-ресурсного потенциала и устойчивости к деградации почв. По результатам геосистемной инвентаризации структуры почвенного покрова представлена типовая характеристика почвенных комбинаций, состоящих преимущественно из дерново-подзолистых (retisols), дерново-подзолистых глеевых (gleysols) и торфяных низинных (histosols) почв, разной степени засоления и устойчивости к техногенному химическому воздействию. Создана геоинформационная база данных почвенно-земельных ресурсов с сетью георефернсированных картографических материалов по оценке природных и антропогенных факторов техногенного засоления почв на территории Солигорского горнопромышленного района.

Выполнен геоинформационный статистический анализ пространственных и атрибутивных данных факторов трансформации почв и почвенного покрова с оценкой результатов анализа с учетом границ почвенных разновидностей, включая характеристику типового разнообразия устойчивости агроландшафтов обследуемого района к техногенному воздействию.

На основе кросс-слойного геостатистического анализа естественных и техногенных факторов трансформации почв и почвенного по ключевым участкам проанализировано распределение загрязняющих веществ в почвенном покрове с использованием геохимических катен в программной геоинформационной среде в пахотных и подпахотных горизонтах почв. Представлены результаты оценки техногенного засоления сельскохозяйственных земель хлоридами и водорастворимым натрием, включая анализ соотношения содержания в пахотных и подпахотных слоях почвы (отношение подвижности и запасов вещества) и среднее значение водорастворимых форм элементов. Учитывается распределение основных загрязнителей по профилю дерново-подзолистых почв разной степени увлажнения.

Репрезентативность заложенной сети обеспечивается проведенной типологической инвентаризацией сельскохозяйственных почв по почвенным комбинациям с использованием данных дистанционного зондирования для их пространственной идентификации.

Разработаны модели пространственно-временного распределения загрязняющих веществ в почвенном покрове Солигорского горнопромышленного района с учетом фактического содержания основных водорастворимых элементов в пахотных и подпахотных горизонтах почвы и геосистемной инвентаризации структуры почвенного покрова по типам земель.

По результатам анализа распределения загрязняющих веществ в почвенном покрове с использованием геохимических катен в программной геоинформационной среде в пахотных и подпахотных горизонтах почв Солигорского района определена степень техногенного засоления сельскохозяйственных земель хлоридами и водорастворимым натрием с учетом прогнозных значений в разных метеорологических условиях.

В соответствии с фактическим уровнем техногенного загрязнения и устойчивости почвенных комбинаций предлагается территориальное планирование разработанных эффективных мер и приемов рекультивации техногенно засоленных почв с формированием соответствующих систем земледелия при помощи геоинформационных технологий. Рассмотрены сельскохозяйственные культуры, по-разному толерантные к засолению с учетом биологической и агрономической солеустойчивости и оптимизация системы удобрения зерновых культур с учетом пространственного распределения структур почвенного покрова по типам земель.

Таким образом, внедрение практики адаптивно-ландшафтного земледелия в границах Солигорского горнопромышленного района возможно на основе использования результатов пространственного геосистемного анализа техногенного засоления, с одной стороны, и эффективной локализации предлагаемых мер по лимитированию негативного техногенного воздействия в границах типов земель сельскохозяйственных предприятий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ в рамках научного проекта № Б17РМ-061 от 01 июня 2017 г.

ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Эколого-геохимические особенности загрязнения свинцом почв объектов строительства в Самарской области

Воробьева К.Ю., Прохорова Н.В. [1]

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

kseniya-vorobeva-1990@mail.ru

Ключевые слова: техногенное загрязнение, тяжелые металлы, химическое загрязнение почв

Ежегодно из антропогенных источников в среду, окружающую людей, попадает около 450 тысяч тонн свинца.

Количественная оценка содержание свинца в почвах населенных пунктов Самарской области производилась в зависимости от интенсивности и характера землепользования. Этот аспект важен, так как фоновое загрязнение территорий, отводимых под строительство, после ввода объектов в эксплуатацию может негативно влиять на здоровье людей и экосистемы в целом.

Поскольку тип городских земель и характер землепользования являются формирующими факторами развития почв, то целесообразно выделять следующие категории земель: селитебные территории, промышленные территории, земли сельскохозяйственного назначения, земли резерва.

К категории селитебных территорий нами были отнесены пробные площади в границах населенных пунктов с населением более 70 000 человек (г. Самара, г. Тольятти, г. Чапаевск), пробные площади в населенных пунктах с численностью населения менее 10 000 человек (н.п. Новосемейкино, н.п. Сергиевск, н.п. Челно-Вершины Самарской области), к категории земель сельскохозяйственного значения отнесены пробные площади, взятые в Сергиевском (100 км от г.Самары), Богатовском (85 км от г.Самары), Борском (100 км от Самары) районах области.

При количественной оценке содержания свинца в почве пробных площадей его содержание сравнивалось с предельно допустимыми концентрациями, принятыми согласно ГН 2.1.7.2041-06 и с фоновым содержанием тяжелых металлов в почвах (ориентировочные значения для средней полосы России), согласно опубликованным литературным данным, а также в соответствии с таблицей 4.1 СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.

Максимальное среднее содержание свинца в почвах городов с населением более 70 тыс.чел. обнаружено на пробной площади в г.Тольятти и составляет 24,9 мг/кг, что на 5 мг/кг превышает фоновый показатель для средней полосы России. В целом, фоновый показатель превышен на 3 из 6 пробных площадей (50%) в рассматриваемых населенных пунктах. Высокий коэффициент вариации (max V=92,5%) содержания свинца в почвах города говорит о крайней неоднородности его распределения. Показатель стандартного отклонения,

сильно варьирующий на всех пробных площадях, также свидетельствует о том, что данные содержания элемента сильно рассеяны относительно среднего значения.

Значительное накопление свинца, выявленное в почвах центральных районов исследуемых населенных пунктов, характеризуется повышенной плотностью автомобильного движения. В местах повышенного скопления автотранспорта (обочины крупных дорог, автогаражи) высокие уровни накопления свинца, вероятно, обусловлены использованием, до недавнего времени, бензина, содержащего тетраэтилсвинец.

Максимальное среднее содержание свинца в почвах населенных пунктов с численностью населения менее 10 тыс. чел. выявлено на 1 из 6 пробных площадей (17%) и составило 21,77 мг/кг, что незначительно превышает фоновый показатель для средней полосы России. Коэффициент вариации (max V=42,3%) свидетельствует о наиболее неоднородном распределении свинца в пределах пробной площади в п.г.т. Челно-Вершины. Показатель стандартного отклонения отражает максимальный разброс показателей относительно среднего значения на пробной площади в п.г.т Сергиевск при повторном отборе в 2014г.

По мере удаления от областного центра и крупных промышленных городов наблюдается уменьшение количественного содержания свинца в почвах. Наименее загрязненной свинцом, по сравнению с остальными анализируемыми селитебными территориями, является пробная площадь в п.г.т. Новосемейкино. В 2014г количественное содержание свинца составило 7,29 мг/кг, при повторном отборе в начале 2015 года – 13,63 мг/кг, в конце – 3,04 мг/кг. Отчасти пониженные концентрации свинца в почве могут объясняться тем, что исследованная пробная площадь расположена на возвышенности, откуда происходит выдувание и вымывание загрязнителей с последующим осаждением в низинных участках рельефа.

Максимальное среднее содержание свинца в почвах территорий сельскохозяйственного назначения выявлено на 2 из 8 пробных площадей и составило на 24,16 мг/кг на пробной площади в Сергиевском районе в третий год отбора и 34,12 мг/кг в Богатовском районе при отборе проб в 2012 году, что превысило фоновый показатель содержания свинца в почвах для средней полосы России. Наибольший показатель стандартного отклонения выявлен также на пробной площади в Богатовском районе, что свидетельствует о наличии локальных очагов высоких концентраций загрязнений. Причиной локального загрязнения почвы может стать розлив дизельного топлива, источником тяжелых металлов в почве зачастую являются отработанные элементы автомобилей, тракторов, подвергающиеся коррозии в верхнем почвенном слое.

Распределение стронция в почвах, прилегающих к фосфогипсовым дорогам

Горлов А.А., Рогова О. Б.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
phes@bk.ru

Ключевые слова: фосфогипс, стронций, отношение Ca/Sr, загрязнение почв.

Фосфогипс – высокообъемный отход производства фосфорных удобрений, который в тоже время многими признается вторичным ресурсом, использование которого возможно в различных отраслях хозяйственной деятельности (мелиоративная деятельность, производство строительных смесей, строительство автодорог, целлюлозно-бумажная промышленность).

Целью работы является: исследование влияния фосфогипса, использующегося в основании автомобильных дорог, на концентрацию стронция в почвах.

Исследовали почвы, расположенные вблизи от основания фосфогипсовых дорог в степных и лесных ландшафтах: черноземы южные, прилегающие к фосфогипсовой дороге с асфальтовым покрытием, каштановые почвы, прилегающие к фосфогипсовой дороге без асфальтового покрытия и дерново-подзолистые почвы, прилегающие к дороге, в основании которой использовался фосфогипс.

Образцы почвы отбирали послойно по трансектам, включающим 8 точек опробования по мере удаления от основания дороги. Валовое содержание стронция (Sr), кальция (Ca) и других элементов определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА)

Обнаружено влияние фосфогипса на элементный состав почв в целом и на концентрацию стронция, в частности. Во всех изученных почвах, расположенных вблизи от дорог с фосфогипсовым основанием, было отмечено повышенное содержание стронция в поверхностном горизонте. Связано это преимущественно с растворением легкорастворимых соединений, присутствующих в фосфогипсе.

Почвы участков, расположенных вблизи от дорожного полотна (до 6-10 м), отличаются повышенной концентрацией стронция (231-504 мг/кг). Коэффициент концентрации Sr в загрязненных образцах относительно фоновых почв достигает значений в 2,3-2,9 единицы, но при этом находится ниже верхнего безвредного предела содержания в 600 мг/кг [1, 3].

Радиальное распределение стронция в почвах степной зоны имеет схожие характеристики. Наивысшие концентрации отмечаются в почвах, расположенных на незначительном расстоянии от дорожного полотна (до 6 м). Профильное распределение характеризуется накоплением стронция в гумусовом и карбонатном горизонте, что соответствует химическим свойствам изучаемого элемента.

Концентрация стронция в каштановых почвах (212-504 мг/кг) выше фоновых концентраций до 2,3 раз. Черноземные почвы, прилегающие к автомобильной дороге, имеют значительно меньшие концентрации.

Валовое содержание стронция в точках, расположенных вблизи от дорожного полотна 158-196 мг/кг, незначительно (в 1-1,3 раза) превышая фоновые значения.

Коэффициент концентрации стронция в близких к автомобильной дороге дерново-подзолистых почвах составляет 1,1-1,6 при абсолютных значениях 162 - 220 мг/кг.

Для оценки степени опасности загрязнения почв стронцием использовался также коэффициент, характеризующий отношение концентраций Ca/Sr. Анализ полученных результатов показал незначительную радиальную дифференциацию стронция по профилю, с некоторым накоплением элемента на карбонатном и сульфатном барьерах. Отношение Ca/Sr в изученных почвах варьирует в пределах 34-550 единиц, и зависит преимущественно от концентрации кальция в почве. Ни в одном образце не было отмечено значений меньших установленного минимального уровня (30 мг/кг [2]).

Литература

1. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 299 с.

2. Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2007. 45 с.

3. Любимова И.Н., Рогова О.Б., Хан В.В., Терсин В.А., Устименко О.В. Использование фосфогипса при строительстве дорог. Сборник трудов III Международной научной экологической конференции. Краснодар, 2013. 380-385 с.

Физические и химические свойства дорожной пыли г. Москвы

Дунаева А.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
ana-dun@yandex.ru

Ключевые слова: дорожная пыль, поллютанты, снегоотбор, гидрофизика почв, загрязнение дорожной пыли, придорожные почвы

Крупным городам характерна высокая мозаичность загрязнения, в том числе и почвенного покрова. Это связано, в первую очередь, с различиями, как в объемах выпадающей пыли, так и ее физическими и химическими свойствами, обусловленных комплексностью источников загрязнения в условиях крупных мегаполисах. Однако основным источником поступления поллютантов для городов являются магистрали, вдоль которых происходит аккумуляция почвой дорожной пыли. Это ведет к тому, что почвы придорожных зон могут выступать в качестве вторичного загрязнителя атмосферного воздуха. Цель работы заключалась в изучении и сравнении основных физических и химических свойств образцов дорожной пыли разных районов г. Москвы. Были поставлены следующие задачи: 1) провести отбор образцов дорожной пыли в разных местах города Москвы; 2) провести определение основных физических свойств образцов; 3) провести анализ химических свойств образцов.

Отбор дорожной пыли был проведен в черте г. Москва (Минская улица, Ломоносовский проспект) и в пригороде – г. Люберцы (Шоссейная улица) и Новорижское шоссе. Были использованы методы смета с поверхности дорожного полотна и сбора из снежного покрова. Выбор месторасположения точек отбора образцов обоснован близостью к крупным дорожным магистралям и их высокой загруженностью автотранспортом.

Исследования показали, что количество дорожной пыли сильно варьирует в зависимости от места отбора проб. Наибольшая аккумуляция закономерно обнаружена для территорий, располагающихся в непосредственной близости к дорожному полотну.

Изучение состава снежного покрова выявили его слоистость по степени загрязнения. В талой воде наибольшая концентрация ионов Cl^- и K^+ характерна для Минской улицы с многочисленными пешеходными дорогами, где особенно активно применяются антигололедные средства в зимнее время.

Было проведено фракционирование образцов дорожной пыли, собранной на Минской улице и Новорижском шоссе, показавшее преобладание частиц размером 0,25-0,5 и 0,1–0,25, соответствующих мелкому и среднему песку. Это может привести к облегчению гранулометрического состава придорожных почв, что, в свою очередь, сужает диапазон доступной для растений влаги и требует частого полива в засушливый период.

Почвы вдоль дорог требуют особого внимания. Как правило, именно на них растения испытывают сильный стресс, как из-за токсичности загрязняющих веществ, так и вследствие нехватки доступной влаги.

Мониторинг процесса биорекультивации и восстановления растительности на отвале фосфогипса с использованием индекса NDVI

Ермолаев Н.Р. [1], *Юдин С.А.*[1], *Белобров В.П.*[1]

[1] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

Hukitoc94@gmail.com

Ключевые слова: ДЗЗ, биорекультивация, NDVI, АО «Апатит», Балаково

Производство фосфорсодержащих удобрений связано с вопросом рекультивации отвалов фосфогипса, образующихся в процессе переработки апатито-нефелиновой руды. В этой связи определенное внимание необходимо уделить биологической рекультивации, как наиболее эффективному экологическому методу. Восстановление растительности на поверхности отвалов является ключевым моментом для создания природоподобных ландшафтов.

Многие отечественные и зарубежные специалисты по биологическому восстановлению земель уделяют большое внимание процессам естественного зарастания нарушенных территорий, во многом определяющих выбор растений для проведения биологического этапа планируемой рекультивации. Объектом изучения является поверхность отвалов фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит». Город Балаково расположен на левом берегу реки Волги (Нижней Волги), в 176 км к северо-востоку от Саратова.

Целью работы является выявление оценка и изучение растительного покрова с применением технологий дистанционного зондирования и получение объективных данных о текущем состоянии растительного покрова инструментальными методами. Исследование проводилось в рамках оценки эффективности применения биологической рекультивации отвала фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит» по материалам предыдущих исследований 2013-2015 гг. и за период 2016-2017 годы после внедрения технологии с формированием террас, которые перекрывались основным рекультивантом – шламом.

Исследование потенциала естественного восстановления растительности предполагает определение рядов сукцессий и их продолжительности. Получение данных о реальной и ретроспективной фитопродуктивности, формирующихся на отвалах биоценозов, крайне затруднительно из-за трудоемкости работ и больших временных затрат.

В настоящее время эффективным средством сбора пространственной информации о распределении растительности за период времени, представляют собой методы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Одним из методов обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования является расчет различных индексов, вегетационных, почвенных, гидрологических и т.п. Наиболее распространённым и удобным для определения динамики фитопродуктивности территории, является вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Объектом исследования является поверхность отвалов фосфогипса БФ АО «Апатит. В исследованиях 2018 года применялся анализ снимков NDVI, полученных в результате обработки космических снимков. Индекс NDVI является оптимальным параметром для характеристики фитопродуктивности в экологических исследованиях. Он является стандартизированным индексом, показывающим наличие и состояние растительности (относительную биомассу).

Для крупномасштабного картирования и построения изображений индекса NDVI использовалась программа Q-gis, в частности, отдельный плагин semi automatic classification plugin, и космические снимки системы Sentinel-2 с пространственным разрешением пикселя 10 метров. Выбор программы был обусловлен ее доступностью и простотой в использовании.

В ходе наземных исследований было выявлено, что растительность на поверхности отвала встречается на террасированных площадках бортов террикона юго-западной, южной и северо-западной экспозиции.

В процессе машинного анализа космических снимков за 2016, 2017 и 2018 годы было выделено 4 группы поверхностей с разным значением индекса NDVI:

NDVI – меньше 0,1 без растительности;

NDVI – 0,2-0,3 растения слабо развиты, сильная изреженность или и то и другое;

NDVI – 0,3-06 растения хорошо развиты наблюдаются отдельные «проплешины»;

NDVI – 0,6 и более, очень хорошее состояние сплошного растительного покрова близкого к естественным растительным ландшафтам.

Анализ значений NDVI позволил уверенно идентифицировать наличие растительности на поверхности отвала фосфогипса. На площадках, где наблюдалась наиболее «пышная» растительность отмечались высокие значения NDVI.

На основе статистического анализа в программной среде Q-gis, были построены графики отражающие динамику растительности с разными значениями вегетационного индекса с 2016 по 2018 год.

Проведенные исследования показали, что спутниковые данные позволяют получать информацию о пространственных и временных тенденциях нарастания и восстановления растительности на отвалах фосфогипса.

Данная информация может быть использована для оценки параметров нарастания фитомассы в процессе смены фенологических фаз развития растений и климатических условий произрастания. Результаты фитомониторинга необходимы для проектирования, контроля и оценки эффективности технологий рекультивации отвалов фосфогипса.

Анализ изменений индекса NDVI в пространстве и времени свидетельствует о том, что растения на отвалах фосфогипса находятся условиях непрерывного роста и восстановления. Площадь, занятая растительностью на отвале, увеличилась почти в 3,5 раза, а значение NDVI выросло с 0,01- 0,02 до 0,49-0,56.

Характеристика гидролитической прокариотной компоненты чернозема, загрязненного нефтью, с внесением каолинита

Ерофеева А.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
grey_ocean@mail.ru

Ключевые слова: метаболически активный прокариотный комплекс, чернозём, нефть, каолинит, метагеномный анализ, гибридизация клеток *in situ* (FISH)

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами является наиболее распространенным типом техногенного загрязнения почвы, наряду с тяжелыми металлами.Трансформация почвы и ее физико-химических свойств под воздействием полютанта отражается главным образом на живых организмах. Изменение структуры микробного сообщества происходит в сторону снижения видового разнообразия и увеличения численности устойчивых видов, способных к гидролитической активности в отношении загрязнителя. Существует мнение, что внесение глинистых минералов в качестве ремедиантов стимулирует развитие микроорганизмов-гидролитиков и синтез гидролитических ферментов, ускоряя процесс очищения почвы, в дополнение к адсорбции нефти.

Молекулярно-биологическими методами (FISH, метагеномным анализом) исследованы почвенные прокариотные комплексы микрокосмов чернозёма обыкновенного, загрязненных нефтью Азово-Кубанского месторождения и подвергнутых ремедиации путем добавления каолинита. Были созданы 4 варианта микрокосмов – контрольный образец с увлажненной почвой, образец загрязненный нефтью, образец с внесенным в загрязненную почву каолинитом, образец с увлажненной почвой и каолинитом.

Во всех исследуемых вариантах обнаружены метаболически активные представители как домена *Bacteria*, так и домена *Archaea*. Метаболически активные представители домена *Bacteria* преобладают над доменом *Archaea*, минимум в 1,5 раза. Структура сообщества претерпевает следующие изменения: в образцах с нефтью доля архей возросла в 2,5 раза по сравнению с контролем, при этом доля бактерий изменилась слабо (уменьшение в 1,2 раза). Добавление только каолинита увеличивает долю архей в 2 раза и не влияет на численность бактерий. В образце с ремедиантом (минералом) численность метаболически активного прокариотного комплекса выше, чем в загрязнённом образце без каолинита. Среди домена *Bacteria* обнаружены метаболически активные представители филогенетических групп *Acidobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, Planctomycetes, Proteobacteria, Verrucomicrobia.* В контроле среди представителей *Proteobacteria* доминирует род *Rhizobia*. В загрязнённых образцах – род *Pseudomonas*. В филуме *Firmicutes* в нефезагрязненном образце были выявлены роды *Selenomonas* и *Clostridia*, указывающие на появление анаэробных условий. В “ремедиированном” образце данные роды обнаружены не были. Среди филума *Verrucomicrobia* выявлен род *Opituta.* Среди филума *Bacteroidetes* выявлены роды *Sphingobacteria* и *Cytophaga*.

Структура комплекса архей в образцах различется. Произошла смена доминанта с *Taumarchaeota* в контроле на *Euryarchaeota* в остальных опытных образцах. По результатам метагеномного анализа класс *Thermoprotei*оказался доминантным в филуме *Creanarchaeota*.

Факторы засоления почв участков «Червленое» и «Дубоовражный» Светлоярской оросительной системы

Кравченко Е.И.
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
krav4enko_elena@mail.ru

Ключевые слова: Засоленные почвы, орошение почв, химизм засоления, степень засоления

Засоленные почвы – большая группа почв разного генезиса, для которой характерно наличие в профиле легкорастворимых солей в количестве, ухудшающем плодородие почв и отрицательно влияющем на рост и развитие большинства растений (Засоленные…, 2006). В почвоведении к легкорастворимым относятся соли, растворимость которых превышает растворимость гипса (2 г/л): гидрокарбонаты и карбонаты натрия, хлориды и сульфаты натрия и магния, хлорид кальция, нитраты и нитриты щелочных и щелочноземельных металлов (Засоленные…, 2006). Засоленные почвы составляют около 21% сельскохозяйственных угодий России (Научные…, 2013). Однако большая часть почв не была засолена изначально. Вследствие неправильного способа орошения, выбранного без учета природных условий, в почвах развивалось вторичное засоление. Под вторичным засолением почв понимают накопление в почве солей в результате искусственного изменения водного режима (Зайдельман, 2003). Изучение факторов как природного, так и вторичного засоления на конкретных примерах позволяет найти пути решения проблемы засоления почв оросительных систем и дать рекомендации по применению тех или иных методов мелиорации засоленных почв.

Целью исследования было выявление вклада различных факторов засоления на примере 2-х участков Светлоярской оросительной системы: «Червленое» и «Дубоовражный».

Участок «Червленое» расположен в пределах северных отрогов возвышенности Ергени; естественные почвы этого участка – светло-каштановые солонцовые комплексы, сформировавшиеся на средних лёссовидных суглинках; второй участок – «Дубоовражный», расположен в пределах Сарпинской ложбины. Естественные почвы этого участка – также каштановые солонцовые комплексы, сформировавшиеся на хвалынских суглинках, подстилаемых хвалынскими шоколадными глинами.

Почвообразующие (и подстилающие породы) обоих участков исходно засолены. Оба участка расположены в континентальном засушливом климате.

В работе рассмотрены факторы засоления почв отдельно для каждого участка и проведено сравнение степени и химического состава засоленных почв по данным водной вытяжки. Факторный анализ выполнялся с помощью инструмента ANOVA в программе Statictica-6. Рассматривались следующие факторы: рельеф (мезо- и микро-), засоление почвообразующих и подстилающих пород, способы орошения (дождевание на Червленом, капельное на Дубоовражном). Почвы участка «Червленое» незасолены в пределах слоя 0-30 см,

почвы участка «Дубооврaжный» также практически незасолены до глубины 30 см, за редким исключением. На участке «Червленое» распределение солей солончаковатое, либо глубокосолончаковатое. Профили засоления (до глубины 2 м) по большей части срединно-аккумулятивные (по классификации Научные…, 2013). На Дубооврaжном участке в основном распределение солей нисходяще-аккумулятивное, в некоторых случаях с поверхностной аккумуляцией солей. Степень засоления на Червленом варьирует от слабой до очень сильной в нижних частях профиля; химизм засоления почв в основном хлоридно-сульфатный натриевый, реже встречаются сульфатно-хлоридный, хлоридный и сульфатный типы засоления по анионам, по катионам также присутствует магниево-натриевый типы засоления. На Дубооврaжном участке степень засоления варирует от слабой до сильной, в редких случаях встречается очень сильная степень засоления. Химизм засоления сульфатный, хлоридно-сульфатный, реже встречаются хлоридно-гидрокарбонатный, по катионам – натриевый и магниево-натриевый. В ряде случаев на обоих участках в образцах присутствует токсичный магний, реже кальций, связанный преимущественно с хлорид-ионами, что является индикатором вторичного засоления почв.

Первые результаты показали, что основной вклад в развитие процесса засоления вносят такие факторы засоления почв, как рельеф и почвообразующие породы. Способ орошения вносит значительно меньший вклад в развитие процессов засоления исследуемых участков.

Использованная литература:

1. *Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв/М: изд-во МГУ, 2003.- 448с.*
2. *Засоленные почвы России/Отв.редакторы Л.Л. Шишов, Е.И. Панкова. –М.:-ИКЦ «Академкнига», 2006.- 853 с.*
3. *Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т.1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – 756 с.*

Эколого-экономическая оценка деградации земель Липецкой области сельскохозяйственного назначения

Куделин В.Н.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
vlad-92-92@mail.ru

Ключевые слова: деградация почв, ущерб/вред от деградации, эколого-экономическая оценка.

Почвы сельскохозяйственных угодий черноземной зоны Русской равнины подвержены различным деградационным процессам - водной эрозии, загрязнению пестицидами, тяжелыми металлами, переуплотнению и т.д. Кроме того, за последние 20-30 лет значительные территории даже в Черноземье выбыли из хозяйственного использования, перейдя в залежное состояние.

Эколого-экономическая оценка последствий деградации земель крайне важна для разработки алгоритма оптимального управления земельными ресурсами на различных иерархических уровнях административно-хозяйственного устройства государства - национальном, региональном, муниципальном, уровне отдельного хозяйства.

За пределами России разработаны и апробированы различные методы оценки деградации земель, в том числе, учитывающие широкий набор экосистемных сервисов. Как правило, монетизация (денежная оценка) экосистемных сервисов осуществляется при определении величины ущерба окружающей среде и формировании связанных с ним компенсационных выплат.

В Российской Федерации оценка традиционно проводится посредством расчета величины ущерба/вреда, нанесенного землям в результате проявления таких процессов деградации как водная и ветровая эрозия, дегумификация, загрязнение, засоление и др. Оценка ущерба от деградации земель в соответствии с российскими подходами чаще всего игнорирует применение экосистемных сервисов.

Целью проведенных исследований явилась оценка ущерба/вреда от деградации почв и земель агрохолдинга АО «АгроГард» (Липецкая область, Усманский район). По равномерной случайно-упорядоченной сетке был проведен отбор 112-ти поверхностных смешанных проб (глубина пробоотбора 0-20 см). В отобранных пробах измерена плотность сложения почв, осуществлен анализ некоторых химический свойств (pHводн, содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия). Путем сопоставления с эталонной почвой была определена степень деградации почв по пятибалльной шкале для каждого изучаемого показателя. Для сельскохозяйственных территорий АО «АгроГард» были определены следующие деградационные процессы: переуплотнение почв, уменьшение содержания гумуса и питательных веществ в почвах по сравнению с недеградированными аналогами (эталонами), выведение земель из хозяйственного оборота. С

использованием нескольких российских методик была рассчитана величина ущерба/вреда от деградации почв и земель.

Кроме того, для данной территории был создан обширный пакет электронных картографических продуктов, составлены карты по ряду химических и физико-химических показателей, а также составлены карты степени деградации территории по основным деградационным процессам.

Оценка состояния почв под влиянием объекта размещения твёрдых коммунальных отходов (Московская область)

Михель И.Е.
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
irina.mixel@yandex.ru

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, фильтрат, полигон ТКО, загрязняющие вещества.

Объекты размещения твёрдых коммунальных отходов (ТКО) представляют собой сложные техногенные образования и расцениваются как одни из наиболее распространенных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду. Эти объекты являются источниками загрязнения различных компонентов природной среды: атмосферного воздуха, воды, почв. В теле полигона даже после его закрытия продолжительное время протекают сложные биохимические процессы. Присутствующие и вновь образующиеся вещества под воздействием атмосферных осадков формируют фильтрат, который мигрирует, загрязняя сопредельные среды. Нормирование уровня содержания загрязняющих веществ и оценка состояния почв – важная задача охраны и рационального использования природной среды.

Целью работы является оценка влияния объекта размещения ТКО на почвы после его консервации.

Объект изучения представляет собой полигон захоронения отходов, действующий с 1974 года и законсервированный в 2016 году. На местности, примыкающей к полигону, получили развитие дерново-подзолисто-глеевые почвы. В настоящее время исследуемая территория относится к землям ООПТ.

Для оценки воздействия полигона на почвы прилегающей территории были заложены контрольные площадки в направлении общего уклона местности по градиенту удаления от полигона, а также площадка на фоновой территории лесничества. Образцы проб почв отбирались методом конверта в границах почвенных горизонтов. В отобранных образцах почв и фильтрата, выделяющегося из тела полигона, определялись: тяжелые металлы в почве рентгеноспектральным методом; нитраты, нитриты, хлориды, сульфаты, сульфиды, фосфаты в почвах (водорастворимые формы) и фильтрате - ионной хроматографией; металлы в фильтрате - спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой.

Фильтрат представляет собой насыщенный многокомпонентный водный раствор, химический состав которого непостоянен в разные годы и периоды. Результаты анализа фильтрата в 2017 году показали превышение содержания только марганца в его составе, в 2018 – наличие загрязняющих веществ, превышающих установленные значения предельно допустимых концентраций (ПДК) для хозяйственно-питьевого назначения: аммоний – 844 ПДК), хлориды (4,3ПДК), мышьяк (8ПДК), никель (5ПДК), марганец (9,6 ПДК). Содержание органического вещества составляло 644 мг/л, что, отразилось на значениях ХПК (53ПДК) и $БПК_5$ (53ПДК).

По результатам химического анализа проб почв, отобранных на фоновой территории, можно сделать вывод о том, что содержание загрязняющих веществ, характерных для состава фильтрата, не превышает установленных значений ПДК. Полученные результаты использовались в качестве фоновых значений при интерпретации данных, поскольку исследуемый участок относится к землям ООПТ.

Характер и степень загрязнения сопряжённых с полигоном ТКО почв обусловлены компонентным составом фильтрата, выделяющегося непосредственно из тела полигона, и уровнем их концентрации. Выявлено загрязнение почв на всех контрольных площадках токсичными компонентами фильтрата, в том числе марганцем, никелем, мышьяком, хлоридами, аммонием, уровень содержания которых превышает как фоновые значения, так и установленные для них ПДК. Установлено, что площадь распространения загрязнения составляет не менее 1 километра.

Свойства вторично-засоленных почв в долинах малых рек Прикамья

Пахоруков И.В., Митракова Н.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, биологический факультет, Пермь
Ivan-psu@yandex.ru

Ключевые слова: засоление почв, вторичные солончаки, фитотестирование

Введение

В Пермском крае ведется добыча калийных солей, которая сопровождается образованием очагов вторичного засоления почв. Реальные масштабы и последствия продолжающегося техногенного засоления почвенного покрова в регионе изучены недостаточно.

Объекты и методы

В 2016-2018 гг. изучены почвы долин малых рек Прикамья, находящиеся под воздействием соленых вод, мигрирующих от шламохранилищ и солеотвалов, а также подверженные влиянию вод из рассолоподъемных скважин.

В пробах почв исследовали содержание гумуса - по Тюрину, $pH_{вод}$ и $pH_{сол}$ – потенциометрическим методом, состав растворимых ионов - в водной вытяжке (1:5), обменные водород и алюминий - по Соколову, обменные кальций, магний, натрий и калий – по Пфефферу; карбонаты и гипс – по Молодцову; натрий и калий пламенно-фотометрическим методом. Оценку экологического состояния почвенного покрова выполнили методами измерения каталазной активности (газометрический) и фитотестирования (Еремченко О.З., Митракова Н.В. Патент РФ № 2620555. 2016 г.)

Обсуждение

Нами установлено, что в зоне техногенного засоления на аллювиальных глееватых и перегнойно-глеевых почвах (*Fluvisols Gleyic)*, сформировались почвы солончаковатые и вторичные солончаки (*Fluvisols Gleyic Salic*) хлоридные и сульфатно-хлоридные, натриевые и кальциево-натриевые.

В почвенном комплексе сильно варьировали физико-химические и химические свойства. Содержание углерода гумуса колебалось от низких (0,9%) до высоких (9,8%) значений. Реакция почвенной среды находилась в диапазоне от сильнокислой до слабощелочной ($pH_{вод}$ от 3,98 до 8,2, $pH_{сол}$ – от 3,51 до 7,59). В верхних слоях (0-15 см) содержание водорастворимых Na^+ и Cl^- колебалось от 0,1-0,2 мг-экв/100 г. до 250-400 мг-экв/100 г. В нижних горизонтах аккумулировались и сульфаты.

Аллювиальные почвы ненасыщенны основаниями, под воздействием солевых растворов их обменные свойства были заметно трансформированы. При относительно невысоком засолении в составе почвенно-

поглощающего комплекса сохранились водород и алюминий (15-30%), доминировали кальций и магний (50-60%); одновременно доля обменного натрия достигала 10-25%. В отдельных почвенных горизонтах в составе ППК заметно представлен обменный калий (до 13%).

Солончаки сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, как правило, характеризовались насыщенностью основаниями, доля обменного натрия достигала 35%. В переходных к аллювиальной породе горизонтах отмечали присутствие гипса (от 1-2 до 19%). Карбонатность во вторично-засоленных почвах практически не проявилась.

Активность каталазы в верхних горизонтах исследуемых почв варьировала от 0,3 до 4,5 O_2 $см^3$/г за 1 мин, что указывает преимущественно на обедненность этим ферментом.

Методом фитотестирования установлено экологически опасное состояние солончаковых почв и вторичных солончаков, т.к. на них не были получены всходы тест-культуры. У поверхностных горизонтов незасоленных аллювиальных почв отмечено удовлетворительное экологическое состояние.

Выводы

1. В долинах малых рек Прикамья, находящихся под воздействием соленых вод, мигрирующих от шламохранилищ и солеотвалов, а также испытывающих влияние вод из рассолоподъемных скважин, образовались солончаковые почвы и вторичные солончаки.
2. С усилением засоления почв отмечена трансформация состава обменных оснований: ненасыщенные основаниями аллювиальные почвы превращаются в ненасыщенные солонцеватые (иногда с заметным присутствием обменного калия) аллювиальные солончаковатые почвы; а последние – в насыщенные основаниями солонцеватые вторичные солончаки.
3. Во вторично-засоленных почвах не установлено накопления карбонатов, в отдельных горизонтах присутствует гипс.
4. Вторичные солончаковые почвы и солончаки характеризуются токсичностью и создают экологическую опасность для функционирования биосистем.

Свойства антропогенно-преобразованных почв Егорьевского месторождения фосфоритов

Пузикова А.А.[1], Солдатова И.С.[1]
[1] МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет ЛТ, Мытищи
stasid49@gmail.com, inna.solodovnikova@mail.ru

Ключевые слова: глауконитовый песок, лессиваж, радиальный прирост культур сосны обыкновенной

Основной целью исследований являлось изучение свойств антропогенно-преобразованных почв Егорьевского месторождения фосфоритов (ЕМФ) Московской области и динамики радиального прироста культур сосны обыкновенной, произрастающих на техногенных глауконитовых песках.

Месторождение разрабатывалось открытым способом многочерпаковыми экскаваторами и укладкой вскрышных пород в выработанное пространство. Вскрышные породы были представлены в основном глауконитовыми, кварцевыми песками и различными по происхождению песками четвертичного периода. В конце 90-х годов разработка фосфоритовых слоев была закончена. Карьеры закрылись. На территории бывших карьеров была проведена рекультивация нарушенных земель, посадка лесных культур различных пород. В 1988 году совместно с кафедрой лесных культур Московского лесотехнического института был заложен эксперимент. На выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава бывших карьеров ЕМФ были нанесены слои глауконитового песка различной мощности и созданы лесные культуры различных пород. В настоящее время лесным культурам уже 30 лет.

Объектами наших исследований стали антропогенно-преобразованные почвы Егорьевского месторождения фосфоритов под 30-ти летними культурами сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), созданные в 1988 г. на выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава ЕМФ с нанесением на них глауконитового песка мощностью 30 см. Контролем являлись посадки, созданные на этих же техногенных отвалах, но без нанесения глауконитового песка.

Известно, что глауконит - природный, широко распространенный минерал, водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия переменного состава. Он обладает рядом универсальных полезных характеристик – высокими ионообменными, буферными и сорбционными свойствами, а также способностью поглощать и нейтрализовать токсины, одновременно выделяя калий и микроэлементы, необходимые для обмена веществ в растениях. Поэтому у исследователей не ослабевает интерес к применению глауконитовых песков в качестве мелиоранта для повышения плодородия нарушенных земель.

В результате исследований были выявлены следующие особенности свойств антропогенно-преобразованных почв ЕМФ. Под лесной подстилкой (3…5 см), залегает горизонт глауконитового песка мощностью около 30 см,

черного цвета, рыхлый, плотностью 0,97…1,25 г/см^3, содержанием органического вещества 6,2…7,3 % (озоление в муфильной печи), с наименьшей влагоемкостью 42,8…44,3 %.

Под верхним слоем образовался переходный горизонт, глубина залегания которого 30…60 см, цвет неоднородный, в верней части желтый с темно-бурыми и черными пятнами, в нижней – цвет более однородный, горчично-желтый с прожилками кварцевого песка, песчаный, уплотненый, содержит кутаны, плотностью 1,41…1,46 г/см^3, с наименьшей влагоемкостью 35,2…37,6 %. На глубине более 60 см залегают песчаные вскрышные породы.

По гранулометрическому составу (метод пипетки Р.А. Качинского) верхний горизонт с глауконитовым песком – это связные мелкозернистые пески с долей ила (0,83…1,27 %), переходный горизонт – это также связные мелкозернистые пески, но с долей ила (2,49…2,99 %), что свидетельствует о перераспределении фракции ила по профилю, с накоплением его в переходном горизонте, снижению его фильтрационной способности, и накоплению плохо минерализованного органического вещества в верхнем горизонте.

Таким образом, одним из основных почвенных процессов антропогенно преобразованных почв ЕМФ является лессиваж (иллимеризация).

Отмеченные особенности антропогенно-преобразованных почв отражаются и на росте культур сосны обыкновенной. Анализ радиального прироста 30-летних культур сосны обыкновенной показал три диапазона значений ширины годичного кольца и величины поздней древесины. Первый – характеризует заметное превышение (в 2 раза) величины радиального прироста у культур сосны обыкновенной, растущей на техногенных глауконитовых песках мощностью 30 см. Превышение значений радиального прироста происходит до 2001 года, в возрасте сосны до 10…13 лет. В возрасте 10…13 лет наблюдается выравнивание значений радиального прироста (по ширине годичного кольца и поздней древесины) для культур, растущих на техногенных отвалах с использованием и без использования глауконитового песка. Этот возраст является переломным периодом в жизни культур сосны обыкновенной, т.к. далее с увеличением их возраста значения радиального прироста значительно уменьшаются для культур, растущих на глауконитовых песках по сравнению с контролем. Это свидетельствует об ухудшении условий роста культур сосны обыкновенной на глауконитовых песках в возрасте более 10…13 лет.

Перспективы применения органических добавок для ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами

Трегубова П.Н.

Сколковский институт науки и технологий, Москва
МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва

tregubova.polin@gmail.com

Ключевые слова: тяжелые металлы, органическое вещество, техногенная пустошь, биоремедиация

Важным инструментом в защите окружающей среды является систематизация и классификация накопленного опыта нерационального ведения хозяйственной и промышленной деятельности; знаний об источниках, характере и видах загрязнения, а также способах восстановления ландшафтов или снижения негативной нагрузки с учетом факторов почвообразования и в понимании глубокой взаимосвязи природных сред.

Загрязнение биосферы тяжелыми металлами (ТМ) – одна из наиболее острых проблем антропогенной нагрузки на окружающую среду. В неуклонно набирающих темп производственной и хозяйственной деятельности человека практически нет сфер, которые бы не были связаны с металлами, при этом ТМ не поддаются биодеструкции. В этой связи особый интерес представляют территории действующих промышленных объектов. В России в число крупнейших загрязнителей входят заводские комплексы Кольской горно-металлургической компании (ГМК) в Мурманской области. Относящийся к ним медно-никелевый комбинат «Североникель» - один из крупнейших в Северной Европе загрязнителей окружающей среды диоксидом серы, никелем и медью.

Цель исследования: оценить влияние органических препаратов различного происхождения в разных дозах в сравнении и в сочетании с мелиорантами на почвенные свойства и поведение тяжелых металлов на примере абраземов и подзолов техногенных пустошей Кольского полуострова для ремедиации сильно загрязнённых почв.

Модельный эксперимент был проведен в контролируемых условиях на почвах участков техногенной пустоши, находящихся на разном расстоянии от комбината, и, следовательно, на разной стадии деградации. МП2003/6 – абразем альфегумусовый иллювиально-многогумусовый супесчаный на моренных отложениях. Профиль представлен выходящим на поверхность в результате развития эрозии иллювиальным горизонтом BF, переходным BC и почвообразующей породой C. Координаты участка 67°56.457′ с.ш. 32°50.074′ в.д. МП2007/8 — подзол иллювиально-железистый химически загрязненный. Профиль представлен маломощной подстилкой Oe, периодически выходящим на поверхность горизонтом BF, переходным BC и почвообразующей породой C. Координаты участка 67°57.901′ с.ш. 32°50.373′ в.д. Для отработки эффективных экологически благоприятных приемов ремедиации работе были использованы доступные коммерческие органические и бактериальные препараты и минеральные добавки: угольный гумат K/Na («Биотехагро»),

торфогель (ЗАО «Акустические биотехнологии»), биочар («Bio-Sannie»), , микориза - 4 вида эндомикоризных грибов: Glomus intraradices, G. mosseae, G. aggregatum, G.etunicatum («Bio-Sannie»), азофоска (нитроаммофоска NPK 16:16:16), карбонат кальция. В качестве тест-культуры высевали семена овсяницы красной, *Festuca rubra*, как основного компонента универсальных травосмесей или монокультур, высеваемых при ремедиации и подходящих, в частности, для условий Крайнего Севера. Срок эксперимента составил 3 месяца (не считая месяца предварительной инкубации).

В результате эксперимента было показано, что эффективность внесенных препаратов неодинакова. Угольный гумат положительно влияет на состояние почв, растительности и микробных сообществ и не требует дополнительных сочетаний с мелиорантами. Торфогель в выбранной концентрации менее эффективен. В сравнении с угольными гуматами стабилизирующие способности биочара выражены хуже, равно как и способность препятствовать поступлению загрязняющих веществ в корни и побеги тест-культуры. Тем не менее, именно к этому варианту приурочены максимальные значения фитомассы. Действие препаратов зависит от уровня загрязнения почв. При умеренном загрязнении (ниже уровня содержания водорастворимых форм Ni и Cu 5-6 мг/кг почвы) эффективны все вносимые добавки и их сочетания с препаратами-микоризообразователями. Торфогель и биочар теряют, а угольные гуматы сохраняют свою эффективность с ростом загрязнения. Экономически целесообразно внесение разных органических добавок в зависимости от уровня загрязнения. Преимуществом органических добавок перед неорганическими мелиорантами является улучшение физических свойств почв, что критически важно в условиях водной и ветровой эрозии и жесткого микроклимата. Это качество, в совокупности с возобновлением поступления свежего растительного материала, может способствовать более быстрому восстановлению экосистемных функций почв благодаря корректировке водно-воздушного режима и гумусного состояния.

Таким образом, опробованные органические препараты – угольный гумат, торфогель и биочар – могут быть рекомендованы для ремедиации с целью стабилизации подвижных форм тяжелых металлов в загрязненных почвах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-04-01028.

Антропогенное уплотнение почв ГБС РАН

Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Новиков А.В., Кузичев М.В., Саблин Г.Р., Мартусова Г.А., Афанасьева Т.К., Королькова И.О., Мартыненко А.С.

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи

yugaj1998@mail.ru, skyan13@gmail.com, saddeadbird@gmail.com, kuzichevmichael@yandex.ru, gleb-3@mail.ru, mga1912@bk.ru, secret.byka@yandex.ru, irakorolkova2013@mail.ru, finttwo@rambler.ru

Ключевые слова: антропогенное уплотнение, Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина, коллекция лохов (лат. *Elaeágnus).*

Аннотация. В статье представлены исследования почв на территории ГБС РАН, приведены данные об уплотнении почв, обоснованы причины гибели коллекции лохов (лат. *Elaeágnus),* предложены мелиоративные мероприятия.

Целью наших исследований являлось изучение антропогенного уплотнения почв Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН). Данная проблема очень актуальна, так как антропогенное воздействие на почвы в уброэкосистемах очень велико, оно со временем имеет тенденцию к увеличению. В настоящее время коллекция лохов (лат. *Elaeágnus)*, растущая в ботаническом саду, практически погибла, а сохранившиеся экземпляры сильно ослаблены. Одна из рабочих гипотез, объясняющих их угнетение и гибель, связана как раз с антропогенным влиянием на почвы. Поэтому особое внимание было уделено изучению свойств почв, определяющих условия роста и развития древесных и кустарниковых пород, произрастающих в ботаническом саду, которые могли измениться под влиянием антропогенных факторов.

Во время полевого этапа исследований было выделено три участка, отличающиеся по степени антропогенного воздействия. Один участок был заложен вблизи оживлённой центральной пешеходной дороги, в зоне максимальной антропогенной нагрузки. Другой участок находился рядом с небольшой тропинкой, где антропогенная нагрузка была умеренной. В качестве контрольного был взят участок, расположенный в труднодоступном месте, куда посетители сада практически не попадают и антропогенное воздействие можно считать условно отсутствующим или минимальным.

На каждом из трёх участков в наиболее типичном месте было выкопано по почвенному разрезу. Для данных разрезов было выполнено полное морфологическое описание, по генетическим горизонтам отобраны образцы для определения плотности почвы ненарушенного сложения по Н.А. Качинскому, а также произведено определение водопроницаемости с помощью трубок Н.А. Качинского с переменным напором.

В лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана для отобранных образцов были определены основные водно-физические свойства (плотность в ненарушенном сложении, плотность твёрдой фазы, общая порозность, полевая влажность).

Результаты выполненной работы показали, что в верхнем минеральном горизонте наименьшая плотность (0,97 г/см^3) и максимальная порозность (64 %) почвы наблюдается на контрольном участке, т.е. в зоне минимальной возможной антропогенной нагрузки. На участке с максимальной антропогенной нагрузкой показатели плотности и порозности почвы составили 1,25 г/см^3 и 53 % соответственно, а на участке с умеренной антропогенной нагрузкой – 1,19 г/см^3 и 56 %. С глубиной по профилю наблюдаемая картина сохранялась и повышенное уплотнение отмечалось в пределах верхнего полуметрового слоя почвы.

Заметные отличия были выявлены и для морфологических свойств изученных почв. В почвах участка с максимальной антропогенной нагрузкой в горизонтах A_2B отмечалось оглеение, занимающее около 10…20 % от площади.

Таким образом, изученные свойства почв показали, что антропогенное уплотнение почвы привело к снижению порозности, а, следовательно, и водопроницаемости. В верхних горизонтах этот эффект привёл к уменьшению запасов влаги, в нижележащих – к нарушению внутрипочвенного стока, что способствовало усилению глееобразования в иллювиальном горизонте. В совокупности это могло привести к ослаблению насаждений из коллекции лоха и гибели отдельных растений.