

ПОЧВЫ РОССИИ:
современное состояние, перспективы изучения и использования

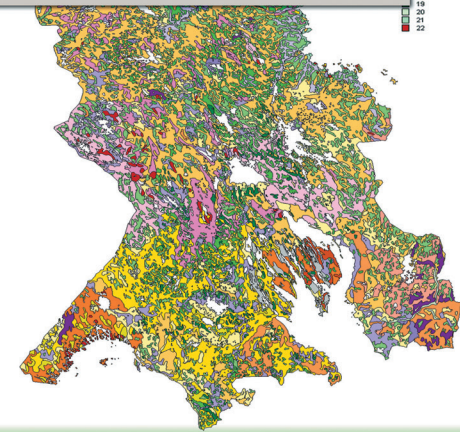
1



Материалы докладов

VI Съезд общества почвоведов
им. В.В. Докучаева

КНИГА 1



ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА
КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАРЕЛЬСКАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ



МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

**VI СЪЕЗД ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ
им. В. В. ДОКУЧАЕВА**
**Всероссийская с международным участием
научная конференция**

**ПОЧВЫ РОССИИ:
современное состояние, перспективы изучения
и использования**

**ШКОЛА-СЕМИНАР ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ЗНАНИЯ О ПОЧВЕ-РАЗВИТИЮ СТРАНЫ»**

Книга 1

ПЕТРОЗАВОДСК – МОСКВА
13–18 августа 2012 г.

УДК 631.4(47+57)(063)

ББК 40.3(2Рос)

П 65

Ответственные редакторы:

С.А. Шоба, Д.С. Булгаков, Е.В. Шеин, Н.Г. Федорец

Составители:

Г.В. Добровольский, С.В. Горячкин, А.Л. Иванов, Г.С. Куст,
В.Н. Кудеяров, Д.Е. Конюшков, А.Н. Каштанов, В.Г. Минеев,
Т.В. Прокофьева, П.М. Сапожников, В.Г. Сычев, В.О. Таргульян,
Н.Б. Хитров, С.Н. Чуков, Н.П. Чижикова, И.Ю. Чернов,
С.А. Шоба, Е.В. Шеин, В.П. Якушев, А.С. Яковлев.

П65 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–Москва, 13–18 августа 2012 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. Кн. 1. 00 с.

ISBN

Освещена роль почв в биосфере и жизни человека, рассмотрены проблемы использования информационных ресурсов в сертификации, нормировании, оценке и мониторинге земель, обсуждаются результаты, проблемы и перспективы моделирования в почвоведении, а также строение, функционирование, генезис и эволюция антропогенно-преобразованных почв и почвенного покрова.

УДК 631.4(47+57)(063)

ББК 40.3(2Рос)

ISBN

© Институт леса КарНЦ РАН, 2012

© Коллектив авторов, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

СИМПОЗИУМ 1. ПОЧВЫ В БИОСФЕРЕ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Алифанов В.М.ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОСЛЕДНЕМ (ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОМ) КЛИМАТИЧЕСКОМ МАКРОЦИКЛЕ НА ПЕРЕХОДАХ МЕЖДУ ХОЛОДНЫМИ И ТЕПЛЫМИ БИОСФЕРАМИ	23
Базыкина Г.С., Овечкин С.В.К РАЗВИТИЮ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЕТР	25
Балюк С.А., Носоненко А.А., Булгаков Д.С. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ УКРАИНЫ И СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ОХРАНЫ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ	27
Веревкина С.И., Лысенко В.Я. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И УРОЖАИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗА ПЕРИОД 2000–2010 ГОДЫ.	29
Демин В.В.РОЛЬ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ	31
Демкин В.А., Демкина Т.С., Ельцов М.В., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н. ПОЧВЫ И ПРИРОДНАЯ СРЕДА НИЖНЕВОЛЖСКИХ СТЕПЕЙ В ЭПОХИ БРОНЗЫ, РАННЕГО ЖЕЛЕЗА И СРЕДНЕВЕКОВЬЯ (IV ТЫС. ДО Н.Э. – XIV В. Н.Э.) И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ ДРЕВНЕГО НАСЕЛЕНИЯ	33
Дергачева М.И.СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СОЧЕТАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВАХ ПОЧВ	34
Добровольский Г.В.ПЕДОСФЕРА – КАК ОБОЛОЧКА ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И РАЗНООБРАЗИЯ ЖИЗНИ НА ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ	36
Ельцов М.В.ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОПОЧВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	38
Ефремова Т.Т., Аврова А.Ф., Ефремов С.П. БИОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОДСТИЛОК В ХОДЕ СУКЦЕССИИ БОЛОТНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ	39
Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О.РОЛЬ МИНЕРАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ ГОРНОЙ ПОРОДЫ В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ, ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВЫ И БИОСФЕРЫ	40
Инишева Л.И., Сергеева М.А., Смирнов О.Н., Головченко А.В., Глаголев М.В., Наталенко А.О., Ларина Г.В. БИОСФЕРНАЯ РОЛЬ БОЛОТНЫХ ПОЧВ	42

Касимзаде Т.Э., Мамедов Г.Ш. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШИРВАНСКОГО РЕГИОНА АЗЕРБАЙДЖАНА	44
Кирюшин В.И. ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ	45
Ковалева Н.О. ГОРНЫЕ ПОЧВЫ КАК АРХИВ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	47
Кузнецов П.В. ИЗУЧЕНИЕ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ВНУТРИПОЧВЕННОЙ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСОПАРКЕ ПРИГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА	49
Куст Г.С., Добровольский Г.В. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В НАУКЕ	50
Лейних П.А. ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАШНИ НА ОПЫТНОМ ПОЛЕ ПЕРМСКОГО НИИСХ	52
Мазанко М.С., Колесников С.И., Денисова Т.В. ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАНОГО ХИМИЧЕСКОГО И СВЧ-ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АМИЛОЛИТИЧЕСКИЕ БАКТЕРИИ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО	54
Макеев А.О. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПАЛЕОПОЧВ	56
Матвеев Т.И. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РАДИОНУКЛИДАМИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	58
Мирзоев Э.М.-Р., Баламирзоев М.А., Магомедов И.А., Мирзоева К. Э. КОНДЕНСАЦИЯ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВАХ АРИДНЫХ ЗЕМЕЛЬ	59
Овечкин С.В., Лебедева И.И., Королюк Т.В., Герасимова М.И. ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ФОРМАТЕ ПОЧВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ	61
Ендовицкий А.П., Калинин В.П., Мищенко Н.А., Ильин В.Б., Вербина Е.Б., Иваненко А.А. ТЕРМОДИНАМИКА СВИНЦА И КАДМИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА	63
Решоткин О.В., Худяков О.И. ТЕРМООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ В СВЯЗИ С СОВРЕМЕННЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА	65
Розов С.Ю., Попова Л.В. ПРЕПОДАВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА	66
Русанов А.М. РОЛЬ ПОЧВЫ В ВОССТАНОВЛЕНИИ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ	68

Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ	70
Смагин А.В., Шоба С.А., Садовникова Н.Б., Иванов С.А. СИСТЕМА ОЦЕНКИ И МЕНЕДЖМЕНТА ГОРОДСКИХ ПОЧВ	71
Сычева С.А. ЭВОЛЮЦИОННОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ КАК СИНТЕЗ ПАЛЕОПЕДОЛОГИИ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ	73
Убугунов Л.Л. СПЕЦИФИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ ВО ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ИХ БИОПРОДУКТИВНОСТЬЮ	75
Убугунова В.И. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ БАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА	77
Федотов Г.Н. НАНОСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕЙ	79
Худяков О.И., Решоткин О.В. КЛИМАТИЧЕСКАЯ НОРМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ТЕРМООБЕСПЕЧЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТА ПОЧВ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ	81
Черненко В.В., Громыко Е.В., Мищенко Н.А., Калиниченко В.П., Суковатов В.А. РЕЦИКЛИНГ ФОСФОГИПСА В ЧЕРНОЗЕМЕ	83
Чернов И.Ю. РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ И СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ	85

СИМПОЗИУМ 2. ПОЧВА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ЭЛЕМЕНТОВ

Балашов Е.В., Бурова А.В. ОЦЕНКА АГРОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ С РАЗНОЙ ОКУЛЬТУРЕННОСТЬЮ	87
Бечина И.Н., Попова Л.Ф. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (АЗОТА И СЕРЫ) В ПОЧВАХ ГОРОДА НОВОДВИНСКА	89
Бучкина Н.П., Рижия Е.Я., Балашов Е.В. СОДЕРЖАНИЕ N ₂ O И СО ₂ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ И ПРЯМАЯ ЭМИССИЯ ЭТИХ ГАЗОВ ИЗ ПОЧВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ	90
Глаголев М.В., Сабреков А.Ф., Филиппов И.В. ОБРАЗОВАНИЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ МЕТАНА ПОЧВАМИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	92
Головацкая Е.А. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ОЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	94

Десяткин А.Р. ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ ПОЧВ АЛАСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ УВЛАЖНЕННОСТИ	95
Елькина Г.Я., Лаптева Е.М. БИОМАССА РАСТЕНИЙ И АККУМУЛЯЦИЯ АЗОТА И УГЛЕРОДА В БИОЦЕНОЗАХ МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВОЙ ТУНДРЫ	97
Звягинцева Е.Н. ТРАНСФОРМАЦИЯ УГЛЕРОДА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ НА АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	99
Икконен Е.Н., Гарсиа-Кальдерон Н.Е., Стефан-Отто Е., Ибаньес-Уэрта А., Фуэнтес-Ромеро Э., Эрнандес-Солис Х. М. ИНТЕНСИВНОСТЬ БИОГЕННОГО ПРОДУЦИРОВАНИЯ CO ₂ В АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВАХ ГОРОДА МЕХИКО	100
К.С. Бобкова, И.В. Забоева ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА	102
Кадулин М.С., Копчик Г.Н. ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ЭМИССИЮ CO ₂ ПОЧВАМИ	103
Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	105
Косых Н.П. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	106
Кудярова А.Ю. МЕХАНИЗМЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА УВЕЛИЧЕНИЕ МИГРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ПОЧВЕННОМ ЦИКЛЕ ФОСФОРА	108
Кудряшова С.Я., Байков К.С., Титлянова А.А., Дитц Л.Ю., Махатков И.Д., Косых Н.П., Шибарева С.В. ОЦЕНКА ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГИС	110
Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Петров А.С. ОТКЛИК ЭМИССИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА В ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ	111
Ларионова А.А., Золотарева Б.Н., Евдокимов И.В., Кузяков Я.В. СКОРОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ ЛАБИЛЬНЫХ И УСТОЙЧИВЫХ ПУЛОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ ПО ДАННЫМ ВАРЬИРОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА ПРИ СМЕНЕ C3-C4 РАСТИТЕЛЬНОСТИ	113
Мильхеев Е.Ю. ЭМИССИЯ CO ₂ ПОЧВАМИ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ	115

Можарова Н.В., Кулачкова С.А. АНТРОПОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА МЕТАНА В ПОЧВАХ ГАЗОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	116
Норбованжилов Р.Д., Будажапов Л.В., Дмитриев Н.Н., Билтуев А.С. КОНЦЕПЦИЯ БИОКИНЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛА АЗОТА	118
Осипов А.Ф., Кузнецов М.А., Бобкова К.С. КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ «ФИТОЦЕНОЗ-ПОЧВА» В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ХВОЙНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ	120
Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Соломатова Е.А., Балашов Е.В. ПРЯМАЯ ЭМИССИЯ ЗАКИСИ АЗОТА ИЗ ПОЧВ ПАСТБИЩ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	122
Соколова Л.Г., Звягинцева Е.Н., Семенова Ю.В. БАЛАНС УГЛЕРОДА В ИНТЕНСИВНОМ СЕВООБОРОТЕ НА АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИБАЙКАЛЬЯ	123
Чимитдоржиева Э.О., Бодеева Е.А. ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ЧЕРНОЗЕМАХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	125

СИМПОЗИУМ 3. БИОКОСНАЯ СИСТЕМА ПОЧВЫ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Аникина Л.М., Панова Г.Г., Желтов Ю.И., Судаков В.Л., Удалова О.Р., Шибанов Д.В., Степанова О.А. ТОНКОСЛОЙНЫЙ АНАЛОГ ПОЧВЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ И КАК КОРНЕОБИТАЕМАЯ СРЕДА В БИОТЕХНОЛОГИЯХ БУДУЩЕГО	127
Гиниятуллин К.Г., Шинкарев А.А., Кринари Г.А., Шинкарев (мл.) А.А. ХАРАКТЕР СВЯЗЫВАНИЯ ПРИРОДНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В УСТОЙЧИВУЮ К ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ФОРМУ ГЛИНИСТЫМИ МИНЕРАЛАМИ С ЛАБИЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ	128
Гришко В.Н., Сыщикова О.В., Корнийчук А.А. ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО СОСТАВА ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ И БИОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ТЕХНОГЕНО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ	130
Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Фокина Н.В. БИОГЕННАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АЛЮМИНИЙ-СОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ И ПРОЦЕССЫ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ОТХОДАХ АПАТИТОНЕФЕЛИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	132
Зайцев В.Н. ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ РОЛИ ПРЕДПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕМИЦЕЛЛЯРНЫХ ОБОЛОЧЕК КАК МАТРИЦ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР	134

Кадулин М.С., Лысак Л.В., Иванов А.В., Конова И.А., Лапыгина Е.В. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ КОНКРЕЦИЙ	136
Квиткина А.К. РАЗЛОЖЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЛИГНИНА В МИНЕРАЛЬНОМ СУБСТРАТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООТНОШЕНИЯ C/N	137
Мартынова Н.А. ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНАЯ МАТРИЦА ФОСФОРИТНЫХ ПОЧВ МОНГОЛИИ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	139
Милановский Е.Ю. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ – ПРОДУКТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА	141
Савич В.И. ВЛИЯНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ГЕНЕЗИС И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ	142
Суханова Н.И. ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В МЕСТАХ ВОДОРОДНОЙ ЭКСГАЛЯЦИИ	144

СИМПОЗИУМ 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОЧВОВЕДЕНИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Азовцева Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ КАК ЭЛЕМЕНТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЧВЫ	146
Архангельская Т.А., Лукьященко К.И.МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА	148
Беличенко М.В., Романенков В.А., Листова М.П. УЧЕТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ	149
Болотов А.Г., Макарычев С.В., Гефке И.В. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	151
Валдайских В.В., Махонина Г.И. ОЦЕНКА СКОРОСТИ ГУМУСОНАКОПЛЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ИЗУЧЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ	152
Герке К.М., Скворцова Е.Б. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СОВРЕМЕННОМ ПОЧВОВЕДЕНИИ	154

Гефке И.В., Бондаренко С.Ю., Болотов А.Г. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ	155
Калиниченко В.П., Минкина Т.М., Безуглова О.А., Ильина Л.П., Сквепень А.Н., Черненко В.В., Радевич Е.В., Болдырев А.А. ПАРАДИГМА ИРРИГАЦИИ	157
Крыщенко В.С. КОНСТАНТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧВ (ПСП)	159
Лазарева Е.В., Парфенова А.М., Габриэлян Г.А., Азовцева Н.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЧВ В ПРИСУТСТВИИ ХИТОЗАНА	160
Лисовицкая О.В., Можарова Н.В., Кулачкова С.А. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА	162
Мамедова С.З. УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ПОЛОДОРОДИЯ ЧАЕПРИГОДНЫХ ПОЧВ ЛЕНКОРАНСКОЙ ОБЛАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА	163
Мартынов А.И., Микайылов Ф.Д., Шеин Е.В. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПОЧВЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	165
Михеева И.В. ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ И ПРОЦЕССОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	168
Молчанов Э.Н., Столбовой В.С. К СОЗДАНИЮ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РОССИИ	170
Панина С.С., Шеин Е.В.МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ МАЛОНАПОРНОЙ И БЕЗНАПОРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ..	171
Романенков В.А., Беличенко М.В.ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫМ РЕЖИМОМ ПАХОТНЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ РОТАМСТЕДСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ УГЛЕРОДНОЙ МОДЕЛИ	173
Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В КРУПНОМ МАСШТАБЕ	175
Синявина Н.Г., Аникина Л.М., Мирская Г.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕГУЛИРУЕМОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЕ	176
Солодовников А.Н. ДИКРИМИНАНТНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПОЧВЫ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ	177

Удалова О.Р., Синявина Н.Г., Аникина Л.М., Мирская Г.В. ДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕГУЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ	179
Умарова А.Б. АРХИТЕКТУРА ПОЧВ КАК ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЫ	180
Кокорева А.А., Умарова А.Б., Вайгель А.Э., Бутылкина М.А. ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	181
Харчук О.А., Никулаеш М.Д. К ВОПРОСУ О ЗНАЧЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-АТМОСФЕРА»	183

СИМПОЗИУМ 5. ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

Безлер Н.В., Черепухина И.В. СОСТОЯНИЕ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЭКСТРЕМАЛЬНО ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ	184
Бронникова М.А., Шоркунов И.Г., Турова И.В. ГЕНЕЗИС И КЛАССИФИКАЦИЯ КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ	186
Василенко Е. С., Кутюва О. В., Лебедева М.П. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ	188
Гиличинский Д.А., Горячкин С.В., Абрамов А.А., Демидов Н.Э., Долгих А.В., Зазовская Э.П., Конюшков Д.Е., Лупачев А.В., Мергелов Н.С., Федоров-Давыдов Д.Г. ПОЧВЫ АНТАРКТИДЫ И ИХ МЕРЗЛОТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ	190
Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Власова Н.В. БЕНЗАПИРЕН, НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПОЧВЕ ТЕРРИТОРИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «РУСАЛ САЯНОГОРСК»	192
Дабах Е.В. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ТЕХНОГЕННЫХ ИЛАХ ОЗЕРА ПРОСНОГО	193
Десяткин Р.В. ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ	194
Долгих А.В., Александровский А.Л. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК ПРОШЛЫХ ЭПОХ	196

Зазовская Э.П., Осокин Н.И., Сосновский А.В., Шишков В.А. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОКРОВОВ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН	198
Захарихина Л.В. ГЕНЕЗИС ПОЧВ КАМЧАТКИ	199
Зольников И.Д., Смоленцева Е.Н. ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В КРИОАРИДНЫХ КОТЛОВИНАХ ГОРНОГО АЛТАЯ	201
Иванова Т.А., Керечанина Е.Д. ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ САПРОПЕЛЕЙ	203
Каверин Д.А., Пастухов А.В., Елсаков В.В. ОСОБЕННОСТИ ТУНДРОВОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭВОЛЮЦИИ ОЗЕРНО-ТЕРМОКАРСТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА	205
Корельская Т.А., Анкудинова М.А., Кротова О.В. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА УРБОЛАНДШАФТОВ г. АРХАНГЕЛЬСКА	207
Костенков Н.М., Ознобихин В.И. БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ВДОЛЬ ТРАССЫ НЕФТЕПРОВОДА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)	208
Лупачев А.В., Ветрова А.А., Овчинникова А.А., Калинин П.И. ЭФФЕКТЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ АНТАРКТИДЫ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ СТАНЦИЙ ..	210
Макаров М.И., Ермак А.А., Мальшева Т.И. ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ПОЧВАХ АЛЬПИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ	211
Мергелов Н.С., Горячкин С.В., Шоркунов И.Г., Зазовская Э.П., Черкинский А.Е. СКАЛЬНЫЙ «ЗАГАР» КАК ПРОДУКТ ЭНДОЛИТНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ГРАНИТОИДАХ В АНТАРКТИКЕ	213
Михайлов И.С., Конюшков Д.Е., Михайлов С.И., Хохлов С.Ф. ПОЧВЕННАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ МАСШТАБА 1:1000000	215
Прокофьева Т.В., Лебедева И.И., Герасимова М.И., Мартыненко И.А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ РОССИИ И СИСТЕМАТИКА ГОРОДСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ	217
Семиколенных А.А. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПЕЩЕР И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	219
Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. ПОЧВЕННЫЕ МИКРОКАТЕНЬ НА СКЛОНАХ КАРСТОВЫХ ВОРОНОК	220
Таргульян В.О., Мергелов Н.С., Горячкин С.В. ЭКСТЕРРАСОЛИ – ПОЧВОПОДОБНЫЕ ТЕЛА НА МАРСЕ	222

Фёдоров-Давыдов Д.Г., Зазовская Э.П., Седов С.Н., Дергачева М.И., Кривушин К.В., Миронов В.А. УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ОАЗИСЕ ШИРМАХЕРА (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА) 224

Чугунова М.В., Бакина Л.Г., Маячкина Н.В., Капелькина Л.П., Бардина Т.В., Герасимов А.О. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ САМОВОС- СТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПО ИНТЕГРАЛЬ- НЫМ КРИТЕРИЯМ СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМ- ПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ 226

СИМПОЗИУМ 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕРТИФИКАЦИИ, НОРМИРОВАНИИ, ОЦЕНКЕ И МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ

Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ В ОРГА- НИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИ- ТОРИНГА 228

Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г., Гусейнова С.М. ПОЧВЕННО- ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ АЗЕРБАЙДЖАНА 230

Батхшиг Очирбатын, Голованов Д.Л., Ариунболд Е., Бажа С.Н., Гунин П.Д., Данжалова Е. В., Петухов И.А., Сорокина О.И., Энх-Амгалан С. ДИ- НАМИКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ СУХОЙ СТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ 232

Березин Л.В., Ли М.А., Невенчанная Н.М., Жданов А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ ПОЧВЕН- НОМ ДЕШИФРИРОВАНИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМИЧЕС- КИХ СНИМКОВ 233

Будажапова М.Ж., Черников В.А., Будажапов Л.В., Дмитриев Н.Н. ТЕР- МОГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИБАЙКАЛЯ 235

Гафурова Л.А. СЕРОЗЕМЫ, СФОРМИРОВАННЫЕ НА ТРЕТИЧНЫХ КРА- СНОЦВЕТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И НА ЛЕССАХ: ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛОДОРОДИЕ 237

Глазунов Г.П., Гендугов В.М., Титарев Р.П., Евдокимова М.В., Шестакова М.В. ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РОСТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОРЕАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ УРОВНЕ 239

Голозубов О.М., Литвинов Ю.А. ПОДГОТОВКА ПОЧВЕННЫХ ДАН- НЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ 240

Иванов А.В., Рыбальский Н.Н., Сафрошкин В.Ю., Колесникова В.М. ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗБОР И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПИСАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ	242
Кирьянова Е.Ю. ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ	244
Лотвина Е.Р., Гендугов В.М., Глазунов Г.П. ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РОСТА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	245
Макаров О.А. МАТРИЦЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ	246
Мамедов Г.Ш. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	248
Мухина Н.В., Ознобихин В.И. МОНИТОРИНГ ПОЧВ ПАШЕННЫХ УГОДИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА	250
Одорская А.В. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ	251
Онищук В.С., Бурлаков Д.В. ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ПОЧВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И РЕЛЬЕФА АГРОЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ПРИАМУРЬЯ	253
Помазкина Л.В. ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АГРОЭКСИСТЕМЫ	254
Приходько С.В., Фурсов А.Д. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ	256
Рухович Д.И., Булгаков Д.С., Карманов И.И., Вильчевская Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС «ПОЧВЫ РОССИИ» ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИНДЕКСА И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ РОССИИ	258
Савин И.Ю., Кирьянова Е.Ю. СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ПОЧВ	259
Сапожников П.М., Булгаков Д.С., Карманов И.И. ЕДИНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ, ЗЕМЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ	260
Степанов И.Н., Зайцев В.Н., Степанова В.И., Баранов И.П. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ПЛАСТИКА РЕЛЬЕФА КАК СПОСОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ	262

Цытрон Г.С., Матыченков Д.В., Северцов В.В. ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	264
Черноусенко Г.И., Калинина Н.В., Рухович Д.И., Королева П.В. СОЗДАНИЕ НОВОЙ ЦИФРОВОЙ КАРТЫ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ХАКАСИИ НА ОСНОВЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ	265
Шестакова М.В., Глазунов Г.П. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ПОЧВЫ, УТРАЧЕННОЙ ПРИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССАХ	267
Шоба С.А., Алябина И.О., Иванов А.В., Колесникова В.М., Красильников П.В., Урусевская И.С., Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Бигун О.Н., Накисько С.Г., Шейко С.Н., Савченко К.В., Цытрон Г.С., Матыченков Д.В., Шульгина С.В., Калюк В.А., Шибут Л.И. СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ, УКРАИНЫ И БЕЛАРУСИ	268
Яковлев А.С. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ	270

СИМПОЗИУМ 7. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Адрианов С.Н., Шаброва Е.В. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ИХ ПОДВИЖНЫМИ ФОСФАТАМИ	272
Аристархов А. Н. СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ РОССИИ	274
Асеева Т.А. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЗОННО-МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ	275
Бирюкова О.А., Божков Д.В., Паршина О.А., Купров А.В. УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ	277
Божков Д.В., Бирюкова О.А., Паршина О.А., Купров А.В. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	279
Буджапов Л.В. ИММОБИЛИЗАЦИОННЫЙ ПУЛ АЗОТА КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ: РАЗМЕРЫ И КИНЕТИКА ФОРМИРОВАНИЯ И КОМПЕНСАЦИИ ВЫНОСА ПОЧВЕННОГО АЗОТА, АКТИВНАЯ ФАЗА ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА	280

Гамзиков Г.П., Бурховецкая А.К., Степанов М.И. ИЗМЕНЕНИЕ КАЛИЙНОГО ФОНДА СИБИРСКИХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ	282
Ганжара Н.Ф., Злобина М.В., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. ИЗУЧЕНИЕ РЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ, ДИКОРАСТУЩИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ	284
Гиндемит А.М., Ли М.А., Березин Л.В., Жданов А.В. ГРАНЗОЛ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕЛИОРАНТ	286
Девятова Т.А., Румянцева И.В., Толкалина К.Ю. ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	288
Ельников И.И. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ	289
Жуланова В.Н. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ТУВИНСКИХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АГРОЭКОМОНИТОРИНГА	291
Иванова Ж.А., Иванов А.И., Вертебный В.Е. К ВОПРОСУ О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ	293
Иванова О.Г., Пугачев А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ	294
Иванова С.Е., Носов В.В. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	295
Касатиков В.А. ВЛИЯНИЕ ВЕРМИГУМАТОВ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА РЯД АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ	297
Комаров А.А., Комаров А.А., Пермяков Е.Г. ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАСТЕНИЙ	299
Кондрашкина М.И., Зоткина А.В. ДЕГРАДАЦИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЕЮ СТАДИИ ЗАЛЕЖИ	300
Кузнецова Т.В., Удальцов С.Н. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАШТАНОВЫХ И ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ	302
Куликова А.Х. КИСЛОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (НА ПРИМЕРЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)	303

Кутовая О. В., Тхакахова А.К., Василенко Е. С. ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ СЕВООБОРОТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АГРОЧЕРНОЗЕМА КАМЕННОЙ СТЕПИ	305
Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Ломонос М.М.ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ И СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВ	307
Листова М.П. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ УСЛОВИЙ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЯ	308
Любова С.В., Блынская Т.А. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	310
Мажайский Ю.А., Ильинский А.В., Гусева Т.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ	312
Меркушева М.Г., Балданова А.Л. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПОД ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ	313
Михайлова А.А., Попова Л.Ф. ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ФОСФОРА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ	315
Назаренко О.Г., Брызжев А.В., Рухович Д.И., Королеа П.В., Вильчевская Е.В. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АЗОВСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1990-2011 ГОДЫ	316
Небольсина З.П., Яковлева Л.В., Николаев И.Н.АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ	318
Никитина Л.В. ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ НА КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ	319
Новиков М.Н., Баринов В.Н., Фролова Л.Д., Ермакова Л.И. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ	321
Олейников А.Ю., Макоед А.А. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	322
Олехов В.Р., Кайгородов А.Т., Землянкин И.С. ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ ПОДТИПОВ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ	324

Онищенко Л.М., Шеуджен А.Х., Исупова Ю.А. ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ	325
Осипов А. И. ПРИЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ	327
Паращенко В.Н., Кремзин Н.М., Швыдкая Л.А. СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОДТИПОВ РИСОВЫХ ПОЧВ ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	329
Поветкина Н.Л., Седых В.А., Поветкин В.А., Карауш П.Ю. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ ВЫСОКИХ ДОЗ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА	330
Подколзин А.И., Бурлай А.В., Панфилова Т.И., Авакимова Л.А. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	332
Русакова И.В., Еськов А.И. ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ	334
Рухович О.В., Романенков В.А., Беличенко М.В. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО УЧЕТА РОЛИ АГРОХИМИЧЕСКИХ, ЛАНДШАФТНЫХ, ПОЧВЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ	335
Сахарова С.В., Гончарова Л.Ю., Симонович Е.И. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ ПРИ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ	337
Семёнов Н.А., Балабко П. Н., Полынов И.В., Гурова Т.А. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК РОССИИ	338
Суханов П.А., Комаров А.А. ЭКОЛОГО- АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	340
Тагиднева Д.П., Бирюкова О.А., Кулешова Л.А., Казакова А.С. ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ФОСФОРА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПОД ПОСЕВАМИ РИСА	341
Трубников Ю.Н. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛЫХ ПОЧВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ В ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ	343
Ходжаева А. К., Семенов В. М. О ВНУТРИПРОФИЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ	345

Шарый П.А., Пинский Д.Л., Рухович О.В., Шарая Л.С. ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	346
Шафран С.А., Маркова О.Г. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ И ЕЁ ОЦЕНКА	348
Шевцова Л.К., Хайдуков К.П. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ	350
Шпедт А.А., Берзин А.М. ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ	351
Юлушев И. Г. ПОЧВЕННО- АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	353

СИМПОЗИУМ 8. ПОЧВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Белик А.В., Васенев И.И. ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПЕСТРОТЫ ПЛОДОРОДИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	355
Добротворская Н.И. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	356
Дядькина С.Е. ВЛИЯНИЕ ГУМУСИРОВАННОСТИ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН ПОД ОЗИМЫМИ КУЛЬТУРАМИ	358
Злотников А.К., Злотников К.М., Дурынина Е.П., Андрианов А.Д. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА АЛЬБИТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОФОНА	360
Иванов А.И., Иванова Ж.А. ДЕГРАДАЦИЯ ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ ПЛОДОРОДИЯ	361
Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ КАК КОМПОНЕНТА АГРОЭКОСИСТЕМ	363
Иванова С.Е., Носов В.В. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	365
Извеков А.С. ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ИХ ПЛОДОРОДИЯ В ЮЖНЫХ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ РАЙОНАХ РОССИИ	367
Каличкин В.К., Павлова А.И. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС	369

Каштанов А.Н. ПОЧВЫ РОССИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	370
Кирюшин В.И. ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ	372
Колбин С.А., Прозоров А.С., Самохвалова Л.М., Шарков И.Н. БАЛАНС АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В ЗЕРНОВЫХ АГРОЦЕНОЗАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	373
Конашенков А.А. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ТОЧНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ ОВОЩНЫХ СЕВООБОРОТОВ	375
Кононцева Е.В., Хлуденцов Ж.Г. ПОЧВООХРАННАЯ РОЛЬ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	377
Лактионов Ю.В., Кожемяков А.П. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКИХ ФОРМ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ	379
Максимова Н.Б., Макарычев С.В., Морковкин Г.Г. ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ	380
Моисеев К.Г. Сурин В.Г., Пищик В.Н., Гончаров В.Д. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В ПОЛЕВОМ МИКРОДЕЛЯНОЧНОМ ОПЫТЕ	382
Морковкин Г.Г., Дёмина И.В. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	383
Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В., Соловьёва Ю.А. ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ ПОЧВЫ И ПОДХОД К ЕЁ РЕШЕНИЮ	385
Тешева С.А., Елисеева Н.В. ПОЧВЫ РИСОВЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ	386
Черепухина И. В., Безлер Н. В., Колесникова М. В. ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА-РАСПАДА ГУМУСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ	388
Черкасов Г.Н. АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ –ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ	389
Шарков И.Н., Шепелев А.Г., Мишина П.В. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И БАЛАНС УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ ЗЕРНОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	391

СИМПОЗИУМ 9. АНТРОПОГЕН-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫЕ ПОКРОВЫ: СТРОЕНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ГЕНЕЗИС И ЭКОЛОГИЯ

Арчегова И.Б., Кузнецова Е.Г., Лиханова И.А., Панюков А.Н., Хабибуллина Ф.М. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)	393
Бабилов Б.В., Субота М.Б. ОСУШЕНИЕ ЛЕСНЫХ БОЛОТ И ПОЧВА	395
Бардина Т.В., Чугунова М.В., Герасимов А.О., Маячкина Н.В. ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНТ-ПЕТЕРБУРГА БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	396
Белозерцева И.А., Черкашина А.А. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ В ПРИХУБСУГУЛЬЕ И ЮГО-ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ	398
Беляев А.Б., Горбунова Ю.С., Девятова Т.А. ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СВОЙСТВА ПОЧВ УСМАНСКОГО БОРА	400
Божко С.Н., Девятова Т.А., Божко Н.Е. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ЦЧР ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	401
Васенев В.И. ОПЫТ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГОРОДСКИХ ПОЧВ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	403
Гольева А.А. ОТРАЖЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПАЛЕОУРБАНОЗЕМАХ	405
Горбов С.Н., Безуглова О.С., Романюта Е.М. ГЕНЕЗИС И СВОЙСТВА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ДОНО-АКСАЙСКОЙ ПОЙМЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОЛЬФ-ПОЛЯ «ДОН» И КАЧЕСТВО ГАЗОННОГО ПОКРЫТИЯ	407
Данилов П.П., Саввинов Г.Н., Петров А.А., Сивцева Н.Е. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ Г. МИРНЫЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ	409
Иванников Ф.А., Прокофьева Т.В., Розанова М.С. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ПОЧВ И ПОЧВОПОДОБНЫХ ТЕЛ Г.МОСКВА	410
Ильина Л.П., Калиниченко В.П., Сушко К.С. ПАСТБИЩНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СУХОСТЕПНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА	412
Кайгородова С.Ю., Жданова Т.Ю., Хлыстов И.А. ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА ПОЧВ ЛЕСОПАРКОВ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА	413

Калинина О.Ю., Горячкин С.В., Долгих А.В., Караваева Н.А., Люри Д.И., Джани Л. ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ПРИ ПОСТАГРОГЕННОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭКОСИСТЕМ НА ПЕСКАХ И СУГЛИНКАХ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ	415
Каменщикова В.И. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДТОПЛЯЕМЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	417
Коркина Е.А. БИОГЕННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ПОСТАНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕНЕЗА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	418
Ложкин И.В., Климентьев А.И. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	420
Макаров И.Б., Басевич В.Ф. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ЕГО ОБРАБОТКИ	421
Макарова Е.П. ОГОРОДНЫЕ ПОЧВЫ БОЛЬШОГО СОЛОВЕЦКОГО ОСТРОВА	423
Мамедов Э.Э., Гасымов А.М., Исмаилов Б.Н. АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ГОРНЫХ СЕРОКОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ МАЛОГО КАВКАЗА	425
Полуян Д.И. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ УРБАНОЗЕМОВ Г.РОСТОВА-НА-ДОНУ	427
Потребич В.В., Иванова А.Е. ГРИБЫ-ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИКИ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ	428
Пшеничникова Н.Ф., Пшеничников Б.Ф. АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ БУРОЗЕМЫ ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНОЙ ЗОНЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	430
Семендяева Н.В. СВОЙСТВА И ЭВОЛЮЦИЯ АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	432
Силева Т.М., Семенюк О.В., Градусова О.Б., Пеленева М.В. МИНЕРАЛЬНАЯ ОСНОВА ПАРКОВЫХ ПОЧВ КАК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ	433
Сорокина О.А. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ АГРОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ СЕРЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ	435
Тарабукина В.Г., Макаров В.С. О ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ ..	436

Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И., Чижикова Н.П., Роговнева Л.В. ПРИРОДНАЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ И АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ	438
Хохлова О.С., Чендев Ю.Г. МЕХАНИЗМ ТРАНСФОРМАЦИИ КАРБОНАТНЫХ АККУМУЛЯЦИЙ В ПОЧВАХ РАЗНЫХ ВИДОВ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ АГРОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ..	440
Цховребов В.С., Новиков А.А., Фаизова В.И., Марьин А.Н. ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ	441
Яблонских Л.А., Алаева Л.А. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ ТЕРРАС РЕК ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ	442
Яковлева Л.В., Абакумов Е.В., Левин А.В. ЭВОЛЮЦИЯ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ	444

Симпозиум 1

ПОЧВЫ В БИОСФЕРЕ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Руководители: акад. РАН Г.В. Добровольский, д.б.н. Г.С. Куст,
чл.-корр. РАН С.А. Шоба

УДК 31.48

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОСЛЕДНЕМ (ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОМ) КЛИМАТИЧЕСКОМ МАКРОЦИКЛЕ НА ПЕРЕХОДАХ МЕЖДУ ХОЛОДНЫМИ И ТЕПЛЫМИ БИОСФЕРАМИ*

Алифанов В.М.

*Учреждение Российской академии наук Институт физико-химических
и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, alifanov_v@mail.ru*

Отложения времени последнего ледникового покрова (поздневалдайские) и заключенные в них погребенные почвы являются одними из самых информативных объектов для выявления переходов от холодных биосфер к теплым. Отличительной особенностью всех позднеплейстоценовых почв является их криоморфизм. Палеокриогенные признаки являются одними из важнейших источников палеогеографической информации. В поздневалдайских отложениях были выявлены слабовыраженные погребенные почвы с индивидуальными признаками, по которым можно восстанавливать условия формирования почв. Эти элементарные почвенные образования (ЭПО) составляют определенную хронологическую последовательность и свидетельствуют о существовании на Восточно-Европейской равнине циклов почвообразования очень низкого, ранее не отмечаемого, таксономического ранга – межфазияльного. Наличие ЭПО свидетельствует, что в границах холодной (ледниковой) биосферы существовали биосферы не только холодные и более теплые (стадиальные и межстадиальные), но и биосферы более холодные и менее холодные (фазияльные и межфазияльные). Исследовались выщелоченные и оподзоленные черноземы, их почвообразующие и подстилающие породы, представляющие собой покровные лёссовидные суглинки, формировавшиеся в поздневалдайскую холодную эпоху (холодную биосферу) (Тулская область). В стенке карьера был заложен разрез-обнажение длиной 15 м, глубиной 7.5 м. Разрез охватывает стратиграфические горизонты современ-

ной почвы, толщи позднеплейстоценовых покровных лёссовидных суглинков с заключенными в них погребенными почвами и подстилающей эту толщу морены. В толще суглинков до глубины 3.5 м насчитывается восемь погребенных почв разной степени выраженности и сохранности и столько же разделяющих их литогенных прослоев. В разрезе была вскрыта палеокриогенная крупная клиновидная грунтовая структура (ККГС), внедряющаяся из покровных лёссовидных суглинков в морену. ККГС имеют повторяемость через 16–20 м, что свидетельствует о существовании крупной палеокриогенной полигональной трещинной системы. Палеокриогенные признаки самых разных форм от ККГС до языковато-клиновидных и солифлюкционных образований являются яркими морфологическими особенностями всей надморенной толщи покровных лёссовидных суглинков. Наличие ККГС и сформировавшегося над ней межблочного понижения привели к ряду изменений в строении и свойствах современной и погребенных почв на участке межблочного понижения. Для современных черноземов весь комплекс различий почв имеет результатом изменение свойств почв высокого таксономического ранга – подтипового. Древние ЭПО на блоках и в межблочьях также различаются по содержанию и распределению многих показателей. Наличие серии погребенных почв подтверждает существование повторяющихся во времени фаз неустойчивого развития ландшафтов, которые обуславливаются, в основном, тектоническими движениями земной коры и изменениями климата. То есть фазы неустойчивости ландшафтов совпадают с переходными этапами между состояниями биосфер. Покровные лёссовидные суглинки в качестве почвообразующих пород голоценовых почв в центре Восточно-Европейской равнины формировались не только процессами осадконакопления в сопровождении процессов палеокриогенеза, но и процессами перигляциального почвообразования. Эти суглинки, представляющие собой циклически построенную толщу, состоящую из серии наложенных друг на друга ЭПО, образовались в конце позднего плейстоцена при чередовании более холодных и менее холодных биосфер. Таким образом, почвообразующие породы для голоценовых почв не являются монолитогенной и однородной толщей. Переход от холодной позднеплейстоценовой (валдайской) биосферы к теплой голоценовой не был постепенным, а состоял из чередования более холодных и менее холодных биосфер, развивавшихся в климатическом цикле наиболее низкого из известных ранга – фазально-межфазальном.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 11-04-00354) и Программы Президиума РАН

К РАЗВИТИЮ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЕТР

Базыкина Г.С., Овечкин С.В.

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, Москва, 119017,
Пыжевский пер. 7, Covechkin@yandex.ru*

Классификация водного режима почв разработана А.А.Роде в середине прошлого века с использованием данных сухого климатического периода. С появлением субстантивно-генетической классификации почв и накоплением новых материалов по режиму влажности почв, в том числе черноземных, в течение более влажного климатического цикла появилась возможность развития классификации водного режима почв.

В почвенной толще (ПТ) черноземных почв атмосферного питания, под естественной растительностью с учетом предложенного А.А.Роде понятия о гидрологическом профиле почв и его горизонтах выделяется два гидрологических горизонта (ГГ): верхний, за границу которого принимаем глубину среднего многолетнего промачивания за осенне-зимне-весенний (ОЗВ) период, и нижний – до границы зоны активного влагооборота.

Для верхних ГГ всех черноземных почв, включающих темногумусовый горизонт АU, характерен тождественный гидротермический режим. Эти горизонты имеют контрастный режим влажности, которая в течение года меняется в результате десукции влаги растительностью от полной (ПВ) или наименьшей (НВ) влагоемкости до влажности завядания. Существующие количественные особенности горизонта АU в разных черноземных почвах, вероятнее всего, связаны с разной продолжительностью периодов увлажнения и иссушения.

Нижние ГГ различных черноземных почв значительно отличаются наличием и величиной ОЗВ влагозарядки, наличием и периодичностью насыщенности влагой до ПВ и НВ, степенью, скоростью и механизмом иссушения и продолжительностью последнего. Все перечисленные факторы формируют особенности иллювиальных горизонтов черноземных почв. Поэтому предлагается выделение в пределах периодически промывного и непромывного типов водного режима черноземных почв дополнительных классификационных таксонов с учетом особенностей режима влажности их нижнего ГГ.

Водный режим глинисто-иллювиальных (оподзоленных и выщелоченных) черноземов предлагается определять как периодически промывной

с частым сквозным промачиванием ПТ до ПВ, наличием безвозвратного оттока влаги свыше НВ за ее пределы, частое глубокое (более 1 м) промачивание до НВ, активное участие во влагообороте нижнего ГГ. Наличие в ПТ глинисто-иллювиального горизонта В1 с глинистыми кутанами можно рассматривать как признак частого сквозного промачивания. Глинисто-иллювиальные оподзоленные черноземные почвы отличаются от глинисто-иллювиальных типичных (выщелоченных) более частым сквозным промачиванием.

Водный режим миграционно-мицелярных (типичных) черноземов определяется как периодически промывной. Для него характерно периодическое сквозное промачивание ПТ с оттоком влаги, частое глубокое промачивание до НВ, активное участие во влагообороте нижнего ГГ. Иссущение ПТ происходит постепенно за счет десукции и восходящих к иссушенному слою токов влаги. Широкое развитие восходящих и нисходящих токов обуславливают широкое развитие миграционных и мицелярных форм карбонатных новообразований (налеты, трубочки).

Сегрегационные (обыкновенные) черноземы имеют непромывной водный режим с периодическим глубоким промачиванием ПТ. Сквозного промачивания с оттоком влаги не наблюдалось. Активное участие во влагообороте нижнего ГГ ограничено годами его ОЗВ промачивания. Характерно наличие в этом горизонте сегрегационных форм карбонатных новообразований (белоглазка).

Текстурно-карбонатные (южные) черноземы имеют водный режим непромывного типа с редким глубоким ОЗВ промачиванием ПТ до НВ. Сквозного промачивания нет. Участие нижнего ГГ во влагообороте незначительно и происходит за счет передвижения пленочной влаги, пропитывающего карбонатами почвенную массу в целом и формирующего пятна и зоны пропиточных и сегрегационные формы новообразований.

Предлагаемое уточнение водного режима черноземных почв позволяет учитывать его изменения в многолетнем цикле с годами с различными коэффициентами увлажнения.

**ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ УКРАИНЫ И СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ОХРАНЫ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ****Балюк С.А.¹, Носоненко А.А.¹, Булгаков Д.С.²**¹ *Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского», Харьков, pochva@meta.ua;*² *Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, info@esoil.ru;*

Общая площадь земель в Украине составляет 60 млн га, земель сельскохозяйственного назначения – 43, площадь пахотных земель – 32,4 млн га. В структуре почвенного покрова наиболее распространены почвы черноземного типа, занимающие площадь около 25 млн га (65 % от общей площади) и характеризующиеся высоким уровнем естественного плодородия. Также значительные площади занимают оподзоленные (Лесостепь), дерново-подзолистые, оподзоленные, оглеенные (Полесье), темно-каштановые солонцеватые (Сухая Степь) почвы. Разнообразие почв обуславливает необходимость дифференциации систем земледелия, агротехнических и мелиоративных мероприятий. В 1986–1990 годах в Украине был достигнут наивысший уровень ресурсного обеспечения, что позволило обеспечить бездефицитный баланс всех питательных веществ, а для фосфора – даже положительный. С 1991 года усилились отрицательные тенденции в изменениях почвенного покрова из-за почти полного прекращения финансирования государственных, региональных и местных программ. Производство и применение минеральных и органических удобрений, объемы химической мелиорации сократились соответственно в 4–5 и более, чем в 10 раз; баланс питательных элементов в последние годы отрицательный и составляет 50–120 кг/га за год.

На почвах Украины развиваются деградационные процессы, наиболее распространенными из которых являются дегумификация, уменьшение содержания подвижных питательных веществ, переуплотнение, обесструктуривание, заплывание и коркообразование, водная эрозия, подтопление, заболачивание, загрязнение радионуклидами, тяжелыми металлами, пестицидами и прочими токсикантами, ветровая эрозия. Указанные деградационные процессы обуславливают, по разным оценкам, снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур от 10–12 до 40–60 %. Главной причиной деградации почв Украины является отсутствие государственного управления земельными ресурсами, утрата государственного контроля использования и охраны почв, отсутствие соответствующих служб, баз данных и информационных систем.

Решение проблемы охраны почв должно осуществляться по таким основным направлениям: законодательное и нормативно-правовое обеспечение; нормативно-методическое обеспечение; информационное обеспечение; технологическое обеспечение; научное и кадровое обеспечение; финансовое обеспечение; использование международного опыта природоохранной деятельности. Состояние законодательного обеспечения охраны почв в последние годы улучшилось с введением в действие ряда законодательных актов. Подготовлен проект Закона Украины «О почвах и их плодородии». Для нормативно-методического обеспечения охраны почв создано около 300 нормативных документов, направленных на научно-методическое обеспечение обследования и мониторинга почв, методики исследований, изучения деградации почв, агротехнологий, сертификации земель (почв) сельскохозяйственного назначения. Главным в технологическом обеспечении является адаптированность проектов землеустройства и инновационных агротехнологий к почвенно-экологическим и социально-экономическим условиям, требованиям сельскохозяйственных культур. Исходя из современного состояния почвенного покрова и динамики его изменений, выделены следующие государственные приоритеты охраны почв. Приоритет № 1 – оптимизация содержания в почвах органического вещества, достижение бездефицитного баланса гумуса в почвах. Возможно, осуществлять следующим образом: увеличивать поступление в почву органических соединений за счет оптимизации севооборотов, растительных остатков, сидератов, сапропелей; улучшать условия гумификации растительных остатков и удобрений путем оптимизации обработки почвы, регулирования глубины заделки. Приоритет № 2 – достижение бездефицитного или положительного баланса питательных макроэлементов в земледелии путем увеличения производства и применения минеральных удобрений, внесения их в предпосевную культивацию, в рядки при посеве, прикорневые и внекорневые подкормки. Приоритет № 3 – охрана почв от эрозии, консервация земель. Главные из региональных приоритетов – решение проблемы кислотности почв (Полесье, Лесостепь), солонцеватости и засоленности (Степь). Разработана и издана Концепция химической мелиорации кислых и солонцовых почв (2008 г.), в которой сформулированы основные принципы и подходы к проблеме современной мелиорации почв, приведены возможные альтернативные варианты использования кислых и солонцовых почв. Указанные приоритеты включены в состав проекта Национальной программы охраны плодородия почв, переданной в комитеты Верховного Совета Украины и Стратегии сбалансированного использования, воспроизводства и управления почвенными ресурсами Украины.

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И УРОЖАИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗА ПЕРИОД 2000–2010 ГОДЫ

Веревкина С.И.¹, Лысенко В.Я.²

¹ ГУ «Ставропольский краевой центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» г. Ставрополь,

² ФГБОУ ВПО «Ставропольский аграрный университет» г. Ставрополь

Изменения погодно-климатических факторов определили так же и изменения агроклиматических ресурсов территории, а следовательно, изменился сельскохозяйственный потенциал климата. На Ставрополье за период 2000–2010 гг. отмечается положительная тенденция к улучшению тепло и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, и как следствие, увеличение их урожайности.

Агроклиматические ресурсы в большой степени определяют потенциальную величину урожайности сельскохозяйственных культур. Факт изменения климатических условий в настоящее время, а значит и агроклиматических ресурсов общеизвестен. Поэтому необходимы исследования величин изменения агроклиматических ресурсов определенных территорий с тем, чтобы оценить новый сельскохозяйственный потенциал климата. Этой проблеме на территории Ставропольского края и посвящена наша работа. Проведен анализ изменения отдельных метеорологических и агрометеорологических элементов таких как: температура воздуха, суммы температур воздуха за период активной вегетации растений, продолжительность периода вегетации, влагообеспеченность территории края по сумме выпавших осадков и по запасам влаги в почве. Мы изучали только погодную составляющую величины урожайности сельскохозяйственных культур при прочих равных агротехнических условиях. Период времени нами исследуемый с 2000 по 2010 годы.

Метеорологические и агрометеорологические наблюдения проводились сетевыми подразделениями ГУ «Ставропольского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в соответствии с требованиями и методическими указаниями Наставлений (РД), принятыми в системе Роскомгидромета.

Урожайность основных сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае за период с 2000 по 2010 годы возрастает, что видно из графиков на рис.1 – линии трендов показывают тенденции к увеличению урожайности (Приложение). Так у озимой пшеницы тренд показывает значи-

тельное устойчивое увеличение урожайности, очень резкие колебания урожайности отмечаются у ярового ячменя и кукурузы, возделываемой на зерно. Плавная тенденция увеличения урожайности отмечается у подсолнечника. Минимальный урожай озимой пшеницы получен в 2000 и 2003 годах – соответственно средние краевые значения 23.3 и 23.6 ц/га. В 2000 году агрометеорологические условия формирования урожая озимой пшеницы складывались только удовлетворительно по причине значительного недобора осадков и плохой влагообеспеченности растений из-за низких запасов влаги в почве. В 2003 году агрометеорологические условия оценивались так же как неблагоприятные из-за пониженных температур воздуха зимой и весной, а так же атмосферной и почвенной засух летом. Амплитуда колебаний урожайности озимой пшеницы от средней величины за 11 лет (32.7 ц/га) составляет от -9.4 до + 6.9 ц/га. В последние семь лет средняя урожайность озимой пшеницы по краю (34.2–39.6 ц/га) устойчиво больше средней величины за анализируемый период.

Урожай ярового ячменя в среднем по краю колебался довольно значительно – от 13.3 до 23.6 ц/га. Минимальный урожай ярового ячменя был получен в 2003 году.

Урожай зерна кукурузы так же подвержен значительным колебаниям: минимальный получен в 2001 году – 9.3 ц/га, максимальный – в 2004 году – 44.9 ц/га. Агрометеорологические условия формирования урожая зерна кукурузы в 2004 году были благоприятными, т. к. весной и летом отмечались обильные осадки, что обеспечило хорошие запасы влаги в почве. Средняя урожайность зерна кукурузы в крае за анализируемый период составила 29.7 ц/га. В течение семи лет урожай кукурузы получен выше, чем средний за 11 лет, в течение четырех лет – ниже.

Анализируя агроклиматические ресурсы Ставропольского края необходимо сделать выводы:

- Агрометеорологические условия формирования урожаев зерновых колосовых культур в Ставропольском крае в 54–63 % лет складывались благоприятно, что позволило получить достаточно высокие урожаи. Для пропашных культур в течение 5 лет (45 %) агрометеорологические условия складывались неблагоприятно в основном из-за возникновения во второй половине лета таких опасных агрометеорологических явлений как атмосферная и почвенная засухи.
- Изменения температурного режима территории края выражаются в значительном повышении температур воздуха в осенние, зимние и весенние месяцы, в увеличении количества получаемого растениями тепла, выраженного суммой активных температур воздуха за

период активной вегетации растений. Необходимо использовать это тепло для получения дополнительных (вторых) урожаев с посевов пожнивных культур, особенно на орошаемых участках.

- Положительные изменения влагообеспеченности территории определяются значительным увеличением сумм осадков в сентябре–октябре, апреле–мае и в августе, несколько меньшим – в июне–июле. Изменение запасов продуктивной влаги в почве имеют тенденцию к увеличению.
- Агроклиматические ресурсы территории Ставропольского края за период 2000–2010 годы имеют положительную тенденцию к улучшению в связи с повышением температур воздуха, увеличением количества осадков и улучшением влагообеспеченности растений.

УДК 574.476

РОЛЬ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Демин В.В.

ИЭП МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, vvd.msu@gmail.com

В последние годы появилось значительное количество работ, в которых подвергается ревизии представление о гуминовых веществах (ГВ), как о высокомолекулярных соединениях специфической природы, образующихся в наземных экосистемах. Значительное внимание в этих исследованиях уделяется реальным формам нахождения низкомолекулярных (до 2000 Да) ГВ в растворе и в органоминеральной матрице почвы. При интерпретации наблюдаемых эффектов используется аппарат супрамолекулярной химии, т. е. первостепенное внимание уделяется межмолекулярным взаимодействиям и структуре образующихся надмолекулярных ассоциатов. К сожалению, оригинальность получаемых результатов, достигаемая с помощью современных методов, плохо сочетается с «устаревшими» способами извлечения гуминовых веществ и традиционным разделением этих соединений на гуминовые кислоты и фульвокислоты.

Неясным остается вопрос соответствия форм существования выделенных ГВ в растворах и их организации *in situ* в органоминеральной матрице. Источник различных компонентов в надмолекулярных структурах, диагностируемых в растворе, также остается неясным: процедуры неселективной экстракции ГВ из почвы приводят к тому, что в надмолекуляр-

ных ассоциатах получаемого экстракта присутствуют соединения физически не контактирующие друг с другом в органоминеральной матрице.

Пока не дано четкого ответа на целый ряд вопросов: каким образом надмолекулярные структуры ГВ принимают участие в формировании различных пулов органических соединений в почве; как присутствие ГВ влияет на скорость обновления углерода и азота в наземных экосистемах; насколько чувствительны компоненты надмолекулярных комплексов ГВ к микробному воздействию (скорость и глубина биодegradации). Иными словами, дают ли новые «супрамолекулярные» гипотезы возможность получения информации для описания роли ГВ в формировании цикла углерода в наземных экосистемах на фоне меняющегося климата.

Роль гуминовых веществ в функционировании наземных экосистем может быть оценена исходя из того предположения, что именно эти соединения, являясь в первую очередь продуктом жизнедеятельности микроорганизмов, в то же самое время формируют их среду обитания, т. е. участвуют в коэволюции микроорганизмов и растений, с одной стороны, и ландшафтов – с другой. Такая функция ГВ, как биологическая активность, может рассматриваться именно в этом контексте. Одним из основных процессов, лежащим в основе этого явления, является локализация гуминовых веществ на поверхности живых клеток. Концентрирование рассеянного субстрата вблизи периплазматической мембраны вызывает увеличение эффективности действия экзоферментов и уменьшение рассеяния низкомолекулярных продуктов ферментативной реакции. В результате межмолекулярных взаимодействий ГВ с компонентами клеточных стенок на поверхности клеток формируется пористый экран, на котором происходит связывание как экотоксикантов (в том числе ксенобиотиков), так и биологически активных низкомолекулярных веществ, продуцируемых микроорганизмами и высшими растениями. В результате связывания ГВ на поверхности клеток появляется возможность для их переноса по трофическим цепям; например, сорбированные бактериями гуминовые кислоты переносятся в ходе эндоцитоза внутрь инфузорий.

Принимая во внимание, что взаимодействия ГВ с биологически активными соединениями, приводящие к снижению амплитуды положительных или отрицательных физиологических воздействий, протекают как на поверхности живых клеток, так и во внешней почвенной среде, гуминовые вещества можно рассматривать как «экополимеры», являющиеся «агентами гомеостаза» микробного ценоза почвы и экосистемы в целом.

**ПОЧВЫ И ПРИРОДНАЯ СРЕДА НИЖНЕВОЛЖСКИХ СТЕПЕЙ
В ЭПОХИ БРОНЗЫ, РАННЕГО ЖЕЛЕЗА И СРЕДНЕВЕКОВЬЯ
(IV ТЫС. ДО Н.Э. – XIV В. Н.Э.) И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ
ДРЕВНЕГО НАСЕЛЕНИЯ**

Демкин В.А., Демкина Т.С., Ельцов М.В., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н.

ИФХиБПП РАН, Пуццоно, demkin@issp.serpukhov.su

Исследования нескольких десятков подкуранных педохронорядов позволили установить, что в эпоху ранней бронзы (2-я половина IV – 1-я половина III тыс. до н.э.) эволюция почв нижневолжских степей происходила на уровне подтипов со сдвигом границ почвенных подзон к северу. В каждом из исследованных природных регионов отчетливо прослеживается усиление аридизации климата во 2-й половине III тыс. до н.э., которая привела к опустыниванию ландшафтов. Среднегодовая норма атмосферных осадков снизилась не менее чем на 100–150 мм и достигла уровня 200–250 мм/год. В конечном счете около 4000 лет назад в нижневолжских степях возник палеоэкологический кризис. Это сказалось на хозяйственном укладе племен поздне- и посткатакомбного времени, обусловив их переход к подвижному пастушескому скотоводству. Таким образом, в результате аридизации климата во 2-й половине III тыс. до н.э. произошла конвергенция почвенного покрова с преобразованием каштановых почв и солонцов в каштановидные полупустынные почвы, которые в хроноинтервале 4200–3900 лет назад занимали доминирующее положение в регионе. В первой половине II тыс. до н.э. наступила очередная смена условий почвообразования, вызванная ростом степени атмосферной увлажненности. Она обусловила дивергенцию почвенного покрова со вторичным формированием к середине II тыс. до н.э. ареалов зональных каштановых почв и солонцов на месте каштановидных. Изменение условий почвообразования отражалось и на состоянии микробных сообществ палеопочв. Вследствие сложившихся благоприятных палеоэкологических условий резко возросла численность населения срубной культуры (XVI–XIII вв. до н.э.), а для палеоэкономики этой эпохи было характерно сочетание земледелия и скотоводства.

Временная изменчивость морфологических, химических, микробиологических, магнитных свойств палеопочв в хроноинтервале 2200–1600 лет назад характеризовалась ритмичностью в связи с вековой динамикой увлажненности климата с колебаниями среднегодовой нормы атмосферных осадков в пределах ± 30 –50 мм. Климатические изменения обуславливали эволюционные преобразования каштановых палеопочв и палеосолонцов на родовом таксономическом уровне. В природном отношении время существования савромато-сар-

матской культурно-исторической общности можно рассматривать как эпоху чередования микроплювиальных и микроаридных периодов продолжительностью 100–200 лет. Периодическая смена ландшафтных и метеорологических условий сказывалась на жизни сарматских племен, регулируя маршруты и сроки их сезонных перекочевок, влияла на особенности расселения, региональные и глобальные миграции.

Характерной особенностью средневековых палеопочв нижневолжских степей XIII–XIV вв. н.э. является существенное отличие их свойств как от предшествующего времени, так и от современных фоновых. В это время активизировались процессы гумусообразования, рассоления и рассолонцевания почв, произошла перестройка карбонатного профиля, резкие преобразования претерпели почвенные микробные сообщества. Следовательно, в эпоху развитого средневековья произошли довольно существенные изменения климата в сторону гумидизации. Среднегодовая норма атмосферных осадков превышала современную на 70–100 мм. Увеличение атмосферной увлажненности повлекло за собой региональную миграцию природных рубежей к югу, в частности, экспансию сухостепных ландшафтов в пределы пустынно-степных. На основании палеопочвенных данных мы можем говорить о существовании в нижневолжских степях «средневекового климатического оптимума», пик которого приходился на XIII век. Благоприятная почвенно-ландшафтная и климатическая обстановка, сложившаяся в золотоордынское время, в определенной мере способствовала существенному изменению этнополитической ситуации в регионе, появлению многочисленных городищ, переходу средневековых кочевников к полуседлому образу жизни.

Исследования проводились при поддержке РФФИ и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН.

УДК 631.417.2

СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СОЧЕТАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВАХ ПОЧВ

Дергачева М.И.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, mid555@yandex.com

Совокупность гумусовых веществ, представляющих собой полифункциональную систему, занимает особое место в сохранении и передаче информации в биосфере. Информационные функции гумуса изучены наименее всего. Среди этой группы функций большое место

в последнее время обращается на функцию сохранения информации о сочетании экологических условий природной среды формирования системы гумусовых веществ (СГВ) и её функционирования во времени. В данном аспекте проблемы под информацией понимаются сведения о составе, структуре и (или) свойствах отдельных компонентов или системы гумусовых веществ в целом, соответствующие конкретным состояниям внешней по отношению к системе природной среды. Информацией могут служить структурные особенности, отдельные группы, конфигурация, соотношение элементов и/или компонентов и т. д. – всё то, что адекватно отражает специфику природной среды или её отдельных компонентов (растительности, климата, отдельных климатических характеристик и т.п.)

Совокупность взаимосвязанных структурно, процессуально и функционально гумусовых веществ, представляя собой систему, выполняет свои экологические функции, отражая производимые ею взаимодействия с внешней природной средой в своих внутренних состояниях, кодируя и «записывая» информацию о природной среде своего формирования в составе и структурных особенностях гумусовых веществ в виде каких-либо признаков: количественных соотношениях элементов, структурных перестройках, появлении новых свойств и т.п.. Информация эта в большой своей доле слабо подвержена диагенезу, сохраняется во времени и может «считываться» для оценки не только природных условий настоящего, но и прошлого. И таким образом, изучение информационной значимости гумусовых веществ в биосфере предопределяет необходимость выявления тех признаков системы гумусовых веществ, которые выработались в ней как ответная реакция на состояние формирующей её среды и которые сохраняются во времени.

Необходимость «считывания» информации, которая заключена в отдельных признаках гумусовых веществ, требует, в свою очередь, разработки «ключей», помогающих расшифровывать эту информацию, т. е. выявления всех возможных соответствий количественных характеристик того или иного признака системы гумусовых веществ количественным характеристикам компонентов природной среды или процессов, сформировавших этот признак.

К информации о природной среде, отражаемой в составе и свойствах системы гумусовых веществ и её компонентов – систем более низкого порядка – на данном этапе исследований можно отнести свойства гуминовых кислот и их соотношения с другими компонентами гумуса, имеющие тесную связь с отдельными характеристиками природной

среды или интегральными их показателями, т. е. соответствующие специфике природных характеристик. Информативны даже сами доли отдельных компонентов системы, поскольку они индицируют температурные (ГК) или влажностные (ФК) условия климата. Так, доля ГК тесно связана со среднегодовой температурой воздуха и почв, суммой активных температур и другими температурными показателями климата, а количество фульвокислот в системе обуславливается в большей степени условиями увлажнения, и имеют тесную связь с осадками, коэффициентом увлажнения и т.п.

Кроме того, информацию о природной среде несут соотношение основных компонентов СГВ (в частности, $C_{гк}:C_{фк}$), а также структурные особенности и свойства гуминовых кислот. Проведена оценка информационной значимости ряда признаков состава и структуры гуминовых кислот в оценке состояния природной среды и дана предварительная градация признаков по их информационной важности.

УДК 631.4

ПЕДОСФЕРА – КАК ОБОЛОЧКА ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И РАЗНООБРАЗИЯ ЖИЗНИ НА ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ

Добровольский Г.В.

*Институт экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
dobrovolskygleb@mail.ru, matekina@rambler.ru*

Впервые представление о почвенном покрове Земли, который одевает ее «разноцветными лентами» природных почвенных зон, сформулировал В.В. Докучаев. Картографически он показал это на схеме «Почвенных зон Северного полушария Земли» в 1899 году. Понятие о почвенном покрове Земли, как одной из ее геосфер – «Педосфере», аналогичной литосфере, гидросфере и атмосфере, предложил в 1904 году А.А. Ярилов. Последующее развитие географии и картографии почв показало, что педосфера состоит из огромного числа самых разнообразных почв и представляет собой очень сложную, структурно организованную оболочку земной суши. Основное внимание почвоведов в XX веке было направлено на изучение генезиса, свойств, систематического и географического разнообразия почв, разработку методов повышения их плодородия. Несравненно меньшее внимание уделялось изучению функционально-экологической роли почв в биосфере и жизни человека. Угроза глобального эколо-

гического кризиса на рубеже XX–XXI веков явилась серьезным вызовом человечеству, в том числе науке и практике в области почвоведения и земледелия. Возникла актуальная необходимость изучения экологических функций почв, их влияния на растительный и животный мир, на жизнь человека и в целом на биосферу. Получило развитие учение об экологических функциях почв и на его основе новое – экологическое направление в современном почвоведении. Среди важнейших экологических функций почв выделяются функции почвы как уникальной среды обитания и жизнедеятельности разнообразных видов растений, животных и микроорганизмов; функция почвы как связующего звена геологического и биологического круговорота веществ в наземных экосистемах; функция почв как источника и носителя биологической продуктивности в природных экосистемах и плодородия на землях сельскохозяйственного использования. Важнейшее экологическое значение имеют глобальные функции педосферы – ее взаимосвязи и влияние на атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу в целом. Они проявляются в воздействии почвенного покрова на состав и динамику приземных слоев атмосферного воздуха, состав и режим озерных, речных и грунтовых вод, на выветривание поверхностных слоев горных пород и формирование континентальных кор выветривания. Экологическая роль и значение почв в биосфере ярко проявляется в том, что именно почвенный покров Земли, ее педосфера, характеризуется максимальной плотностью и разнообразием форм жизни на планете Земля. Очевидно также то, что эта особенность педосферы есть вещественное наследие всей истории развития (эволюции) жизни на Земле. Современная деградация почв, как следствие процессов эрозии, антропогенного загрязнения и нерационального землепользования представляет серьезную угрозу потери генетического разнообразия жизни на Земле, особенно устойчивому развитию человеческой цивилизации. Нельзя забывать, что более 90 % продуктов питания человек получает, используя плодородие почв. Человечество уже потеряло за свою историю землепользования более двух миллиардов гектаров плодородных почв. Это больше, чем вся площадь современного земледелия. Состояние почвенного покрова России неудовлетворительное. Безотлагательно необходимо принятие федерального закона об охране почв и о организации специальной службы учета и контроля экологического состояния почв, прежде всего на сельскохозяйственных, а также городских, промышленных и транспортных землях.

УДК 631.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОПОЧВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ИМЕРЕТИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Ельцов М.В.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пуццо, m.v.eltsov@gmail.com*

На территории Имеретинской низменности (Краснодарский край) были проведены почвенно-археологические исследования археологических памятников раннего железного века и средневековья (раскопки Института Археологии РАН).

Исученные археологические памятники расположены на относительно возвышенных краевых частях низменности приуроченных к прибрежной зоне, либо к речным долинам рек Мзымта и Псоу.

В современном почвенном покрове территории исследований преобладают гидроморфные и полугидроморфные антропогеннопреобразованные влажнолуговые карбонатные незасоленные тяжелосуглинистые и глинистые почвы.

Развитие почв Имеретинской низменности за последние 3 тыс. лет происходило в несколько этапов обусловленных изменением уровня залегания грунтовых вод в результате регрессий Черного моря.

Время существования археологических памятников совпадало с этапами осушения территории за счет понижения уровня залегания грунтовых вод. В античное время (2500 лет назад) почвы развивались в автоморфных условиях. В это время в центральной части равнины существовала мелководная пресная лагуна, соединенная с морем протокой. Последующее повышение уровня Черного моря привело к заболачиванию территории. Некоторое осушение Имеретинской низменности, с понижением уровня грунтовых вод на 3 метра, происходило в эпоху средневековья (6–10 вв. н.э). Скорость осадконакопления за последние 3 тыс. лет была незначительной и примерно составляла 0,1 м в столетие.

**БИОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО
ВЕЩЕСТВА ПОДСТИЛОК В ХОДЕ СУКЦЕССИИ БОЛОТНЫХ
БЕРЕЗНЯКОВ****Ефремова Т.Т., Аврова А.Ф., Ефремов С.П.***Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В.Н.
Сукачёва СО РАН, Красноярск, efr2@ksc.krasn.ru*

Показано, что среди диагностических критериев вещественного состава подстилок ведущая роль принадлежит показателям состояния органического вещества и азота. Однако информации о связи биохимического состава подстилок с их лесоводственно–морфологическим строением пока явно недостаточно. Цель данного сообщения в какой-то степени восполнить этот пробел на примере болотных березняков мезо-евтрофного экогенетического ряда.

Исследования проводились в междуречье Оби и Томи на одном из наиболее крупных лесоболотных массивов площадью 2,3 тыс. га. Изучались насаждения березы пушистой, представленные разнообразными типами леса. По уровням стояния почвенно–грунтовых вод, запасам подстилки и расстоянию от русла внутриболотной речки экологический профиль был объективно (методом древовидной кластеризации) разбит на участки различной протяженности. В границах участков выделены следующие типы леса. На расстоянии 0–30 м от русла – папоротниково–крапивно–лабазниковый березняк, в 30–100 м – вейниково–крапивно–лабазниковый, 100–140 м – вейниково–осоковый, на расстоянии 140–230 м – зеленомошно–болотно–разнотравный, в 230–270 м – сфагново–мёртвопокровный.

В экологическом ряду болотных березняков выделено шесть типов лесной подстилки следующего строения. Сильноразложившаяся мощная подстилка 5,7 см ($L_{0,7} - F_{2,1} - H_{2,9}$) древесно–крупнотравного состава формируется в березняках с участием в напочвенном покрове лабазника, крапивы и страусника. Среднеразложившаяся аналогичного состава мощная 5 см ($L_{1,4} - F_{3,3} - H$ фрагментарно) – в вейниково–лабазниковом. Корневищная (груборазложившаяся) древесно–осоково–вейниковая подстилка малой мощности 3,6 см ($L_{1,7} - F_{1,9}$) образуется в вейниково–осоковом березняке. Торфянистая маломощная 4,5 см ($L_{2,4} - F_{2,5}$) мелкотравно–сфагново–древесная – в сфагново–болотно–разнотравных типах леса. Оторфованная древесного состава мощная 6,2 см подстилка ($L_{3,3} - F'_{2,2} - F''_{0,7}$) формируется в мочажинах сфагново–мёртвопокровного березняка. В сфагновых синузях данного типа леса образуется торфяная древесно–моховая мощная (6,1 см) подстилка (Оч. $L_{3,3} - Оч.F_{2,8}$), сложенная очесом

– бурыми, отмершими частями стеблей и веточек мхов с включением остатков древесных растений и болотных трав. Запасы подстилок в пределах экологического профиля образуют следующий ряд: 4,5 кг/м² (0–30 м) > 3,7 (30–100 м) > 2,1 (100–140 м) < 2,5 (140–230 м) < 3,1 кг/м² (230–270 м) и характеризуются средней изменчивостью по типам леса (V – 16–26 %) и высокой по формации болотных березняков в целом (V – 34 %).

Специфика биохимической трансформации лесного опада определяется в большей мере накоплением гуминовых кислот преимущественно 1-й фракции на фоне относительно равномерного формирования фульвокислот во всех типах подстилок. Интенсивность образования гуминовых кислот тесно положительно связана с биологической активностью субстрата, судя по C/N . Специфика и напряженность этих процессов (при относительно равном поступлении древесного опада) регулируется флористическим составом напочвенного растительного покрова. Плавные, не четкие изменения содержания ГК-1 и отношения C/N в лесоводственно-морфологических типах подстилок снижают роль этих показателей в качестве диагностических критериев.

Выполненная методом древовидной кластеризации группировка морфогенетических типов подстилок по состоянию органического вещества в биохимические категории мягких (средне- и сильноразложившиеся подстилки), переходных (корневищная, торфянистая, оторфованная) и грубых (моховая) подстилок с высокой точностью дискриминируются как отношением C/N – 20, 30, 40, так содержанием ГК-1 – 14, 10, 6 % соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 27.

УДК 631.4

РОЛЬ МИНЕРАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ ГОРНОЙ ПОРОДЫ В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ, ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВЫ И БИОСФЕРЫ

Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О.

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва, dusy.taz@mail.ru

Эволюция горных пород заключается в превращении массивных горных пород в осадочные. 3,8 млрд лет назад образовались первые рыхлые осадочные обломочные породы. Именно с появлением осадочных пород связаны первичные процессы почвообразования и формирование предпочв, в которых биота еще не присутствует, но уже есть органические вещества, в том

числе и гиперциклы. Чтобы в «бульоне» найти необходимые молекулы и радикалы, гиперциклы должны были бы обладать высокой подвижностью. Но эти молекулы не имели еще «двигательного» аппарата, а их движение происходило или диффузно, или с потоком воды. В этом случае встреча с «нужной» молекулой достаточно случайное явление. Большее преимущество должны были иметь те гиперциклы, которые адсорбировались на минеральных коллоидах. Другие органические соединения, в том числе и нужные им, «проплывал» мимо, и гиперциклы могли их сорбировать, присоединять, полностью или частично, достраивая свое «тело» или воспроизводя аналогичную молекулу гиперцикла. «Оседлые» гиперциклы могли использовать минералы, входящие во фракцию коллоидов как катализаторы. В частности, марганец в составе пирролизита, манганита и бернессита, а также оксиды железа до сих пор работают как катализаторы и в почве и внутри организмов. Глинистые минералы могли не только адсорбировать органические соединения, но и катализировать реакции с образованием L-изомеров аминокислот. Таким образом, матрица горных пород адсорбировала одиночные органические молекулы, накапливала их в течение геологического периода времени и повышала вероятность встречи органических молекул друг с другом с образованием более сложных. Если же считать гиперциклы «живой материей Вселенной», то возникшее образование можно считать протобиосферой. Развитие гиперциклов превратило предпочву в протопочву и могло одновременно привести к возникновению жизни и биосферы в современном понимании этих терминов. Почва, или, точнее, первичное почвоподобное тело возникло раньше биосферы и послужило толчком к формированию биосферы. До девона почвы были маломощными, надежных следов этих почв не найдено. Настоящие среднетощные почвы появились в девоне. Это были, в основном, гидроморфные: перегнойно-глеевые, луговые, торфяно-глеевые, засоленные почвы. Таким образом, формирование биогеосферы началось на рыхлых горных породах, возможно, на предпочвах. Минеральная матрица предпочв и почв способствовала первичной эволюции организмов (на уровне гиперциклов и низших организмов), что привело к появлению биосферы и дальнейшей ее эволюции. Эволюция почв связана с развитием матрицы – увеличением ее поверхности. Причем, размеры изначальной матрицы горной породы задают направление и границы почвообразовательных процессов. В современных почвах биохимические реакции контролируют микробы и иммобилизованные ферменты. Однако с появлением новых инфекционных частиц белковой природы прионов, пагубных для всего живого, роль минеральной матрицы почв в их окислении приобретает новый смысл и значение.

БИОСФЕРНАЯ РОЛЬ БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Инишева Л.И.¹, Сергеева М.А.¹, Смирнов О.Н.¹ Головченко А.В.², Глаголев М.В.², Наталенко А.О.¹, Ларина Г.В.³,

¹ТГПУ, Томск, *inischeva@mail.ru*;

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, *golovchenko.alla@gmail.com*

³ГАГУ, Горно-Алтайск, *knh@gasu.ru*

Первые болота на нашей планете появились на стыке двух геологических периодов – силура и девона (около 400 млн лет назад). Именно в этот период вышли из водной среды предки современных растений и болота сыграли роль моста, по которому растительность перешла из водной среды на сушу. За сотни миллионов лет слои торфа превратились в горизонты каменного угля. Современные болота существенно отличаются от ископаемых, их максимальный возраст – 12 тыс. лет. Северо-Западный, Уральский и Сибирский федеральные округа отличаются широкомасштабным заболачиванием территории. Например, общая заболоченность территории Западно-Сибирской равнины площадью почти 3 млн км² в среднем составляет 50 %, достигая в отдельных речных бассейнах 70–80 %. Изменчивость гидроклиматических факторов обуславливает изменение интенсивности дренирования, что, в свою очередь, может вызывать ослабление или усиление поступательного развития болот. Только при изменении климата в сторону заметной аридизации возможно коренное изменение водного баланса массивов и их регрессия. При неизменных климатических условиях процесс заболачивания необратим.

Занимая огромные площади, болота имеют огромное значение для экологического состояния территории. Так, в лесостепной зоне Западной Сибири высокая заболоченность (до 25 %) существует вопреки климату (это зона недостаточного увлажнения) и, возможно, благодаря влиянию севернее расположенных болот подзоны осиново-березовых лесов. В частности, велико воздействие на развитие болотообразовательных процессов в Барабинской лесостепи огромного Васюганского болота (около 5 млнга), которое частично заходит и в зону лесостепи.

Болотные экосистемы выполняют ряд функций: гидрологическую, геоморфологическую, климатологическую и др. Так, болота играют также важную роль в поддержании состава атмосферного воздуха. Соотношение между потоками диоксида углерода и метана в круговоро-

те углерода в системе болото-атмосфера определяет «вклад» болотного региона в возможное потепление глобального климата.

Все эти вопросы явились целью наших многолетних исследований (1986–2011 гг.) на болотных стационарах Сибири.

Результаты исследований позволяют сделать некоторые выводы и наметить перспективу дальнейших работ.

Получены новые научные знания о свойствах и режимах торфяных почв южно-таежной подзоны Западной Сибири; исследованы зональные-подзональные особенности развития болот, обследованы торфяные почвы в Республике Алтай.

Проведено полнопрофильное биохимическое исследование торфяных почв; получены параметры биологического состояния, определяемые микробоценозом и ферментами, участвующими в трансформации органического вещества торфов. Показано, что торфяные профили ТБЭС биохимически активны по всему профилю, но различаются по численности микрофлоры отдельных физиологических групп и активности ферментов. Анализ структуры бактериального сапротрофного блока в торфяных почвах позволил выявить в них особенности пространственного распределения, сезонной динамики и состава бактериальных комплексов.

В настоящее время процесс болотообразования в целом замедлился. Однако проявление зональности в трансгрессии болот на окружающие их леса сохранилось. Процессы естественного заболачивания наиболее активны по периферии болотных систем, особенно в условиях равнинного рельефа.

Уточнены генетико-эволюционные и субстантивно-функциональные особенности торфяных почв олиготрофного типа. Так показано, что в торфяной залежи происходит биогенная миграция веществ, что указывает на связь торфяных отложений с почвообразующей породой.

Выявлены закономерности протекания биохимических процессов углеродного цикла в зависимости от генезиса торфяных болот. Определены условия и параметры продуцирования CO₂ и CH₄ торфяными почвами Сибири. Выделены основные факторы, влияющие на эмиссию парниковых газов; разработана база данных по эмиссии парниковых газов.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Государственного контракта (№ 02.740.11.0325), Минобрнауки 01.01.08, РФФИ (09-5-00235, 09-5-00395).

УДК 631.05

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШИРВАНСКОГО РЕГИОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

Т.Э. Касимзаде¹, Г.Ш. Мамедов²

¹Институт Ботаники НАНА,

²Гос. Ком. по Земле и Картографии Азербайджана,
nushana_kasimova@yahoo.com

Экологическая оценка почв Ширванской зоны (Восточная и Западная части Большого Кавказа, Степное плато, Курская равнина, Кура-Аразская низменность и Гобустан) Азербайджана представляет как большой научный, так и практический интерес. В состав изучаемой нами области Горного Ширвана входят административные районы: Агсу (частично), Шамаха, Исмаиллы, Гобустан; в Равнинный Ширван – Курдамир, Уджар, Зардоб, Агдаш, Агсу (частично), Евлах (частично), Геокчай, Гаджигабул. Общая территория – 613 тыс. га, население 273,4 тыс. человек. Рельеф зоны разделен на нагорные и равнинные территории. На равнинной территории климат умеренно горячий и сухой субтропический; в горной – лето немного холодное, зима достаточно холодная и аридная. Среднегодовая температура равнинной территории 14,10 С (Агсу), на нагорной территории – 10,50 С. Температура самого холодного месяца в Агсу 3,30 С, в Шамахе – 0,60 С. Среднегодовое количество осадков – 800 мм (Исмаиллы) и 379 мм в Маразе (Шамаха). 428 тыс. га (69,8 %) общей территории являются нагорьем, и 185 тыс. гектаров (30,2 %) – равнины. 37,2 % – горные каштановые (коричневые) почвы; 11,4 % – каштановые; 11,8 % – коричневые и горно-лесные коричневые; 3,3 % – черноземы; 8,2 % – бурые; 8,0 % – аллювиально-луговые; 2,7 % – лугово-горные; 5,7 % – горно-луговые. Земли, пригодные для сельского хозяйства – 376769 га (67,1 %), из них пахотные – 37,5 % (141,3 тыс. га), многолетние посевы – 2,5 % (9,2 тыс. га), сенокосные угодья – 1,2 % (4,6 тыс. га), пастбища – 57,1 % (212,5 тыс. га), приусадебные участки – 2,5 % (9191га), леса – 13,3 % (81596га). Орошаемые земли, пригодные для сельского хозяйства составляют 52,8 тыс. га (14,2 %). Государственные земли – 39,5 % (242,4 тыс. га); муниципалитет – 36,0 % (220,4 тыс. га); частные – 24,5 % (150,2 тыс. га).

Определение содержания радионуклидов в почвах данной зоны представляло интерес с точки зрения их ценности и одновременно степени опасности для проживающих здесь людей. 215 почвенных разрезов заложены по отдельным ландшафтным комплексам с учетом структуры верхнего слоя и отобраны образцы почв и растений для лабораторных исследова-

дований. Выявлено 14 типов и 52 подтипа почв: альпийский и субальпийские луговые и лугово-степные→мезофильно-лесные→ксерофильно-лесные→кустарниковые и сухие горно-степные→сухие субтропические степи и полупустыни→поймы и низинный лес, то есть от горно-лугового типа до солончакового типов почвы.

Для упомянутых выше почв активность радиоактивных элементов колеблется от 152,26 Бк/кг до 74,01 Бк/кг, для засоленных почв – 207,86 Бк/кг. Определено количество $U \cdot 10^{-4}$, $T \cdot 10^{-4}$, К (%) и U (Pa), Th, К (%). Соответственно, количество радиоактивных элементов колеблется от 1,46 до 94,55 % для $U \cdot 10^{-4}$, от 0,14 до 34,88 % для $T \cdot 10^{-4}$, от 0,69 до 8,75 % для К. В другом случае от 1,33 до 81,02 % для U (Pa), от 1,42 до 66,85 % для Th и от 205,39 до 1023,68 % для К. Установление зависимости корреляции между содержанием радиоактивных элементов позволяет говорить, что их количество не представляет опасности для населения данной зоны.

УДК 631.47

ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

В.И. Кирюшин

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, mshapochv@mail.ru

Переход к устойчивому развитию в соответствии с биосферной парадигмой природопользования сопряжен с развитием ландшафтного планирования. В России опыт территориального планирования в советский период сложился в виде системы землеустроительного проектирования, которое было обусловлено жесткими плановыми заданиями и не было ландшафтным, что сопровождалось экономическими и экологическими издержками сельскохозяйственной деятельности. В 80-х годах развивались экологически ориентированные подходы к территориальному планированию (районные планировки, комплексные схемы и меры по охране природы и природопользованию). С начала 90-х годов прежняя система территориального планирования была разрушена, новая не создана. Однако исследования в этом направлении активно развивались в ландшафтно-географическом и агроэкологическом аспектах соответственно в рамках ландшафтоведения и агропочвоведения.

Отечественный и европейский опыт ландшафтного планирования может служить в качестве базовой методологии организации территориального планирования. В ее основе лежит сохранение основных функций

ландшафта как системы поддержания жизни, предотвращение экологических конфликтов, содействие устойчивому развитию территории. Территориальное планирование должно осуществляться как иерархическая система на трех уровнях: локальном, региональном и федеральном.

На локальном уровне в качестве базовой формы ландшафтного планирования нами разработана методология проектирования агроландшафтов. Агроландшафты выделяются в сельскохозяйственных ландшафтах наряду с урбанизированными, техногенными и другими. Применительно к агроландшафтам формируется растениеводческая инфраструктура (полевая, пастбищная, садовая и др.). Агроландшафт представляется как геосистема, выделяемая по совокупности ведущих агроэкологических факторов (определяющих применение тех или иных систем земледелия), функционирование которой происходит в пределах единой цепи миграции вещества и энергии. Синоним агроландшафта – агроэкологическая группа земель. В качестве элементарных структур агроландшафта выделяются элементарные ареалы (элементы мезорельефа, ограниченные ЭПП или ЭПС). Синоним – вид земель. Идентификация видов и групп земель осуществляется по материалам почвенно-ландшафтного картографирования в ГИС агроэкологической оценки земель (М: 1:10000). Проектирование агроландшафтов начинают с размещения сельскохозяйственных культур и угодий. Для этого составляют электронные карты пригодности видов земель для возделывания культур. Путем взаимного наложения карт-слоев выявляют агроэкологические типы земель и формируют полевую инфраструктуру, поля севооборотов и производственные участки. Разрабатывают системы обработки почвы, удобрения и защиты растений. С учетом почвенно-ландшафтных связей и энергомассопереноса формируют противозерозионную организацию территории, разрабатывают меры по устранению и предотвращению очагов деградации. Проектируют элементы экологического каркаса по экотопам. Дифференцируют размещение культур с учетом мест обитания птиц и полезных насекомых для борьбы с вредителями, для опыления растений. Проектируют микроразделки. Разрабатывают систему защитного лесоразведения, обосновывают целесообразность мелиораций. На региональном уровне ландшафтное планирование должно осуществляться в виде рамочных планов, в которых определяются назначение и характер использования территории: селитебное, лесохозяйственное, рекреационное, размещение промышленности или энергетики, добыча полезных ископаемых и т. д.

Разработанная методология проектирования агроландшафтов широко апробирована в различных природно-сельскохозяйственных зонах и провинциях на примере крупных сельскохозяйственных предприятий.

ГОРНЫЕ ПОЧВЫ КАК АРХИВ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ковалева Н.О.

ИЭП МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, natalia_kovaleva@mail.ru

Глобальное потепление климата, таяние высокогорных ледников и сокращение ресурсов пресной воды, непрекращающийся подъем уровня мирового океана и неравномерное распределение последствий климатических изменений привлекают все возрастающий интерес к фундаментальной проблеме выявления климатических трендов прошлых эпох и к поиску методов их исследования. Однако любой климатический сценарий, даже кратковременный, проявляется и регистрируется, прежде всего, в наивысших частях биосферы – в горах, которые до сегодняшнего дня являются центрами современных оледенений. Тем не менее, экологические функции горных ландшафтов в комплексном планетарном контексте изучены недостаточно, тем более, что настоящим архивом палеоклиматической информации в горах являются почвы.

Объектами исследования стали хронопоследовательности почв, приуроченные к фронтальным и латеральным моренам позднелейстоценового и голоценового возраста в горных системах Евразии. В азиатской части континента – горы Северного *Тянь-Шаня* с суббореальным континентальным типом вертикальной поясности; Центрального Тянь-Шаня – с субтропическим континентальным; экстраконтинентальные засушливые высокогорья *Памиро-Алая*, на границе Европы и Азии – Северный *Кавказ* с суббореальным гумидным типом высотной поясности и Восточный Кавказ – с суббореальным континентальным; в субполярном климате Европы – *Хибинский* горный массив с бореальным типом вертикальной поясности.

На основе анализа возраста почв и системы почвенных климатоиндикаторов, включая изотопные кривые по углероду, установлено, что колебания климата в позднеледниковье и голоцене носили глобальный характер. Однако в Тянь-Шане и, особенно на Памиро-Алае, послеледниковое почвообразование началось раньше, чем в горах Европы. При этом ледники Средней Азии в эпоху своего максимального развития имели долинный характер и не опускались до предгорий. Хибины были скованы льдом до бореального периода, и начало почвообразования сдерживалось вплоть до середины голоцена. На Кавказе оно

совпало с началом голоцена. В результате таяния ледниковой массы, заболачивания ландшафтов и нарастания парциального давления CO_2 в атмосфере эволюция типов фотосинтеза в сторону наращивания растениями подземной биомассы привела к возникновению новых типов гумуса и соответствующих им типов почвообразования – черноземного и лугового. К атлантическому периоду голоцена черноземы распространились на Кавказе и в Тянь-Шане до современного альпийского пояса. Памир в экстрааридных континентальных условиях и разреженной атмосфере сохранил плейстоценовый тип вертикальной поясности. В гидроморфных условиях Хибинского горного массива дерновые почвы заменили лугово-болотные. Климатические оптимумы рубежа плейстоцена и голоцена, среднего голоцена, средних веков сопровождались иссушением климата на Северном Кавказе, Северном Тянь-Шане и в Хибинах. Однако на Памиро-Алае и во Внутреннем Дагестане количество осадков в эти периоды увеличивалось. В результате палеоклиматические кривые выглядят синхронно в континентальных регионах и абсолютно асинхронно – в гумидных. При этом потепления характеризуются длинными временными отрезками во всех горных системах, интервалы похолоданий – короткими. Средневековый оптимум во всех исследованных регионах отличается активизацией антропогенной деятельности и восстановлением среднеголоценовых структур почвенного покрова, деградацией оледенения. Малый ледниковый период был диагностирован в разное время в северной Европе (18 век), на Кавказе (13–17 века) и в Высокой Азии (19 век). Современный тренд изменений климата в рассматриваемых регионах характеризуется двумя противоположно направленными процессами: с одной стороны, установленное инструментальными методами – увеличение увлажненности климата, а с другой, – «остепнение» ландшафтов и сдвиг растительных зон вверх в результате их антропогенного освоения.

Итак, значительный информационный ресурсный потенциал архива горных почв может быть использован в целях палеоклиматических реконструкций, а его прочтение возможно на основе предложенной нами методологии педоклиматостратиграфии.

ИЗУЧЕНИЕ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ВНУТРИПОЧВЕННОЙ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСОПАРКЕ ПРИГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА

Кузнецов П.В.

Учреждение Российской академии наук Институт геохимии имени А.П. Виноградова Сибирского отделения РАН, Иркутск, petr-kr@mail.ru

В свете концепции об экологических функциях почв, разработанной Г.В. Добровольским, в настоящее время актуальность приобретает ее функция, связанная с формированием химического состава почвенно-грунтовых вод. Преобразование атмосферных осадков в почвенные и грунтовые воды зависит как от первоначального состава самих осадков, так и от конкретного состава и свойств почв. В этой связи дополнительным процессом, служащим источником химических элементов, поступающих в почвенно-грунтовые воды, может служить процесс трансформации почвенно-геохимических барьеров.

Объектом исследования служила почвенно-геохимическая катена, заложённая в пригороде Петрозаводска. Почвы представлены подзолами иллювиально-железистыми песчаными, приуроченными к плакорам и подзолами контактно-глееватыми песчаными, в разной степени трансформированными. Двучленность почвенных профилей здесь предопределяет активный латеральный внутрипочвенный сток в контактно-глееватом горизонте. В связи с этим, в формировании химического состава контактно-глееватого горизонта в подчиненных ландшафтах принимают участие не только почвенные процессы, формирующие генетический профиль почв, но также процессы трансформации почвенно-геохимических барьеров и привнос химических элементов с латеральным внутрипочвенным стоком.

Основными факторами, обуславливающими миграционную способность ряда элементов, служат сильно кислая реакция среды, элювиально-глеевый процесс и формирование водорастворимых органических веществ (ВОВ) кислотной природы (Яшин и др., 2011).

Результаты изучения химического состава контактно-глееватого горизонта почв выявило ряд особенностей. По профилю катены в контактно-глееватом горизонте наблюдаются увеличения содержания некоторых макроэлементов от плакора к нижней трети склона: содержания Al_2O_3 возрастают от 11,41 до 13,63 %, а Fe_2O_3 от 2,69 до 5,08 %. Подобным образом возрастают и содержания ряда микроэлементов (мг/кг, соответственно на плакоре и в нижней трети склона): ванадия – от 52 до 93, хрома – от 43 до

86, никеля – от 18 до 34, цинка – от 37 до 52, кадмия – от 0,06 до 0,1 и ртути – от 0,004 до 0,02. Это дает основание предполагать об их привносе в результате внутрисочвенной латеральной миграции. Наибольшие контрастности в содержаниях обнаруживаются для ртути. Это становится важным обстоятельством с позиций экологии. Ртуть является весьма токсичным элементом, а в условиях подзоны средней тайги, где в процессах почвообразования участвуют ВОВ кислотной природы, может образовываться ее наиболее опасная органическая форма – метилртуть (Варшал и др., 1978).

Также вызывает опасение миграция и других металлов I-го класса опасности – цинка и кадмия. Увеличение их техногенного поступления в таежные экосистемы будет способствовать увеличению их содержаний и в почвенно-грунтовых водах (Соколов и др., 1999).

Миграционная способность таких элементов, как хром и ванадий, вероятно, обусловлены восстановительными условиями среды при сезонном избыточном увлажнении и переходе этих элементов в подвижные в данных условиях восстановленные формы. Однако, при смене анаэробной глеевой обстановки окислительной, эти металлы будут осаждаться. С другой стороны, как известно, ванадий, хром, а также никель и кобальт – легко сорбируются гидроксидами железа и поэтому могут совместно мигрировать в коллоидной форме (Глазовская, 1988). Изучение форм нахождения этих элементов требует дальнейшего изучения. Остается неясным вопрос латеральной миграции марганца в контактно-глееватом горизонте, поскольку в нижней трети склона не наблюдается увеличения его содержаний.

УДК 631.4

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В НАУКЕ

Куст Г.С., Добровольский Г.В.

Институт экологического почвоведения МГУ, gkust@ya.ru

В 1985 году на съезде ВОП в Ташкенте и в 2000 году на III съезде Докучаевского общества почвоведов в Суздале в докладах Президентов обществ было обосновано появление и становление нового научного направления – экологического почвоведения, методологической основой для которого стало учение об экологических функциях почв. За прошедшие годы экологическое почвоведение, приобретая черты новой отрасли науки, вобрало в себя все больше научных тем: получили развитие экологическое картографирование почв, биотестирование почв, теории почвенно-экологи-

ческих рисков и почвенно-экологического состояния земель. Обновленная концепция почвенных ресурсов опирается преимущественно на оценку экологических качеств почв, важных для современного производства. Экологические подходы проникли даже в такие разделы почвоведения как палеопочвоведение, эволюция почв и микропочвоведение, помогают решать проблемы глобальных климатических изменений, деградации земель и снижения биоразнообразия. Это нашло отражение в структуре научных учреждений, работающих в области почвоведения: Институт почвоведения МГУ-РАН был переименован в Институт экологического почвоведения МГУ, и является в настоящее время головным учреждением в области разработки теории и методов экологического почвоведения; в составе направлений работ многих научных учреждений появились «экологические» темы; наконец, именно на факультете почвоведения МГУ была впервые открыта университетская специальность «экология».

Экологическое направление не противостоит и не заменяет генетического почвоведения, а расширяет сферу его значения, опирается на его фундаментальные разработки, и ни в какой мере не снимает необходимости дальнейшей разработки проблем генезиса, систематики, классификации, эволюции, географии и классификации почв, теории и практики управления плодородием почв и методов их мелиорации. Вместе с тем, в экологическом почвоведении, которое в качестве одной из целей видит сближение почвоведения с сопредельными естественными и гуманитарными, экономическими и социальными науками, в настоящее время уже оформились самостоятельные тематики и направления, которые в целом можно свести к четырем основным разделам.

В первом разделе «Почвы и биосфера (почвы и сферы Земли)» экологическое почвоведение рассматривает такие проблемы как: оболочечная парадигма (педосфера как особая глобальная оболочка, концепция геодермы); почвы и потоки вещества и энергии (деструкция, трансформация, круговороты, синтез, регулирование); почвы и биоразнообразии, почвенная биота; функции почв в биосфере и отдельных экосистемах; ключевые биосферные свойства и функции почв. Во втором разделе «Почвы и человек» ставятся следующие проблемы: почвы как самостоятельный вещественный и многофункциональный ресурс и природное богатство (ресурсология почв); почвы и основные сферы человеческой деятельности; истощение почвенных ресурсов и охрана почв; почвы и здоровье человека, почвенно-геохимические провинции; почвы, экология, экономика и право; критические для человека и сообществ почвенные явления и состояния; почвы и развитие человеческой цивилизации – сельское хозяйство и

промышленность, религия, наука, культура; почвы и общество; экологическое просвещение и образование. Третий раздел «Почвы в настоящем, прошлом и будущем» поднимает такие проблемы как: почвы и информация, изменчивость и эволюция почв; формирование почв в геологическом и историческом прошлом; возрастание роли почв в настоящем; «глобальные» экологические международные конвенции (глобальный климат, биоразнообразие, опустынивание, культурное и природное наследие), роль почв и почвоведов в их решении; проблемы почв будущего; конструирование искусственных почв, экологическое почвоведение и его взаимосвязь с другими «экологиями» (агроэкология, промышленная экология, санитария, эпидемиология и токсикология, геоэкология, политическая экология, и пр.) И, наконец, четвертый раздел содержит поиск новых и совершенствование принятых методов экологического почвоведения.

УДК 631.47 (470.53)

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАШНИ НА ОПЫТНОМ ПОЛЕ ПЕРМСКОГО НИИСХ

Лейних П.А.

*ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА им. академика Д.Н. Прянишникова, Пермь,
lpa_dom@mail.ru*

В процессе своего хозяйственного использования почва претерпевает значительные изменения своих свойств, вследствие различной интенсивности использования пашни. Эти изменения могут носить как положительный характер, т. е. влиять на свойства почвы наилучшим образом, так и отрицательный, т. е. способствовать ее деградации. Изменения протекают под влиянием различных процессов, как внутренних, так и внешних.

Цель исследования – определить изменения агрохимических свойств почвы вследствие различной интенсивности использования пашни на дерново–мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве.

Для осуществления этой цели поставлены следующие задачи:

- определить агрохимические показатели почвы на участках с различной интенсивностью использования пашни;
- дать экономическую оценку пахотных земель Пермского НИИСХ.

Для решения поставленных задач в 2007 г. на дерново–мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве опытного поля Пермского НИИСХ прово-

дидлись исследования в длительном стационарном опыте. Повторность вариантов опыта трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь опытной делянки – 120 м², учётная – 40 м².

Азотное питание является основным источником питания для сельскохозяйственных культур и участвует в формировании гумуса почвы. Данный показатель не является постоянным и изменяется в течение вегетационного периода, поэтому невозможно рассмотреть тенденцию изменений данного показателя с глубиной.

По общему содержанию азота в почве лучшим вариантом оказался – типичный севооборот с внесением удобрений.

Для характеристики почвенного плодородия рассматривали: обменную и гидролитическую кислотность, сумму поглощенных оснований, емкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями, содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия.

В наших исследованиях пахотных горизонтов почв при различном использовании пашни, была отмечена следующая закономерность, реакция среды близкая к нейтральной без применения удобрений с бессменным посевом ячменя (монокультура) и типичного севооборота (с использованием многолетних трав). Внесение удобрений в дозе 60 кг д.в. /га привело к подкислению реакции среды до рН 4,8. Сильнее подкисление реакции среды проявилась на залежи (рН 4,5), т. к. при отсутствии человеческого вмешательства почва возвращается к естественному существованию и процессам, связанным с ним.

Доступный фосфор и калий. Доступный фосфор и калий являются важнейшими агрохимическими показателями почвы, т. к. они характеризуют обеспеченность растений этими элементами питания.

В данном опыте значения доступного фосфора варьируют в широких пределах. Максимальные значения фосфора среди пахотных горизонтов отмечаются у варианта типичный севооборот с внесением удобрений (752 мг/кг).

Максимальные значения калия (350 мг/кг) так же у варианта типичный севооборот с внесением удобрений. Минимальные значения в вариантах: с бобовыми без удобрений и чистый пар (71 мг и 75 мг/кг соответственно).

Низкое содержание подвижного фосфора и калия отмечалось в варианте залежь, где происходит большой вынос данных элементов разнотравьем.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ХИМИЧЕСКОГО И СВЧ-ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АМИЛОЛИТИЧЕСКИЕ БАКТЕРИИ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО

Мазанко М.С., Колесников С.И., Денисова Т.В.

ЮФУ, Ростов-на-Дону, Mary.bio@list.ru

В настоящее время проблеме загрязнения почв уделяется особое внимание. Однако, чаще всего рассматриваются случаи загрязнения одним конкретным загрязнителем, не уделяя должного внимания сочетанному загрязнению, хотя в условиях современного состояния экосистем всё чаще можно встретить сочетанное загрязнение, при этом загрязнителями могут выступать как химические вещества, так и электромагнитные излучения. Целью данного исследования было изучить влияние сочетанного химического и СВЧ-излучения на состояние почвенных амилитических бактерий.

В качестве объекта исследования был выбран чернозём обыкновенный, отобранный в Ботаническом саду ЮФУ г.Ростова-на-Дону из горизонта 0–20 см.

Почву высушивали до воздушно-сухого состояния, увлажняли до 60 % от общей влагоемкости. Затем три образца загрязнялась оксидом свинца PbO в концентрации 10 ПДК, другие три – нефтью 5 % от общей массы почвы. Оставшиеся три образца оставляли незагрязнёнными. Далее по одному образцу из каждой группы более не подвергали никаким воздействиям, остальные шесть образцов подвергали влиянию СВЧ-излучения помещением в микроволновую печь SAMSUNG, магнетрон которой работает на частоте 2450 МГц. По одному загрязнённому свинцом, нефтью или незагрязнённому образцу обрабатывали в течение 1 мин. СВЧ-излучением мощностью 450 Вт, оставшиеся – СВЧ-излучением мощностью 800 Вт.

В итоге получили следующую схему эксперимента: 1. Контроль; 2. PbO; 3. Нефть; 4. 450 Вт; 5. PbO + 450 Вт; 6. нефть +450 Вт; 7. 800 Вт; 8. PbO + 800 Вт; 9. нефть + 800 Вт.

Численность амилитиков учитывали на крахмало-аммиачной среде.

СВЧ-излучение меньшей мощности оказало на активность бактерий более выраженный угнетающий эффект. Так, если при СВЧ-излучении мощностью 450Вт произошло угнетение численности на 35 % ($p < 0,05$), то при 800Вт – на 20 % ($p < 0,05$).

Свинцовое загрязнение не оказало достоверного влияния на численность данных бактерий, также в сочетании с СВЧ-излучением мощностью 800Вт. Однако в сочетании с излучением в 450Вт оно оказало подавляющий эффект (21 %, $p < 0,01$).

Подобный эффект был показан и при нефтяном загрязнении. Если добавление нефти вызывало угнетение роста амилोलитиков на 28 % ($p < 0,01$), сочетание с СВЧ-излучением мощностью 450Вт – на 45 % ($p < 0,001$), то его сочетание с СВЧ-излучением мощностью 800Вт оказывало стимулирующий эффект – усиление роста на 12 % ($p < 0,05$).

С другой стороны, если рассматривать отдельно численность почвенных актиномицетов, то подобного эффекта не наблюдается. Во всех случаях дополнительное воздействие на почву СВЧ-излучением вызывало изменение численности актиномицетов обратно пропорционально повышению мощности излучения.

СВЧ-излучение мощностью 450Вт вызывало снижение численности актиномицетов на 69 % ($p < 0,05$), 800Вт – на 72 % ($p < 0,05$). Свинец вызывал снижение 64 % ($p < 0,05$), его сочетание с СВЧ-излучением мощностью 450Вт – на 69 % ($p < 0,05$), а 800Вт – на 82 % ($p < 0,05$). Нефтяное загрязнение стимулировало рост на 14 % ($p < 0,05$), его сочетание с СВЧ-излучением мощностью 450Вт – угнетение роста на 50 % ($p < 0,05$), 800Вт – на 60 % ($p < 0,05$).

Более высокие показатели численности актиномицетов при нефтяном загрязнении связаны со способностью данных бактерий использовать длинноцепочечные углеводороды и другие трудноусвояемые вещества, содержащиеся в нефти.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что сочетание СВЧ-излучения и химического загрязнения по-разному влияет на различные почвенные параметры, при этом эффект сочетанного излучения не является простой суммацией эффектов химического и СВЧ-загрязнения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (гранты 07-04-00690-а, 07-04-10132-к, 08-04-10080-к), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (госконтракты П169, П1298, П322, 16.740.11.0528), Президента РФ (гранты МД-3155.2007.4, НШ-5316.2010.4).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПАЛЕОПОЧВ

Макеев А.О.

Институт экологического почвоведения МГУ, Москва, makeevao@gmail.com

Одним из главных итогов палеопочвенных исследований является осознание того факта, что современная педосфера является одним из бесчисленных временных срезов, отражающих эволюцию природной среды на протяжении всей истории Земли. Ключевая роль почвообразования в становлении и развитии геосферно-биосферных систем описывается с позиций учения о биогеохимической роли живого вещества В.И. Вернадского. Биогеохимическая запись, представленная в палеопочвах и продуктах их вовлечения в геологический круговорот (педолитосфере, по М.А. Глазовской), позволяет воспроизвести практически непрерывную картину эволюции ландшафтной оболочки Земли. Это своего рода периодическая система, в клеточки которой предсказанным образом вкладываются находки вновь открываемых палеопочв. Объектом изучения палеопочвоведения является педолитосфера в целом, а не только профили и горизонты палеопочв (погребенных, поверхностных и ре-экспонированных). Почвообразование – постоянное звено геологического круговорота с самого начала геологической записи. Обитание (признаки жизни) и обитаемость (мелкоземистые субстраты) на суше возникли одновременно. Мощные профили докембрийских палеопочв позволяют пересмотреть представления о функциональных возможностях древнейших сообществ микроорганизмов.

Экология палеопочв раскрывается с позиций экосистемной теории эволюции, когда граничные рамки эволюции отдельных видов задаются биогеоценозом. На протяжении истории Земли наблюдается коэволюция палеопочв и биоты. Экологические функции почв палеопочв проявляются на фоне биологической эволюции. Можно говорить о новой отрасли знаний – учении об экологии палеопочв. Экологическая роль палеопочв проявляется во всех наиболее значимых событиях в эволюции ландшафтной оболочки, почвы также определяли изменение ряда глобальных биогеосферных циклов. Главные этапы становления педосферы связаны с формированием кислородной атмосферы, завоеванием суши высшими растениями, развитием травянистых экосистем. Экологическая роль палеопочв проявляется во всех компонентах древних ландшафтных оболочек. Так, формирование педосферы современного типа в среднем палеозое определило изменение атмосферного гидрологического цикла, характера эрозионных и эоловых процессов, архитектуры речных долин, и др.

Одним из постоянно идущих процессов в педолитосфере является экзогенез (гипергенез), определяющий соответствие почвообразования и седиментации в пределах седиментационных бассейна. Это соответствие обусловлено климатической сенсорностью не только почв, но и осадков. Например, гумидному/аридному типу седиментации соответствует гумидный/аридный тип почвообразования; кроме того, почвы и осадки смешиваются в повторяющихся циклах почвообразования, эрозии и седиментации. Педосфера формируется по принципу аддитивной эволюции. Важным вкладом палеопочвоведения в генетическое почвоведение является обоснование того представления, что субстратами для современного почвообразования в значительной степени являются продукты предшествующих (часто многократных) биогеосферных циклов. Многие свойства почв, например, глинисто-пылеватые фракции, в значительной степени унаследованы от биосфер прошлого. Ярким примером служат лёссы и морены – продукты ледникового ресайклинга. Четвертичное почвообразование в значительной степени реализуется на продуктах теплых дочетвертичных биосфер прошедших многократное переотложение. На протяжении геологической истории экзогенез приводит к увеличению мелкоземистой базы почвообразования.

Палеопочвы – важнейший палеогеографический архив с присущими ему пространственными и временными разрешениями. Так, четвертичные палеопочвы составляют основу палеогеографических записей в наземных архивах. Будучи законсервированной средой обитания для большинства наземных ископаемых организмов, палеопочвы позволяют реконструировать экосистемы в целом, включая разнообразные функциональные связи, причем на качественном, и количественном уровне. Однако палеопочвенная запись представлена не только собственно в палеопочвах (инситуных биокосных образованиях), но и в других компонентах педолитосферы (педолитах, инситуных и перемещенных корках выветривания, терригенных осадочных, а часто и метаморфических породах, и пр.). Поэтому осадочная экзогенная память (по В.О. Таргульяну) это в значительной мере почвенная память, так как она включает и информацию о предшествующих циклах почвообразования.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РАДИОНУКЛИДАМИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Матвеенко Т.И.

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, matveenkoti@mail.ru

Вопросы техногенного загрязнения радионуклидами экосистем на Дальнем Востоке изучены недостаточно, что вызывает серьезные опасения. Научные исследования в этом направлении только в последние годы начинают получать должное развитие. По отдельным не систематизированным работам, радиационный фон на территории юга Хабаровского края обусловлен ионизирующим излучением от естественных и искусственных радионуклидов. Поэтому, проблема исследования их роли в объемах окружающей среды, для прогнозирования скоростей происходящих изменений и обеспечения экологической безопасности, является актуальной для исследуемого района.

Используемые человеком технологии приводят к высвобождению радионуклидов природного происхождения, которые иначе остались бы связанными в земной коре. В мировом масштабе важным горючим ископаемым является уголь. Около 70 % которого используется для производства энергии. Все угли содержат радионуклиды уранового и ториевого рядов распада. На Дальневосточных теплоэлектростанциях (ТЭЦ) каменный уголь является одним из основных видов топлива. При сгорании угольного концентрата образуются десятки тыс. тонн золошлаковых отходов. Их размещение и использование является сложной задачей. Такие отходы служат источниками загрязнения природной среды при их ненадлежащем хранении. Под золошлаковые хранилища отводятся наиболее ценные земли городов и пригородов. В зоне их влияния находятся сельхозугодья.

Отмечено, что при сжигании угля на ТЭЦ происходит концентрирование естественных радионуклидов (ЕРН), в продуктах сгорания. Концентрация радионуклидов ^{40}K и ^{226}Ra в золе увеличивается от 2 до 8 раз по сравнению с дальневосточными углями, а ^{232}Th – от 3 до 8 раз. В шлаковых отходах удельная активность (УА) ^{40}K возрастает от 2 до 7 раз, ^{232}Th от 3 до 9 раз, а ^{226}Ra от 3 до 8 раз. По сравнению с мировыми данными содержание радионуклидов в углях Дальнего Востока значительно выше. Кроме того, ^{232}Th накапливается в летучей золе, а ^{226}Ra – в шлаке. Попадая в окружающую природную среду, они загрязняют ее компоненты.

Загрязнение почв сельскохозяйственных угодий Хабаровского района радионуклидами в зоне влияния ТЭЦ-3 характеризуется следующим образом: удельная активность наиболее опасных искусственных радионуклидов – ^{90}Sr варьирует в бурой лесной и лугово-бурой почвах от 7,1 до 8,1 Бк/кг, что значительно выше средне-российских показателей. УА ^{137}Cs оказалась ниже данных по России, от 5,9 до 7,8 Бк/кг для тех же почв. Удельная активность ^{40}K в исследованных почвах колеблется от 442,1 до 500,0 Бк/кг и не превышает его показатель по России (^{40}K – 520 Бк/кг), но выше, чем в отдельно взятой Омской области (356 Бк/кг). Активность ^{226}Ra варьирует от 11,66 до 35,75 Бк/кг, что выше Российских показателей (27 Бк/кг).

Установлена зависимость удельной активности естественных радионуклидов в почвах от расстояния до источника загрязнения (ТЭЦ-3): 1,5 км, 3 км и 15 км. УА естественных радионуклидов максимальна на расстоянии три км от ТЭЦ-3 и в 1,3–1,8 раза выше по сравнению с исследуемыми объектами фоновой территории.

Полученный материал дает основание сделать заключение о том, что теплоэлектростанция оказывает негативное воздействие на почвенный покров.

УДК 631.40

КОНДЕНСАЦИЯ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВАХ АРИДНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мирзоев Э.М.-Р., Баламирзоев М.А., Магомедов И.А.¹ Мирзоева К. Э.²

¹ *Учреждение Российской академии наук Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН (ПИБР ДНЦ РАН) Махачкала, pibrdhcran@mail.ru; mirzoeva@inbox.ru;*

² *Дагестанский государственный технический университет (ДГТУ) Махачкала, mirzoeva@inbox.ru;*

Без достаточной влаги в почвенном профиле невозможно сохранить и воспроизводить биологическое разнообразие аридных экосистем. Главная тому причина – дефицит влаги в почвенном профиле в вегетационный период. Целью данной работы является увеличение влаги в почвенном профиле земель аридных территорий подверженных опустыниванию. Поставленная цель достигается решением задачи по увеличению объема циркуляции атмосферного воздуха в почве под влиянием атмосферного давления постоянно меняющегося в степи. Разность температурного режима в системе «почва-атмосфера» приводит к конденсации атмосферной парообразной влаги вокруг корневой системы растений.

Для решения поставленной цели разработан новый рабочий орган кротователя (а.с. № 1656064) не имеющий аналогов в мире. Разработанный новый рабочий орган кротователя повышает аэрацию почвы, водопроницаемость почвенного профиля, объем обмена воздуха в системе «почва-атмосфера», снижает содержание солей и резко убавляет физическое испарение влаги с поверхности почвы за счет разрушения восходящих капилляров профиля почвы горизонтальным ножом рабочего органа кротователя. Рабочий орган кротователя работает без разрушения почвенного профиля и растительного покрова. При его прохождении на заданной глубине – 40..60 см создаются множество кротовин под почвой и множество трещин в почвенном профиле. Для фундаментальной науки важное значение имеет изучение длительности последствий разработанной технологии. Почва, выбранная для эксперимента в Терско-Кумской полупустыни светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая сильно солончак-овая. Грунтовые воды расположены ниже 3 м. Почва испытывает сильный дефицит влаги, содержание солей в избытке. Растительность – солянково-злаково- полынная. Доминант – полынь таврическая.

Экспериментальный участок, созданный 23 года тому назад (1989 г.) показал, что разница в урожайности и влажности почвы были в пользу кротования с использованием нового рабочего органа кротователя. За этот период проективное покрытие на эксперименте составило 70–80 %, против исходного состояния – 15–25 %. Сохранность и воспроизводство биологической продукции за 3 года в среднем с экспериментального участка составило 4,7 ц/га сухой массы, тогда как на контроле – 3,2 ц/га. Прирост урожайности – 1,5 ц/га, т. е. – 46,9 %. Содержание влаги в метровом слое почвенного профиля в жаркий период года (июнь–июль) составило в среднем за 3 года 118,5 мм/га, а на контроле – 107,7 мм/га. Прирост влажности в среднем – 10,02 %. Есть положительные тенденции и в распределении солей в почвенном профиле. Хлористые соли в метровом слое экспериментального участка составили от 2,09 до 11,55 мг-экв, тогда как на контроле – от 4,9 до 16,08 мг-экв на массу сухой почвы. Вредные сернокислые соли в метровом слое экспериментального участка составили от 2,24 до 5,85 мг-экв, тогда как на контроле от 2,48 до 6,58 мг-экв на массу сухой почвы. Положительное влияние кротования почв пастбищ на их плодородие и улучшение характеристик почвенного покрова налицо, причем эффект является долгосрочным. Одна обработка достаточна на 23...25 лет и более. Таким образом, предложена принципиально новая технология, не имеющая аналогов в мире. Она основанная на принципе конденсации парообразной влаги атмосферы в почвенном профиле арид-

ных экосистем. Эта технология способствует сохранению и воспроизводству биологического разнообразия опустыненных земель, а так же повышению их продуктивности на аридных территориях Юга России. Атмосферное увлажнение почв конденсацией парообразной влаги является новым направлением в фундаментальной науке.

УДК 631.4

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ФОРМАТЕ ПОЧВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Овечкин С.В., Лебедева И.И., Королюк Т.В., Герасимова М.И.

Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва, Covechkin@yandex.ru

На основе Государственной почвенной карты России разработаны принципы и проведено районирование почвенного покрова Южного федерального округа в формате субстантивно-генетической классификации почв. Основная единица почвенно-генетического районирования – общность – ареал проявления одного или нескольких диагностических горизонтов, реализующих элементарные почвенные процессы, отражающих общее направление почвообразования и определяющих формирование основного для данного выдела типа почв – титульной почвы.

В основе хорошо известных примеров почвенно-географического районирования России лежат зонально-фациальные представления и принцип детерминированности связи почв и факторов почвообразования, что далеко не всегда проявляется в сходстве строения и свойств почв.

Предложенное районирование лишено факторного детерминизма. Вместе с тем факторы почвообразования записаны в диагностических горизонтах и профиле в целом. Задача состояла в анализе проявлений факторности при районировании в формате субстантивно-генетической информации.

Факторный анализ единиц почвенно-генетического районирования показал, что формирование титульных почв в 70 % случаев происходит при ведущей роли биоклиматических факторов, что в целом соответствует общепринятым положениям. Второе место при формировании титульных почв занимает литологическая основа, например в случае формирования агрочерноземов слитизированных, слитых, темных агрослитых, светлогумусовых, псаммоземов. Таким образом, основные черты зонального строения сохраняются, но происходит некоторая корректировка районирования по литолого-топографическим факторам.

Второй уровень районирования определялся появлением в почвенном покрове общности новых почв, которые были разделены на две группы – сопутствующих и дополнительных почв.

Сопутствующие почвы формируются в результате проявления так называемых наложенных процессов, не приводящих к образованию новых горизонтов. Эти процессы накладываются на уже сформированный профиль и модифицируют его свойства, создавая генетические признаки, соответствующие подтиповому уровню.

При формировании сопутствующих почв ведущее значение имеет характер почвообразующих пород и дополнительное увлажнение (по 30 %). Роль биоклиматических условий заметно снижается (20 %). Сопутствующие почвы с ведущей ролью биоклимата встречаются только в горах (буроземы оподзоленные и буроземы грубогумусовые). Реже всего в роли основного фактора почвообразования выступает рельеф как перераспределитель влаги и причина дополнительного увлажнения.

Дополнительные почвы отличаются системой диагностических горизонтов, то есть это другие типы почв, в которых также могут проявляться генетические признаки, связанные с наложенными процессами.

Прежде всего, отметим большое разнообразие дополнительных почв, что связано с разнообразием локальных условий почвообразования.

В дополнительных почвах на фоне наибольшего разнообразия факторов трудно выделить явные приоритеты. Чаще всего (более 30 % случаев) формирование почв определяется ведущей ролью литологической основы (плотные, засоленные породы). Только в этой группе среди ведущих факторов почвообразования впервые появляется рельеф (экспозиционная дифференциация, высотная поясность – 20 % случаев). В 10 % случаев формирование почв связано в первую очередь с дополнительным увлажнением, в 9 % – с биоклиматом. Отметим большое значение совместного воздействия факторов в этой группе: рельефа и особенностей литологии (12 %), рельефа и дополнительного увлажнения (6 %), биоклимата и особенностей почвообразующих пород.

Таким образом, использование профилно-процессно-генетического подхода выявило разнообразие, раскрыло сложное и динамическое взаимодействие факторов почвообразования при образовании почв разной генетической близости. От титульных почв к дополнительным становится богаче их палитра, возрастает степень динамичности их взаимодействия. Факторный анализ в формате почвенно-генетического районирования поднимает на новый уровень наши представления о роли факторов в почвообразовании, их взаимодействии и приоритетности в формировании почв и пространственной дифференциации ПП на разных уровнях организации.

ТЕРМОДИНАМИКА СВИНЦА И КАДМИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА

Ендовицкий А.П.¹, Калининченко В.П.^{1,2}, Мищенко Н.А.¹, Ильин В.Б.²,
Вербина Е.Б.², Иваненко А.А.²

¹*Институт плодородия почв юга России, Персиановка, instit03@mail.ru;*

²*Донской государственный аграрный университет, kalinitch@mail.ru, Персиановка*

Термодинамическое состояние свинца и кадмия в черноземе обыкновенном карбонатном южно-европейской фации слабо промерзающем центральной зоны Ростовской области и северной зоны Краснодарского края рассмотрено при внесении высоких доз фосфогипса.

Фосфогипс не применяют на черноземах, в частности, ввиду экологического мотива загрязнения почвы и сельскохозяйственной продукции потенциально-опасными элементами. Дозы внесения фосфогипса в эти почвы теоретически не обоснованы, поскольку ведущим мотивом внесения фосфогипса в неорошаемые черноземы является не управление солонцеватостью, поскольку она в этих почвах отсутствует, а преодоление слитизации, рециклинг фосфогипса как отхода производства фосфорных удобрений на небольшом расстоянии методом рассредоточения в противовес экологически опасному методу сосредоточенной утилизации. Последний метод ведет к отчуждению ресурса высокоплодородных черноземов под шламонакопители, что деформирует ландшафт, снижает его привлекательность для проживания.

Основной солевой состав почвенной системы до и после внесения в нее возрастающих доз нейтрализованного до рН 5,0–5,3 фосфогипса был изучен в модельном опыте. Образцы почвы по слоям 0–20 и 0–40 см: станция Каневская Краснодарского края, Шолоховский район Ростовской области. Дозы вносимого в почву фосфогипса: 10, 20 и 40 т/га.

Содержание валовой и водорастворимой форм свинца и кадмия в исходных почвах приняли, исходя из опубликованных данных, географического местоположения почв и ионного состава почвенного раствора. В образцах почв с внесенным фосфогипсом содержание обеих форм металлов находили суммированием содержания соответствующей формы в исходной почве и в дозе фосфогипса.

Равновесный состав форм существования основных ионов в растворах рассчитывали для температуры 25 °С с использованием программы «ION-2», применяя систему уравнений материального баланса ионов и концентрационных констант нестойкости ассоциатов: CaCO_3^0 , CaHCO_3^+ ,

CaSO_4^0 , MgCO_3^0 , MgHCO_3^+ , MgSO_4^0 , NaCO_3^- и NaSO_4^- . Термодинамические значения констант взяты по Бьеррруму

По равновесным концентрациям свободных анионов $[\text{CO}_3^{2-}]$, $[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{SO}_4^{2-}]$, $[\text{Cl}^-]$ и $[\text{OH}^-]$ по уравнению материального баланса рассчитывали содержание форм существования растворимых свинца и кадмия в водных вытяжках.

Термодинамические константы нестойкости PbCO_3^0 , $\text{Pb}(\text{CO}_3)_2^{2-}$, PbHCO_3^+ , CdCO_3^0 и CdHCO_3^+ приняты по Спозито: $\text{pK}^0_{\text{PbCO}_3}=6,49$; $\text{pK}^0_{\text{Pb}(\text{CO}_3)_2}=9,30$; $\text{pK}^0_{\text{PbHCO}_3}=3,22$, $\text{pK}^0_{\text{CdCO}_3}=4,23$; $\text{pK}^0_{\text{CdHCO}_3}=2,261$ и по справочным данным: $\text{pK}^0_{\text{PbSO}_4}=2,62$; $\text{pK}^0_{\text{PbCl}}=1,62$; $\text{pK}^0_{\text{PbOH}}=7,52$ и $\text{pK}^0_{\text{Pb}(\text{OH})_2}=10,54$, $\text{pK}^0_{\text{CdSO}_4}=2,11$; $\text{pK}^0_{\text{CdCl}}=2,05$ и $\text{pK}^0_{\text{CdOH}}=6,08$.

Получены уравнения для проведения расчета мольных долей свободной и ассоциированных форм свинца и кадмия в исследуемых водных вытяжках из индивидуальных почв, что позволяет приблизить модель к региональным условиям почвообразования.

Количественно описано термодинамическое состояние свинца и кадмия в растворах чернозема обыкновенного до и после внесения в него возрастающих доз фосфогипса Белореченского химкомбината. Обоснована экологически безопасная предельная доза внесения фосфогипса при мелиорации чернозема обыкновенного.

Установлено, что при внесении максимальной дозы фосфогипса повышается валовое содержание свинца в почве, в среднем на 4,86 %; кадмия на 19,77 %. Концентрация водорастворимых форм этих металлов возрастает на 21,04 % и 16,60 % соответственно.

В результате ассоциации ионов Pb^{2+} и Cd^{2+} мольные доли их свободной (не связанной в ассоциаты) формы в водной вытяжке из исходной почвы составляют в среднем 3,46 (Pb^{2+}) и 48,35 (Cd^{2+}) % от суммарной водорастворимой формы. Внесение в почву фосфогипса, соответственно, увеличивает их до 7,39 и 57,07 %.

УДК 631.4

ТЕРМООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ В СВЯЗИ С СОВРЕМЕННЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА

Решоткин О.В. Худяков О.И.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушино, oix@rambler.ru*

По данным Росгидромета (2008) для территории России современное потепление климата сопровождается повышением среднесезонных температур, относительно климатической нормы (КН), взятого как средняя величина за период 1961–1990 гг. Для территории России превышение средней температуры воздуха за период 1976–2006 гг., относительно КН, достигло 1,33 °С. Для подзолистых почв Средней тайги современное потепление климата анализируется по данным метеостанции Петрозаводск.

Температура воздуха. Климатическая норма температуры воздуха зоны распространения подзолистых почв Северной тайги по метеостанции Петрозаводск составляет 2,5 °С. За период наблюдения (1951–2009 гг.) отмечается окончание периода похолодания (1951–1980 гг.), в котором температура воздуха была ниже КН и период потепления (1980–2009 гг.), когда средняя температура каждого десятилетия температура воздуха (3,6 °С) превышала КН (2,5 °С) на 1,1 °С..

Температура почвы. Климатическая норма температуры подзолистых почв Северной тайги на глубине 20 см составляет 5,1 °С, а КН температуры в слое почвы 320 см составляет 1,4 °С. Современное потепление климата сопровождается повышением термообеспеченности подзолистых почв. За период 2001–2008 гг. средняя температура почвы на глубине 20 см составила 6,2 °С, что выше КН на 1,1 °С. За этот период средняя температура почвы на глубине 320 см составила 5,9 °С, что выше КН (5,2 °С) на 0,7 °С.

Глубина сезонного промерзания. Современное потепление климата сопровождается накоплением тепла и уменьшением глубины сезонного промерзания и длительности нахождения подзолистых почв Северной тайги в мерзлом состоянии.. Средняя глубина сезонного промерзания подзолистых почв за период 2001–2008 составляет 25 см, что меньше КН (90 см) на 65 см, длительность нахождения почв в мерзлом состоянии составила 2 месяца, что меньше КН (3 месяца) на 1 месяц.

Осенняя сезонная климатическая стадия. Климатическая норма температуры почвы на глубине 20 см в осеннюю сезонную климатическую стадию составляет 6 °С. Средняя температура подзолистой почвы на глу-

бине 20 см за период 2001–2008 гг. составила 7,1 °С, что выше КН на 1,1 °С. Средняя температура подзолистой почвы за этот период на глубине 320 см составила 8,8 °С, что выше КН (8,2 °С) на 0,6 °С.

Зимняя сезонная климатическая стадия. Климатическая норма температурного параметра климата подзолистых почв на глубине 20 см в зимнюю сезонную климатическую стадию составляет –0,6 °С. В почве на глубине 320 см КН зимнего составляет 4,5 °С. Средняя температура почвы на глубине 20 см за период 2001–2008 гг. составляет 0,3 °С, что выше КН на 0,9 °С. Современное потепление климата в зимнюю сезонную стадию способствует меньшему выхолаживанию и сохранению накопившегося тепла в летнюю сезонную стадию.

Весенняя сезонная климатическая стадия подзолистых почв характеризуется пребыванием почвы в талом состоянии. Климатическая норма температурного параметра почвы на глубине 20 см составляет 1,3 °С, а на глубине 320 см КН повышается до 2,5 °С. Средняя температура почвы за период 2001–2008 гг. на глубине 20 см составляет 2,6 °С, что выше КН на 1,3 °С. Средняя температура почвы на глубине 320 см за этот период составляет 3,2 °С, что выше КН на 0,7 °С.

Летняя сезонная климатическая стадия. Климатическая норма температуры подзолистых почв Северной тайги в летнюю сезонную климатическую стадию на глубине 20 см составляет 13,8 °С. Среднедесятилетняя температура почвы на глубине 20 см за период 2001–2008 гг. составляет 15 °С, что выше КН на 1,2 °С.

Таким образом, подзолистым почвам характерна определённая норма параметров климата почв в многолетнем и сезонном циклах. Современное потепление климата сопровождается накоплением тепла в профиле подзолистых почв Северной тайги.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 09-04-00405-а

УДК 631.4

ПРЕПОДАВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ В МГУ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Розов С.Ю., Попова Л.В.

МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, rozov@soil.msu.ru

Экологическое почвоведение – направление в науке, изучающее роль почв в жизни человека и в механизмах функционирования экосистем и биосферы в целом. В эпоху стремительно развивающихся информацион-

ных технологий во всём мире с растущей интенсивностью происходит увеличение интегрированности научных исследований, наблюдается возрастание числа направлений междисциплинарных работ как в рамках естественных наук, так и на стыке естественных и гуманитарных дисциплин. Именно здесь экологическое почвоведение находит обширное поле для применения своих подходов и методов, позволяющих учитывать экологическую роль почв. Именно междисциплинарный характер экологического почвоведения придаёт ему особую значимость и привлекает к нему внимание всё возрастающего числа экологов.

Из простого перечисления дисциплин экологической направленности (а их более 20), преподаваемых на факультете почвоведения МГУ, видно, сколь широк кругозор его выпускников, обучающихся по специальности «Экология». Вне зависимости от узкой специализации все слушатели-экологи осваивают специальный курс «Экологические функции почв» («ЭФП») в качестве основного курса, закладывающего действительно базовые знания в области экологического почвоведения. В основу программы данного спецкурса положен материал учебника «Экология почв» (авторы – Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.), вышедшего в 2006 г. в серии «Классический университетский учебник». Разделы лекционного курса «ЭФП» в основном соответствуют рубрикации учебника, внесены лишь изменения, учитывающие как актуальную специфику общей программы по специальности «экология», так и ряд новейших научных данных.

Программа спецкурса «ЭФП» призвана дать исчерпывающее представление о том, сколь многосторонней является проблематика экологического почвоведения, и о том, насколько важно для студента-эколога получить систематизированное знание в данной области. Представляется очевидным, что в связи со спецификой специальности студенты обязаны знать экосистемные функции почв и уметь применять методы их исследования, в какой бы сфере деятельности им ни пришлось работать в дальнейшем, после завершения образования в университете. Очевидно также, что знание основ экологического почвоведения является абсолютно необходимым компонентом образования тех выпускников, чья будущая работа связана с деятельностью в области экологического контроля, мониторинга или экологического нормирования. Весьма вероятно, что всесторонний учёт почвенно-экологических функций при разработке экологических нормативов – дело весьма близкого будущего, и тем более актуальной представляется своевременная подготовка специалистов в данной области.

Преподавание основ экологического почвоведения осуществляется в МГУ не только для студентов факультета почвоведения, но и для студен-

тов других естественных факультетов: географического, биологического, геологического. Практические занятия по экологическому почвоведению проводятся с опорой на почвенную экспозицию Музея земледелия МГУ. Здесь проводятся тематические экскурсии для студентов, школьников и иных заинтересованных категорий разновозрастных посетителей. Профессиональному самоопределению учащихся школ способствует ряд специально разработанных в МГУ программ. Так, с 2007 года в музее проводятся занятия для школьников в рамках программы «Школа развития» Малой Академии МГУ по модулю «Науки о Жизни и Земле». Начиная с 2006 года проводится ежегодная олимпиада по экологии в МГУ, которая с 2012 года приобретает новый статус и входит в состав олимпиады «Ломоносов», что расширяет круг ее потенциальных участников.

УДК 631.10

РОЛЬ ПОЧВЫ В ВОССТАНОВЛЕНИИ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Русанов А.М.

ФГБОУ Оренбургский государственный университет, Оренбург, soilec@esoo.ru;

Начиная с 50-х годов прошлого века, из-за расширения площади пашни, доля пастбищ в структуре земель сельскохозяйственного назначения сокращалась, что, вместе с ростом поголовья выпасаемого скота, привело к деградации степной растительности. Так, только в пределах Оренбургской области, из 3,6 млн га пастбищ к концу 90-х годов целинная растительность сохранилась лишь фрагментарно, а 0,8 млн га были представлены сильнообитыми малопродуктивными группировками. Для степей типичным стало полынно-луковичномятликовое (*Poa bulbosa* L. + *Artemisia austriaca* Jacq.) сообщество, где единично присутствовали *Achillea nobilis* L., *A. millefolium* L., *Polygonum aviculare* L.. Однако, начиная с конца XX века, в связи со снижением пастбищных нагрузок, начался процесс восстановления степной растительности. В настоящее время большая часть степных пастбищ представлена сообществами с доминированием семейства Роасеае. Возросли биоразнообразие травянистого покрова и его биопродуктивность. Описываемые события обусловили попытку объяснить происходящие явления. При планировании работ за основу был принят ряд положений: воздействие животных на пастбищные экосистемы проявляется как в стравливании вегетативных органов растений, так и в уплотнении верхнего слоя почв их копытами; почва является естественным хранилищем семян многих семейств травянистых рас-

тений; злаки с мочковатыми корнями нуждаются в почвах с невысокой плотностью, когда сохранены межагрегатные и внутриагрегатные поры; качественные и количественные признаки органического вещества почв являются условием для формирования их физических свойств. Установлено, что сведение целинной растительности незначительно влияет на гумусное состояние почв. Минерализация гумуса на пастбищах происходит медленнее, чем на пашне, т.к. почва не подвергается распашке и его меньше расходуется на производство фитомассы, ибо ее объем на сбитых участках незначителен. Содержание гумуса чернозема обыкновенного (0–10 см) под целиной и сильно сбитым пастбищем составило (2001 год) 6,5 и 4,5 % соответственно, а в 2009 году разница сократилась до 1,8 %. Величина Сгк/Сфк тех же почв оказалась равной 3,0 и 2,5. На ранее сбитых участках отмечено возрастание с 3,9 до 6,1 % доли фракции ФК-1, которая обеспечивает биоту питательными веществами. Незначительно изменились и другие показатели качества гумуса. Таким образом, не удалось выявить заметной динамики гумуса изучаемых почв, которая могла бы повлиять на их экологические функции и плодородие. Кроме того выявлено, что по мере возрастания степени сбитости агроценозов гидрофобность органического вещества почв несколько снижается. Однако за годы относительного покоя она повысилась и по своему уровню приблизилась к целинным аналогам. Сохранение и восстановление органического вещества черноземов во многом предопределило сохранение и восстановление физических свойств почв. Определения структурного состояния черноземов пастбищных экосистем по содержанию агрономически ценных агрегатов и по показателю коэффициента структурности свидетельствуют о некотором ухудшении структуры почв за период чрезмерного использования и выраженной тенденции к восстановлению, отмеченную за время исследований. Благоприятные структурные свойства почв закономерно отразились на их водопроницаемости. На всех участках она оставалась оптимальной (100–500 мм/ч). Плотность почв возрастает под влиянием пастбищных нагрузок, достигая на участках чрезмерного сроя (0–10 см) 1,36 г/см³. Однако последующее улучшение органической составляющей почв и ее структурного состояния обеспечили разуплотнение черноземов до 1,08–1,15 г/см³. Диапазон оптимальной плотности почв, по А.Г. Бондареву, колеблется от 1,0 до 1,3 г/см³. Такое заключение справедливо для всех семейств растений. Однако для семейства Poaceae, принимая во внимание мочковатую морфологию корневых систем, справедливо сделать исключение: оптимальным для восстановления злаковых фитоценозов следует признать диапазон плотности 1,0–1,15 г/см³. Таким образом, биогеоценозы степной зоны обладают высокой способностью к самовосстановлению. Это проявляется через сохранение черно-

земами свойств их органического вещества, что являются предпосылкой для улучшения комплекса физических свойств, которые, в совокупности, обеспечивают необходимые условия для восстановления степной растительности.

УДК 631.47

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ

Семенюк О.В., Ильяшенко М.А.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, olgtour@rambler.ru

В настоящее время возникает необходимость по-новому, более широко рассматривать территории исторических парков не только как памятники истории и архитектуры, но и как уникальное экологическое пространство. В силу особенностей формирования, условий содержания и истории развития территории исторических парков являются весьма разнообразными с точки зрения растительного и почвенного покрова. Комплексные многолетние исследования парка усадьбы Архангельское Московской области показали, что особое экологическое и природоохранное значение приобретают те части парков, которые формировались как пейзажные. Установлено, что на парковых территориях при снятии режимов ухода, жестко регулирующих структуру растительных сообществ и свойства почвы, парковая растительность и почвы развиваются согласно общим законам развития природных систем, эволюционируют и по своим свойствам постепенно приближаются к естественным аналогам. В пределах исторических парковых территорий возникают растительные сообщества, которые по видовому составу и структуре полностью соответствует природным системам. Подстилки, формирующиеся под растительными ассоциациями, по фракционному составу и запасам так же аналогичны естественным. Изученные объекты приурочены к слабопреобразованным постагрогенным дерново-подзолистым почвам, физические и химические свойства которых в значительной мере приближены к свойствам зональных аналогов. В условиях активного антропогенного воздействия на парковые комплексы сохранение почв в сопряженной системе растительность – подстилки – почвы возможно только при условии сохранения всех компонентов биогеоценоза. В пределах урбанизированных территорий пейзажные части парков старых усадебных комплексов – практически единственно возможное место нахождения слабопреобразованных и естественных зональных почв, что особенно важно в условиях больших городов. Это определяет необходимость комп-

лексного обследования территорий исторических парков не только с целью инвентаризации растительного покрова, но и для выявления уникальных почвенных объектов. Такие почвы необходимо рассматривать в качестве охраняемых объектов, их экологическая и историческая значимость явно недооценивается. Минимально нарушенные природные системы, представленные комплексом растительных сообществ, подстилок и почв, являются уникальными экологическими объектами и их можно рассматривать как локальные экологические эталоны. При изучении парковых территорий с целью составления проекта их зонально-функциональной организации необходимо выделять в качестве особо охраняемых объектов экологические эталоны – ассоциаций почв, подстилок и растительности, характеризующихся минимальными нарушениями. Целесообразность выделения экологических локальных эталонов в исторических парках основывается на особом статусе этих территорий, предполагающем ограниченный режим их использования. Функции экологических эталонов могут быть весьма разнообразными. Экологические локальные эталоны на парковых территориях являются резерватами для сохранения природного биоразнообразия. Выделение таких объектов необходимо при организации деятельности по экологическому просвещению и созданию образовательных экологических центров. Другая важнейшая функция экологических локальных эталонов – возможность использования этих объектов в качестве условного фона для оценки экологического состояния как самого парка, так и окружающей его урбанизированной среды. Выделение и сохранение экологических локальных эталонов в пределах парковых территорий как условно фоновых систем необходимо рассматривать как основу для организации экологического мониторинга.

УДК 631.4

СИСТЕМА ОЦЕНКИ И МЕНЕДЖМЕНТА ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Смагин А.В., Шоба С.А., Садовникова Н.Б., Иванов С.А.

МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, smagin@list.ru.

Доклад посвящен инновационным разработкам ИЭП и ф-та почвоведения МГУ в области оценки экологического состояния и функционирования городских почвенных объектов и управления ими на базе современных технологий с целью повышения качества, экологической безопасности и комфортности городской среды согласно концепции устойчивого развития. Предложен новый ресурсный подход к экологической оцен-

ке и нормированию качества городских почвенных объектов с использованием дифференцированной в зависимости от структурно-функциональных свойств почв и их принадлежности к разным функциональным зонам мегаполиса системы критериев, включающих запасы почвенного ресурса на земельном участке и содержащихся в нем позитивных и негативных (загрязняющих) веществ. В рамках Госконтрактов Правительства Москвы Н-19/06 «Разработка мероприятий по совершенствованию системы управления качеством почв г. Москвы» и № 8/3-4934-07 «Ресурсная оценка и технологии оптимизации экологического состояния почв г. Москвы» создана, апробирована и передана потенциальному потребителю (Департамент Природопользования и Охраны Окружающей Среды г. Москвы) пилотная версия городской АИС для проведения инвентаризации почвенных ресурсов земельных участков, автоматизированной оценки их экологического состояния и принятия управленческих решений с использованием встроенной БД технологий воспроизводства и ремедиации (рекультивации) почв. Изложены оригинальные методические разработки по критериально-нормативной базе и экомониторингу почвенных режимов (температурного, водно-воздушного, солевого, биологической активности и т. д.), определяющих наряду с ресурсными характеристиками, функционирование городских почв. Ряд разработок основан на полностью автоматизированном контроле динамических показателей почвенных режимов с использованием современных компьютерных технологий сбора, передачи и хранения информации. Приведены результаты НИОКР Госконтракта Правительства Москвы №_8/3-66п-10/11 «Разработка технологии почвенного конструирования для озеленения и благоустройства территорий с высокой антропогенной нагрузкой» для Департамента ЖКХ г. Москвы, а также предшествующих зарубежных проектов авторского коллектива (О.А.Э, Бахрейн, Катар, Иордания), способствовавших становлению и развитию инновационного направления в почвоведении и геоэкологии – конструирования почв, позволяющего с помощью точного инженерного расчета создавать оптимальные по своим характеристикам плодородные почвы (конструктоземы) на базе имеющихся почвенных ресурсов и натуральных или синтетических материалов – почвенных кондиционеров. Обобщены результаты технологического моделирования и экспериментов по тестированию почвенных конструкций для выращивания зеленых насаждений и составлен технологический регламент их проектирования, создания и эксплуатации. Выявлено значительное преимущество разработанных почвенных конструкций, позволяющих в 1,5–3 раза повысить фитомассу зеленых насаждений при аналогичном увели-

чении водоудерживающей способности корнеобитаемого слоя и его надежной защите от загрязнения водорастворимыми формами поллютантов. Эффективность конструкций определяется их устойчивостью к факторам природной (биодеструкция) и антропогенной (загрязнение, засоление) деградации почв в условиях мегаполиса и способностью обеспечивать зеленые насаждения необходимым для их продуктивного функционирования запасом влаги, тепла, элементов минерального питания. Разработанные варианты почвенных конструкций с природными органогенными почвомодификаторами, синтетическими гидрогелями и защитными экранами могут найти широкое применение как в аридном поливном земледелии, так и на практике мегаполиса, заменив малоэффективные традиционные технологии озеленения и благоустройства городских территорий.

УДК 631.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ КАК СИНТЕЗ ПАЛЕОПЕДОЛОГИИ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

С.А. Сычева

Институт географии РАН, Москва, sychevasa@mail.ru

Во многих естественнонаучных и гуманитарных дисциплинах в настоящий период четко обозначена новая парадигма – эволюционно-сингенетическая, приходящая на смену генетической. Эта парадигма, предлагающая единые методологические подходы, служит объединению различных как естественных, так общественных наук о Земле, Жизни, Человеке и Обществе. Основа нового обобщенного знания – взгляд на объекты как иерархические, саморазвивающиеся в пространстве и времени системы, при этом ведущее представление о времени – релятивистско-динамическое. Наиболее восприимчивы к новому уровню обобщений оказались те науки, в которых историческая и эволюционная оставляющие не отделены от генетической: биология, геология с исторической геологией и палеонтологией. Значительно сложнее дело обстоит в почвоведении, где ее историческая ветвь – палеопедология развивается в лоне геолого-палеогеографических наук, тогда как само почвоведение чаще выступает как отрасль сельскохозяйственных или биологических отраслей знания.

Автором предлагается новое направление – эволюционное почвоведение, как синтез генетического почвоведения и палеопедологии. Эволюционное почвоведение имеет несравненно более широкое поле деятельности, чем генетическое почвоведение. Оно решает вопросы

развития иерархически построенных пространственно-временных почвенных образований: почв (педонов и полипедонов), катен, структур почвенного покрова (ПП), зонально-провинциального строения ПП и педосферы в целом от момента. Для успешного решения этих вопросов невозможно ограничиться исследованием только современных почв, а необходимо изучать и весь круг палеопочвенных систем.

В настоящее время вопросы эволюционного почвоведения лучшим образом решаются для позднплейстоценовых палеопочв. Эволюция почв (педонов и полипедонов) запечатлена в вертикальном профиле палеопочв. Формирование педона, состоящего из элементарных почвенных профилей, наложенных или совмещенных друг с другом, с последующим погребением новой породой, предполагает длительную и неоднородную историю развития. Она протекала на фоне разпериодных климатических ритмов при участии рельефообразующих процессов, включая денудационно-седиментационные, мерзлотные, гравитационные. Наиболее полно сохраняются следы эволюционных изменений в почвах и отложениях трансаккумулятивных и аккумулятивных ландшафтов. Почвы этих ландшафтов отражают как зональные и локальные черты, так и подробно фиксируют стадии развития.

Эволюция структур ПП зафиксирована в строении межледниковых палеокатен. Эволюция почвенных зон проявляется в качественном, необратимом изменении почвенных зон и провинций и выражается в картах реконструкции ПП на разные временные срезы. Истории формирования современных почвенных зон степи, лесостепи, суббореальных, бореальных лесов умеренного пояса, тундры укладываются в возрастные рамки последнего ледникового периода, начиная с олигоцена. Эволюция ПП экваториального, тропического, субтропического, умеренного (бореального), арктического поясов охватывает мезозойскую и кайнозойскую эры. Эволюция педосферы как целостная система ведет отсчет от существования на суше Земли микроорганизмов.

Некоторые задачи эволюционного почвоведения.

1. Разработка классификации почвенных и палеопочвенных систем по длительности и степени развития.
2. Иерархия четвертичных почв как отражение разнопериодных климатических ритмов.
3. Временная организованность различных почвенных систем от педонов до педосферы.
4. Стадийность основных почвообразующих процессов в разнопериодных климатических ритмах.
5. История взаимодействия почвенных систем с обществом.
6. Прогноз развития современных почв в будущем.

УДК 631.4

**СПЕЦИФИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ
ВО ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ
ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ
ИХ БИОПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

Убугунов Л.Л.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
l-ulze@mail.ru*

Для обширнейшей территории Внутренней Азии характерно большое разнообразие природно-климатических условий и уникальное сочетание разнообразных ландшафтов – от горно-тундровых и горно-таежных до степных и пустынных. Географические закономерности формирования почвенного покрова здесь чрезвычайно сложны, т.к. на горных территориях более выражена высотно-вертикальная поясность, а широтная зональность в большей степени имеет подчиненное значение. Особо важным для распределения почвенно-климатических зон является географическое положение горных систем и их абсолютные высоты. Заметные коррективы на пространственное распределение почв оказывает экспозиция склонов горных хребтов.

Рассмотрена специфика почвообразования в Байкальском регионе, Забайкальском среднегорье, Орхоно-Тульской котловине, Восточно-Монгольской равнине и на территории глубинных районов бессточного Центральноазиатского бассейна.

Анализ имеющихся литературных данных и собственных научных материалов по Монголии, Забайкалью и южному Прибайкалью выявил сложнейшую пространственную организацию почв. Определено, что почвенный покров Внутренней Азии представлен почвами всех 4 стволов почвообразования: первичного, постлитогенного, синлитогенного и органогенного. В горно-тундровой природно-климатической зоне преимущественно развиты почвы следующих отделов – слаборазвитые, литоземы, органо-аккумулятивные, альфегумусовые, глеевые; в горно-таежной – слаборазвитые, литоземы, органо-аккумулятивные, альфегумусовые, криоземы, глеевые, структурно-метаморфические; в лесостепной – слаборазвитые, литоземы, органо-аккумулятивные, текстурно-дифференцированные, структурно-метаморфические, аккумулятивно-гумусовые, глеевые, гидрометаморфические, щелочно-глинисто-дифференцируемые; в степной – слаборазвитые, литоземы, органо-аккумулятивные, аккумулятивно-гумусовые; в сухостепной – слаборазвитые, органо-аккумулятивные,

светлогумусовые аккумулятивно-карбонатные, галоморфные, щелочно-глинисто-дифференцируемые; в полупустынной – слаборазвитые, светлогумусовые аккумулятивно-карбонатные, галоморфные, щелочно-глинисто-дифференцируемые. Среди интразональных территорий выявлены слаборазвитые, аллювиальные, торфяные, галоморфные и щелочно-глинисто-дифференцируемые отделы почв.

В докладе приводится разнообразие основных типов почв Внутренней Азии, классифицированное по стволам и отделам почвообразования и их пространственное распространение по почвенно-климатическим зонам. Региональной особенностью территории является наличие больших массивов песков вблизи некоторых рек (Их Монгол Улс, Баргузинские Куйтуны, Тапхарские котловины и др.), что вызывает поступление в их долины большого количества песчаных фракций. В данном случае совместно с аллювиальным процессом в поймах происходит отложение эоловых песков, т. е. наблюдаются различные варианты совместного проявления и наложения аллювиально-поемных и материковых факторов почвообразования. На таких участках в почвенном покрове встречаются аллювиальные светлогумусовые почвы и стратоземы.

Почвенно-земельные ресурсы Внутренней Азии являются очень уязвимыми из-за слабой способности сопротивляться антропогенному воздействию за счет внутренних резервов толерантности. Общей отличительной чертой почв региона является их маломощность, легкий гранулометрический состав, практическое отсутствие структуры, слабая противозерозионная устойчивость, низкое плодородие из-за малого содержания гумуса и азота, слабая буферизирующая способность.

В последние десятилетия XX и начале XXI века за счет неправильного научно и нормативно нерегулируемого использования земель происходят опустынивание ландшафтов, снижение биоразнообразия и продуктивности естественных и агроэкосистем и общая деградация почвенного покрова. Нами выделены типы стационально-деструктивных процессов в экосистемах Байкальского региона и прилегающих к нему территорий. В сообщении представлены процессы и основные причины, вызывающие эти нежелательные изменения. Впервые использованная в экологических целях технология риск-анализа позволила количественно оценить риски элементарных процессов опустынивания.

Автором предлагается комплекс агроэкологических и эколого-агрохимических мероприятий, направленных на предотвращение экологических рисков процессов деградации, воспроизводство плодородия почв и управление биопродуктивностью агроэкосистем.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ БАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

Убугунова В.И.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
ubugunova57@mail.ru*

Байкальский государственный заповедник расположен на южном побережье озера Байкала. Общая площадь заповедной территории составляет 165 724 тыс. га, а протяженность ее границ достигает 200 км. Побережье и северные отроги магистрального хребта Хамар-Дабан формируются под влиянием Байкальской котловины, а южные имеют типичные черты, свойственные ландшафтам гор юга Сибири.

Высотно-ландшафтные пояса представлены гольцовым, горно-таежным и поясом прибайкальских террас и предгорий. В высокогорной части Хамар-Дабана формируются преимущественно неполнопрофильные почвы первичного ствола почвообразования отдела слабобразвитых почв и постлитогенного ствола отделов литоземов и органо-аккумулятивного. Под субальпийскими лугами развиваются почвы органо-аккумулятивного отдела. На северных склонах хребта, в относительно пониженных элементах рельефа и на участках, сложенных почвообразующими породами более тяжелого гранулометрического состава локально встречаются подбуры глеевые (альфегумусовый отдел).

Преобладающим типом почв горно-таежной территории являются почвы альфегумусового отдела. Под подстилкой формируется горизонт с осветленными и сильно разрушенными минералами, которые почти не имеют пленок из тонкодисперсного материала. Мощность этого слоя сильно варьирует: от отдельных линз до прослоек и слоев размером 8–10 см. Агрегаты плотного сложения, в их бесцветной и слегка буроватой тонкодисперсной слабоанизотропной массе заключены обломки пород. В альфегумусовом горизонте в трещинах спайности минералов отмечаются аллохтонные отложения буроватого мелкозернистого материала и буроватого колломорфного вещества, содержащего частички оксидов железа и тонкодисперсную органоминеральную массу. Общим признаком почв альфегумусового отдела является преобладание силикатных групп оксидов железа над несиликатными, наиболее диагностичным параметром для типового разделения почв – элювиально-иллювиальная дифференциация профиля по несиликатным формам соединений оксидов железа и соотношению гумусовожелезистых и железистых соединений.

На северном макросклоне магистрального хребта (600–800 м над ур.м.), благодаря близости оз. Байкал, формируется локальный гумидный лимноклимат. Количество осадков колеблется от 939 до 1457 мм в год, почвы в течение всего зимнего периода находятся в незамерзающем состоянии. Под пихтовыми лесами крупнотравной и папоротниковой групп с сохранившимися с плиоцена реликтами дубово-грабовых лесов создаются благоприятные условия для формирования почв постлитогенного ствола структурно-метаморфического и железисто-метаморфического отделов. Для гумусового горизонта АУ характерны буроокрашенные плотного сложения почти безгумусные агрегаты размерами 0,3–2,0 мм и значительно гумусированные менее плотные агрегаты, содержащие темноокрашенный гумус в краевых частях. Обнаруживаются редкие гумусово-железистые стяжения. В гор. ВФМ преобладают пылеватые фракции. На поверхности щебнистых отложений отчетливо видны автохтонные красящие пленки. Плазма преимущественно глинистая, мелкочешуйчатого строения, встречаются железисто-марганцевые стяжения разной плотности и натёки колломорфной глины с хорошей оптической ориентировкой. По группам и формам оксидов железа профиль почв не дифференцирован. Для гор. ВМ характерна педогенная организация минеральной массы с образованием однопорядковых структур.

Поясу прибайкальских террас и предгорий свойственен спокойный, почти равнинный рельеф, умеренно континентальный лимноклимат. Первоначальная преобладающая формация темнохвойных лесов во многих участках заменена, вследствие антропогенного воздействия, вторичными березовыми лесами. По долинам горных рек Выдрино, Аносовка, Осиновка, Переемная, Мишиха и др. встречаются почвы синлитогенного ствола аллювиального отдела: аллювиальные торфяно-глеевые, аллювиальные перегнойно-глеевые, аллювиальные темногомусовые гидрометаморфические и первичного почвообразования слабразвитого отдела слоисто-аллювиальные гумусовые, слоисто-аллювиальные. Наибольшие площади в поймах горных рек заповедника заняты пролювиальными почвами. Они формируются на низких речных террасах и поймах горных рек на свежих пролювиальных отложениях под тополевыми. На болотных массивах развиваются различные почвы органического ствола торфяного отдела.

НАНОСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕЙ**Федотов Г.Н.***МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, gennadiy.fedotov@gmail.com*

Почвенные коллоиды в виде гелей покрывают и связывают почвенные частицы между собой, обеспечивая существование почвы как системы с определенным набором свойств. Длительное время их воспринимали как системы, образованные коллоидными частицами.

Развитие представлений о коллоидной составляющей почв позволило взглянуть на почвенные гели с новых позиций. Их стали рассматривать как студни (матрицу) из полимерных молекул гумусовых веществ, армированные неорганическими коллоидными частицами. Данные по электронно-микроскопическому исследованию почвенных гелей, выделенных из почв, подтверждали расположение неорганических частиц в матрице гумуса.

За рубежом за последние 10–15 лет произошла коренная перестройка во взглядах на строение ГВ. Экспериментально было показано, ГВ вод водоемов и вытяжек из почв представляют собой не высокомолекулярные, а супрамолекулярные соединения. Это позволяло предположить, что гумусовая матрица почв состоит не из макромолекул, а из супермолекул ГВ.

Исследование почвенных гелей, выделенных из чернозема, дерново-подзолистой и серой лесной почв, при помощи сканирующей и просвечивающей электронной микроскопий, а также атомно-силовой и туннельной микроскопий показало, что:

- наночастицы ГВ являются основой почвенных гелей, покрывающих и связывающих между собой почвенные частицы;
- наночастицы нанометровых размеров собраны в кластеры размером для черноземов 70–100 нм, а для дерново-подзолистой почвы – несколько сот нанометров;
- кластеры из супермолекул ГВ взаимодействуют между собой, образуя почвенные гели;
- в зависимости от различных факторов в гелях возникает наноструктурная организация.

Природу и строение кластеров из супермолекул ГВ удалось понять, сопоставив данные, полученные методом малоуглового рассеяния нейтронов при изучении растворов ГВ и почв. При изучении растворов ГВ установлено, что размеры супермолекул составляют несколько наномет-

ров, и при концентрациях выше 10 мг/л они объединяются во фрактальные кластеры размером многие десятки и сотни нанометров. Исследование почв показало, что почвенные коллоиды тоже фрактально организованы. Объяснить эти результаты фрактальной организацией неорганических частиц было невозможно, так как их размер на порядки превышает размер частиц ГВ веществ.

Все эти результаты свидетельствуют о сложной многоуровневой организации гумусовой матрицы:

1. Молекулы низкомолекулярных веществ, взаимодействующие между собой и образующие супермолекулы ГВ.
2. Супермолекулы гумусовых веществ.
3. Фрактальные кластеры из супермолекул ГВ.
4. Почвенные гели, образующиеся при взаимодействии фрактальных кластеров из супермолекул ГВ и включающие в свой состав неорганические частицы различных размеров.

Дальнейшие исследования показали, что введение модификаторов в почвы и гумусовые системы приводит к изменению супермолекул ГВ и наноструктурной организации почвенных гелей.

Нами было выдвинуто предположение о возникновении наноструктурной организации за счет процессов, подобных микрофазному расслоению в полимерных системах с выделением гидрофобной фазы.

Это предположение было экспериментально подтверждено при исследовании образцов почв и образцов, полученных из растворов ГВ. Введение ионов, взаимодействующих с функциональными группами ГВ и уменьшающих гидрофильность молекул ГВ, приводило к усилению расслоения с образованием наноструктур. Подобное изменение наноструктурной организации почвенных гелей оказывало сильное влияние на ферментативную активность почв, фракционный состав гумуса, ионообменные свойства, набухание, микроагрегатный состав, водоустойчивость и другие свойства почв.

Таким образом, на основе проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Гумусовая матрица почвенных гелей имеет многоуровневую структурную организацию.
2. Наноструктурная организация в гумусовой матрице почвенных гелей возникает за счет процессов, подобных микрофазному расслоению в полимерных системах.
3. Изменение наноструктурной организации почвенных гелей позволяет изменять свойства почв.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ НОРМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ТЕРМООБЕСПЕЧЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТА ПОЧВ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ

Худяков О.И., Решоткин О.В.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, Пушкино,
oix@rambler.ru*

В метеорологии в качестве характеристики климата используется показатель-климатическая норма (КН), как средняя многолетняя величина любого параметра климат. Считалось, что чем длиннее ряд инструментальных климатических наблюдений, тем достовернее КН. Однако, эта величина оказалась переменной в зависимости от длительности метеорологических наблюдения. Всемирной метеорологической службой (2003) в качестве КН предложена средняя величина любого параметра климата, рассчитанная за период 1961–1990 гг.

Из материалов Всемирной конференции по изменению климата (Москва, 2003) следует, что на современном этапе отмечается глобальное, континентальное и региональное потепление климата.

Глобальное потепление. За период наблюдения (1861–2002 гг.) отмечается глобальное увеличение среднедесятилетних температур приземного слоя воздуха, относительно КН, на 0,74 °С.

Континентальное потепление климата. За период 1980–2002 гг. на всех континентах Земли превышение среднегодовой температуры приземного слоя воздуха, относительно КН составило от 0,3 до 1,5 °С. По данным сети Росгидромета потепление климата на Евразийском континенте в пределах России составило 1,29 °С, при среднем глобальном потеплении на 0,74 °С. За период 1976–2006 гг. потепление по России составило 1,33 °С. Из этого можно сделать заключение, что потепление климата в пределах России носит синхронный характер с глобальным.

Региональное потепление климата рассматривается в пределах зонального ряда почв ЕТР. В зональном ряду климатическая норма температуры воздуха постепенно повышается от –4,6 °С в тундровых почвах лесотундры (метеостанция Петрунь) до 8,1 °С в светло-каштановых почвах сухой степи. Современное потепление климата сопровождается повышением среднедесятилетних температур воздуха, относительно КН на 1,1 °С в тундровых почвах лесотундры до 1 °С в светло-каштановых почвах.

Климатическая норма температурного параметра климата почв на глубине 20 см. В зональном ряду почв ЕТР климатическая норма температурного параметра климата почв на глубине 20 см постепенно повышается от 2,1 °С в тундровых почвах лесотундры до 10,8 °С в светло-каштановых почвах сухой степи. Современное потепление климата за период 2001–2008 гг. сопровождается превышением температуры за период 2001–2008 гг., относительно КН, от 0,2 °С в тундровых почвах до 1,5 °С в светло-каштановых.

Климатическая норма термообеспеченности почв зонального ряда ЕТР характеризуется наличием в почве в вегетационный сезон температур выше 5 и 10 °С. Современное потепление климата сопровождается повышением сумм температур выше 0 ° и 10 °С на глубине 20 см в вегетационный сезон. Например, для тундровых почв лесотундры сумма температур выше 0 °С на глубине 20 см за период 2001–2008 гг. составила 950 °С, что выше КН (900 °С) на 50 °С, в то время как для светло-каштановых почв температура за период 2001–2008 гг. составила 3600 °С, что выше КН (3200 °С) на 400 °С. Аналогичная закономерность в увеличении суммы температур выше 10 °С отмечается от тундровых почв лесотундры до светло-каштановых. Так, например, Сумма температур тундровой почвы лесотундры на глубине 20 см за период 2001–2008 гг. составила 394 °С, что выше КН (349 °) С на 45 °С. Для светло-каштановых почв КН на глубине 20 см составляет 2805 °С, что выше КН (3263) на 458 °С).

Глубина сезонного промерзания почв. В зональном ряду от тундровых почв лесотундры до светло-каштановых современное потепление климата сопровождается уменьшением глубин сезонного промерзания почв. Глубина сезонного промерзания по почвенным зонам сократилась на 30 см в тундровых почвах лесотундры до 34 см в светло-каштановых почвах.

Делается вывод о том, что каждой зональной почве ЕТР характерна строго определенная норма климатических параметров климата почв. Показано, что современное потепление климата сопровождается повышением термообеспеченности почв зонального ряда ЕТР.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 09-04-00405-а.

РЕЦИКЛИНГ ФОСФОГИПСА В ЧЕРНОЗЕМЕ

Черненко В.В.², Громько Е.В.¹, Мищенко Н.А.¹, Калининченко В.П.^{1,2},
Суковатов В.А.¹

¹ *Институт плодородия почв юга России, 346493, пос. Персиановка,
ул. Кривошлыкова, корпус 2, Октябрьского района, Ростовской области*

² *Донской государственный аграрный университет, 346493,
пос. Персиановка, Октябрьского района, Ростовской области*

Предложен рециклинг фосфогипса в черноземе обыкновенном карбонатном южно-европейской фации северной зоны Краснодарского края в слое 30–60 см.

Шламонакопители фосфогипса являются источником опасных геохимических потоков с вероятным лавинообразным эффектом отложенного биогеосистемного действия, ландшафтным визуальным деструктором, резко снижая качество облика земель прилегающих местностей, их привлекательность с точки зрения проживания. Экологические нормативы способствуют усугублению ситуации, поскольку разрешают сосредоточенное складирование отходов.

Задача утилизации фосфогипса, несмотря на незначительный с точки зрения временных масштабов биосферы срок с момента возникновения проблемы, актуальна с точки зрения качества жизни населения. Альтернативой сосредоточенному складированию отходов химического производства является их рассредоточение в почвах.

Предложено рассредоточение фосфогипса в черноземах на глубине современного антропогенного иллювиирования почвы с ротационным перемешиванием фосфогипса и почвы в слое 30–60 см. Минимизируется эолового воздействия фосфогипса на окружающую среду, ослабляется проявление элювиально-иллювиального устройства почвенного профиля черноземов в агрокультуре, ротационный способ перемешивания фосфогипса и почвы обеспечивает их наилучший контакт почвы и вносимого в нее вещества и хорошие агрофизические свойства почвы после обработки. Рекреационный эффект достигается за счет сокращения размеров шламонакопителей, а в перспективе – в их ликвидации. Решается задача устойчивого непротиворечивого управления биогеосистемой, используя императив упреждающего корректного управления биогеосистемами – рекреационную биогеосистемотехнику.

Почвенно-агротехнический стационар для изучения эколого-рекреационной утилизации фосфогипса в черноземе при глубокой ротационной обработке почвы заложен в 2004 г.

Схема длительного стационарного эксперимента:

1. Отвальная обработка почвы на глубину 22–25 см (стандарт зональной агротехники – рекомендации о ведении агропромышленного производства), контроль;

2–5. Ротационная обработка почвы на глубину 30–60 см, одновременное внесение фосфогипса в дозе 10–40 т/га и его ротационное перемешивание с почвой в слое 30–60 см

Закладка эксперимента однократная. После закладки эксперимента в последующие годы во всех вариантах ротационной обработки почвы и внесения фосфогипса применялась стандартная зональная агротехника.

Различия морфологических свойств почв по вариантам эксперимента значительные. В контрольном варианте верхний элювиальный горизонт почвы, фактически – пахотный слой, имеет грубую структуру. Переход в иллювиальный горизонт почвы, фактически – плужную подошву, резкий. Иллювиальный горизонт имеет плотную структуру, малопроницаемую для корней культурных растений.

В вариантах эксперимента, где был внесен фосфогипс, весь слой почвы 0–60 см отличается агрегатами почвы меньшего размера, чем в контрольном варианте, почва рыхлая, легко поддается механической обработке, свойства стабильны в течение периода наблюдений.

Сказывается эффект трансформации взаимодействия верхних слоев почвы с фактически новым иллювиальным горизонтом.

Плотность почвы в контрольном варианте отвальной обработки на глубину 22–25 см была высокой, особенно в иллювиальном горизонте. Наилучшие показатели плотности за весь период наблюдений получены в вариантах ротационной обработки с внесением фосфогипса в пределах 1,05–1,25 г/см³ в течение наблюдений 2004–2011 гг.

В контрольном варианте зональной агротехники основная масса корневой системы находится в поверхностном слое почвы. Строение почвы при роторной обработке слоя почвы 30–60 см с внесением фосфогипса способствует более глубокому и равномерному проникновению в почву корневой системы. Отрицательные свойства фосфогипса, обусловленные присутствием в нем стронция, свинца и кадмия, при внесении в карбонатную почву тяжелого гранулометрического состава проявляются в малой степени.

РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ И СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Чернов И.Ю.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, soilyeast@mail.ru

Биологическое разнообразие – центральное понятие целого комплекса биологических наук: зоологии, ботаники, микробиологии, эволюционного учения, палеонтологии, экологии, биогеографии, генетики, морфологии и т. д. Сама жизнь на Земле могла развиваться как планетарное явление только на основе разделения функций в экосистемах, т. е. при определенном уровне разнообразия организмов. Круговорот веществ в биосфере может осуществляться только при достаточном разнообразии, и именно на нем базируются механизмы устойчивости и саморегуляции экосистем. На разнообразии базируются механизмы устойчивости жизни на всех уровнях ее организации.

Именно поэтому в последнее время обострился интерес к инвентаризации и сохранению биологического разнообразия, к оценке уровней таксономического богатства флоры и фауны отдельных районов, стран, природных зон и всего мира.

Вместе с этим, при достаточно полном понимании наиболее общих принципов, лежащих в основе выработки стратегии сохранения биоразнообразия, многие важнейшие аспекты этой проблемы являются недостаточно проработанными. К ним относится недостаточное на наш взгляд осознание специалистами той ключевой роли, которую играют почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия Земли.

Значение почвы для поддержания разнообразия жизни, прежде всего, связано с ее средообразующей ролью. Почва – важнейший фактор формирования условий для существования всего разнообразия жизни. В то же время, сами экосистемные функции почв определяются уровнем разнообразия экосистем. Автохтонные почвенные организмы, проводящие в почве весь жизненный цикл, представлены многими тысячами видов бактерий, грибов, протистов, животных. Существование еще большего разнообразия организмов неразрывно связано с почвой, так как она является необходимой средой для протекания стадий жизненного цикла (личинки насекомых, анаморфы фитопатогенных грибов и др.). Важной характеристикой почвы, определяющей высокое биоразнообразие почвенной и связанной с почвой биоты, является ее гетерогенность, как среды обитания. Пространственная неоднородность свойств, проявляющаяся в разных

масштабах от почвенных микроагрегатов до комплексности почвенного покрова, является главным фактором, обеспечивающим сосуществование разных видов. Почва – источник для обнаружения и описания множества неизвестных форм жизни. Так, феномен некультивируемых микроорганизмов позволяет предположить, что истинное разнообразие почвенной биоты значительно превышает существующие в настоящее время оценки. Основную роль в изучении этого «скрытого» почвенного биоразнообразия играет бурное развитие молекулярно-биологических методов исследования. Для сохранения биоразнообразия огромное значение имеет также протекторная функция почвы – консервация в жизнеспособном состоянии различных переживающих стадий организмов (споры микроорганизмов, банк семян и др.).

Таким образом, с проблемой сохранения биоразнообразия на Земле теснейшим образом связана задача сохранения разнообразия почв, структуры почвенного покрова, сохранения естественных, в том числе редких и исчезающих почв. Для этого необходимы разноплановые многолетние исследования роли и значения почв в становлении и эволюции жизни на Земле. Особое внимание должно быть уделено недостаточной репрезентативности сети особо охраняемых природных территорий России, не отражающей разнообразие почв и связанного с ними биологического разнообразия.

Симпозиум 2

**ПОЧВА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ
ЭЛЕМЕНТОВ**

Руководитель: чл.-корр. РАН В.Н.Кудеяров

УДК 631.434.6:631.8

**ОЦЕНКА АГРОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ С РАЗНОЙ ОКУЛЬТУРЕННОСТЬЮ**

Балашов Е.В., Бурова А.В.

*ГНУ Агрофизический НИИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург,
Eugene_Balashov@yahoo.co.uk*

Современная оценка агрофизического состояния почв предусматривает анализ взаимосвязей физических, биофизических, физико-химических свойств и процессов с микробиологической трансформацией органического вещества (Bossuyt с соавт., 2001; Büchs, 2003; Kashuk с соавт., 2010; Six с соавт., 2004). В рамках этого анализа агрофизическое состояние почв характеризуют с помощью таких показателей как: содержание органического вещества и его «лёгкой» фракции, биомассы микроорганизмов, биологическая активность почв, метаболическое частное, эмиссия закиси азота (N_2O) и содержание водопрочных агрегатов. Эти показатели рассматриваются в качестве индикаторов устойчивости и качества почв (Ananyeva соавт., 1999; Anderson, 2003; Cambardella, Elliott, 1992; Dobbie с соавт., 1999). Исследования проводили на участках со слабо и хорошо окультуренной дерново-слабо-подзолистой супесчаной почвой в Меньковском филиале ГНУ Агрофизический НИИ Россельхозакадемии. Образцы почвы отобрали в мае, июле, сентябре 2006 года на глубине 0–10 см участков с яровым ячменём. Схема эксперимента включала участки без внесения минеральных удобрений и с их внесением в дозах действующего вещества – $N60P20K30$ кг га⁻¹ (в слабо окультуренную почву) и $N110P80K100$ кг га⁻¹ (в хорошо окультуренную почву). В смешанных образцах почвы и в средневзвешенных фракциях её водопрочных агрегатов выполняли измерения: содержания общего органического ве-

щества выполняли с помощью метода Тюрина (Растворова, 1983); биологической активности почвы – с помощью газового хроматографа после 1–сут. инкубирования образцов при температуре 30 °С и влажности почвы при наименьшей влагоёмкости – 21 %; содержания биомассы микроорганизмов – по методу субстрат-индуцированного дыхания (Anderson, Domsch, 1978); содержания минеральных форм азота (NO_3^- , NH_4^+) – с помощью селективных электродов. Измерения эмиссии N_2O из почвы выполняли с использованием детектора электронного захвата одновременно с газохроматографическим определением её биологической активности. Выделение «лёгкой» фракции общего органического вещества из почвы проводили с использованием общепринятого метода (Cambardella, Elliot, 1992). Содержание водопрочных агрегатов определяли по методу «мокрого» просеивания (Растворова, 1983). Результаты наших исследований показали, что в течение вегетационного периода содержание общего органического вещества и его «лёгкой» фракции, биологическая активность и биомасса микроорганизмов, содержание минеральных форм азота, а также эмиссия N_2O в смешанных образцах и в водопрочных агрегатах были достоверно выше в хорошо окультуренной, чем в слабо окультуренной почве. Содержание водопрочных агрегатов в хорошо окультуренной почве было больше, чем слабо окультуренной почве только в варианте с внесением минеральных удобрений. Эмиссия N_2O , в среднем, была выше, а биомасса микроорганизмов – ниже в водопрочных агрегатах, чем в смешанных образцах слабо и хорошо окультуренной почвы. Внесение минеральных удобрений способствовало улучшению агрофизического состояния почвы в величинах накопления общего органического вещества и его «лёгкой» фракции, биомассы микроорганизмов и усиления биологической активности в смешанных образцах слабо и хорошо окультуренной почвы. Однако в водопрочных агрегатах благоприятные изменения этих показателей под влиянием минеральных удобрений наблюдалось только в хорошо окультуренной почве. Согласно результатам наших исследований, по основным показателям хорошо окультуренная дерново-слабоподзолистая супесчаная почва обладала лучшим агрофизическим состоянием, чем слабо окультуренная.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (АЗОТА И СЕРЫ) В ПОЧВАХ ГОРОДА НОВОДВИНСКА

Бечина И.Н., Попова Л.Ф.

САФУ им. М.В. Ломоносова, Linki44@yandex.ru

В настоящее время остро встает проблема экологии Севера, поскольку крупные северные города испытывают негативное влияние процесса урбанизации. Одним из таких городов является Новодвинск. Это монопромышленный город и его экономика связана, главным образом, с целлюлозно-бумажным производством (ЦБП), поэтому основными источниками загрязнения окружающей среды являются ОАО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат», ЗАО «Архангельский фанерный завод» и автотранспорт. Развитие промышленности обуславливает экологическую проблему, связанную с резким ухудшением городской среды. Почвы, как основное звено урбоэкосистемы, испытывают значительное техногенное воздействие. Экологическое состояние почвенно-растительного покрова города можно оценить по уровню накопления биогенных элементов в нем.

Так, основными загрязнителями Новодвинска являются газы метилмеркаптан и сероводород, к ним добавляются оксиды азота и серы, выбрасываемые автотранспортом и предприятиями теплоэнергетики. Исходя из этого, в исследовании предполагалось оценить уровень обеспеченности почв такими элементами питания, как азот и сера.

Данный показатель оценивался по содержанию биогенных элементов в верхнем (0–20 см) слое почв, относящихся к двум основным типам: реплантоземы и урбаноземы, на 30 пробных площадях г. Новодвинска. Отбранные осенью пробы анализировались на базе лаборатории биохимических исследований при кафедре химии института естественных наук и биомедицины САФУ имени М.В. Ломоносова с применением методов прямой потенциометрии (для определения нитратного азота), фотоэлектроколориметрии (для определения аммонийного азота) и турбидиметрии (для определения подвижной серы).

Было установлено, что содержание подвижной серы в почвах города колеблется от 3,77 до 485,13 мг/кг и в среднем составляет 32,12 мг/кг почвы. В почве пробной площади, находящейся вблизи промышленной зоны ЦБК, содержание подвижной серы составило 3 ПДК (ПДК = 160 мг/кг). Это указывает на негативное влияние ЦБП, так как происходит значительный выброс метилмеркаптана и сероводорода. Содержание нит-

ратного и аммонийного азота в почвах города в среднем составляет 11,87 и 0,58 мг/кг соответственно, что говорит об интенсивности протекания процессов нитрификации в почве по сравнению с аммонификацией. Это объясняется тем, что в осенний период для процессов аммонификации температура окружающей среды очень низкая (оптимальная температура 15–25 °С), кроме того, микроорганизмы-нитрификаторы чувствительны к кислотности почв, их популяция увеличивается в нейтральных и щелочных почвах, к которым относятся и почвы Новодвинска ($pH_{\text{сред.}} = 7,16$). Гранулометрический состав почв города представлен преимущественно супесью, что препятствует закреплению ионов аммония в почвенно-поглощающем комплексе и, как следствие, их накоплению. Содержание нитратного азота в почвах города не превышает предельно допустимого концентрации ($\text{ПДК}(\text{N-NO}_3) = 29,55 \text{ мг/кг}$) и колеблется в пределах от 4,00 до 25,70 мг/кг почвы. Однако максимальное содержание нитратного азота наблюдается в почвах пробных площадей, находящихся рядом с объездными дорогами (ул. Двинская и ул. 50 лет Октября), что указывает на значительный вклад автотранспорта и предприятий теплоэнергетики в накопление нитратного азота в почвах города.

Таким образом, можно предположить, что окружающая среда Новодвинска испытывает значительное техногенное воздействие, что негативно сказывается не только на почвенном покрове, но и на других природных объектах, в том числе и человеке.

Исследования поддержаны грантом РФФИ и администрацией Архангельской области № 11-04-98800-а.

УДК 631.95

СОДЕРЖАНИЕ N₂O И CO₂ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ И ПРЯМАЯ ЭМИССИЯ ЭТИХ ГАЗОВ ИЗ ПОЧВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

Бучкина Н.П., Рижия Е.Я., Балашов Е.В.

*ГНУ Агрофизический НИИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург,
natalya_buchkina@mail.ru*

Объектами исследования являлись сельскохозяйственные слабо и хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы Ленинградской области. В задачи исследования входило изучение динамики содержания доступного азота, влажности, температуры и плотности сложения почвы с разной степенью окультуренности на глубине 5–10, 25–30 и 45–50 см с

целью выявления взаимосвязей между этими параметрами и накоплением N_2O и CO_2 в профиле почв, а также с эмиссией этих газов из почв. Исследования проводили на протяжении вегетационного сезона 2011 г. Вышеперечисленные параметры почв изучали с помощью стандартных методов. Образцы для определения содержания N_2O и CO_2 в почвенном воздухе отбирали с помощью силиконовых трубок, а для определения прямой эмиссии N_2O и CO_2 – методом закрытых камер. Определение концентрации N_2O в пробах воздуха проводили на газовом хроматографе, оснащенном детектором электронного захвата, а CO_2 – по теплопроводности.

Влажность хорошо окультуренной почвы на глубине 5–10 см изменялась от 6 до 25 % и была в среднем на 1,5–5 % выше ($p = 0,001–0,01$), чем влажность слабо окультуренной почвы. На глубине 25–30 и 45–50 см различия во влажности между исследуемыми почвами были недостоверными. Исследованные почвы не отличались по плотности сложения на глубине 5–10, 25–30 и 45–50 см.

Концентрация углекислого газа в профиле дерново-подзолистой почвы увеличивалась с глубиной. В среднем слабо окультуренная почва содержала 2000 ppm CO_2 на глубине 5–10 см, 2300 ppm CO_2 на глубине 25–30 см и 3300 ppm CO_2 на глубине 45–50 см. Хорошо окультуренная почва характеризовалась более высокими концентрациями CO_2 на глубине 25–30 и 45–50 см, однако эта разница была статистически недостоверной. Внесение азотсодержащих минеральных удобрений как в слабо, так и в хорошо окультуренную почву не вызвало статистически достоверных изменений в концентрации углекислого газа в профиле почвы. Статистически достоверные различия в кумулятивной эмиссии CO_2 из исследованных почв были отмечены только между слабо окультуренной почвой контрольного участка (876 кг C- CO_2 га⁻¹) и хорошо окультуренной почвой с внесением минерального азота (1111 кг C- CO_2 га⁻¹).

Слабо окультуренные почвы контрольного участка на глубине 5–10 и 25–30 см содержали достоверно меньше ($p < 0,05$) доступного азота как в нитратной, так и в аммиачной форме, чем слабо окультуренные почвы участка с удобрениями и хорошо окультуренные почвы. Различия по содержанию минерального азота в почвах исследованных участков на глубине 45–50 см были статистически недостоверны.

Концентрация закиси азота в профиле дерново-подзолистой почвы в течение вегетационного сезона была невысокой (0,32–0,57 ppm) и, в большинстве случаев, увеличивалась с глубиной. В среднем слабо окультуренная почва содержала 0,32–0,37 ppm N_2O , а хорошо окультуренная – 0,37–0,56 ppm N_2O , однако эти различия была статистически недостовер-

ными. Внесение минеральных удобрений в слабо и хорошо окультуренную почву не вызвало статистически достоверных изменений в концентрации закиси азота в профиле почвы. Кумулятивная эмиссия N_2O из исследованных почв была очень низкой и изменялась от 90 до 180 г га⁻¹. Внесение удобрений приводило к увеличению эмиссии N_2O как из слабо, так и из хорошо окультуренной почвы, однако эти различия были статистически достоверны только для хорошо окультуренной почвы.

УДК 631.41

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ МЕТАНА ПОЧВАМИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Глаголев М.В.^{1,2}, Сабреков А.Ф.¹, Филиппов И.В.²

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, *m_glagolev@mail.ru*

² Югорский Государственный Университет, Ханты-Мансийск,
filip83pov@yandex.ru

Интерес к изучению эмиссии метана обусловлен значительным влиянием этого газа на фотохимию атмосферы и глобальное изменение климата. По мнению О.И. Минько (1988), педосфера занимает ключевую позицию в глобальном газообмене. Если говорить конкретно о метане, то ведущую роль в его образовании играют болотные почвы. Согласно оценкам IPCC, они выделяют от 100 до 230 Тг CH_4 ·год⁻¹, что оставляет примерно 20–30 % от глобальной эмиссии. Почвы также являются главным биогенным стоком метана, потребляя 20–45 Тг CH_4 ·год⁻¹. При изучении глобального потока метана из болот интерес представляет Западная Сибирь (далее ЗС), поскольку болотные экосистемы занимают здесь приблизительно 27 % площади региона.

Сделанная в 2009 году инвентаризация (Вс7), основанная на примерно 1000 собственных экспериментальных измерений, дала поток с территории ЗС 3.2 Тг CH_4 ·год⁻¹. Параллельно Kim с соавт. (2010–2011), решив обратную задачу для потока (по результатам измерения атмосферной концентрации метана) получили оценку 3.0±1.4 Тг CH_4 ·год⁻¹.

Однако, внесение около 700 измерений, полученных в 2010 году, привело к увеличению потока в инвентаризации Вс8 до 3.9 Тг CH_4 ·год⁻¹. Эта оценка получена для эмиссии лишь с болот, занимающих только четверть площади региона. На остальных территориях осуществляется сток метана. Поэтому, чтобы понять, как реально соотносятся оценки Вс8 и результаты решения обратной задачи, необходимо рассчитать, каково потребление метана территориями ЗС, не относящимися к болотам.

Для расчёта глобального потребления метана использовались различные подходы. Первый подразумевал разделение территорий, не занятых болотами, на конечное число типов экосистем и присвоение им определённых значений потребления (так, согласно Wign с соавт. (1990), потребление метана ($\text{гСН}_4 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) экосистемами бореальных и умеренных лесов, а также редколесий и кустарников принимается равным 0.70, экосистемами возделываемых земель и мезофильными травяными экосистемами – 0.10). Расчёт по этому подходу дал значение стока для территории ЗС $0.84 \text{ ТгСН}_4 \cdot \text{год}^{-1}$. Этот же подход, при использовании значений потребления ($\text{гСН}_4 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$), предложенных Dutaur and Verchot (2007) (так, потребление метана экосистемами тундр составило 0.15, лесотундр и лесов бореального пояса – 0.26, лесов умеренного пояса – 0.57, возделываемых земель – 0.12, мезофильными травяными экосистемами – 0.23), дал значение стока с территории ЗС $0.45 \pm 0.48 \text{ ТгСН}_4 \cdot \text{год}^{-1}$. Другой подход заключался в том, что определённое значение потребления ($\text{гСН}_4 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) приписывалось территории с определённым грансоставом верхнего горизонта (согласно Dögg с соавт. (1993), почвы лёгкого грансостава потребляют 0.52, тяжёлого – 0.07, среднего – 0.16, а органогенные почвы – 0.25). Расчёт по этому подходу с использованием карты «A world soil file for global climate modeling», составленной Zobler (1986), дал значения стока для территории ЗС $0.45 \pm 0.31 \text{ ТгСН}_4 \cdot \text{год}^{-1}$. Ещё один подход подразумевает, помимо разделения по грансоставу, детализацию по климатическим поясам с учётом облесённости территории. Так, согласно Dutaur and Verchot (2007), потребление метана ($\text{гСН}_4 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) почвами в бореальном климате на облесённых территориях в обозначенном выше ряду по грансоставу равно 0.32, 0.05, 0.2, 0.36 соответственно, на безлесных – 0.1, 0.1, 0.1, 0.17, в почвах в умеренном климате на облесённых территориях – 0.75, 0.56, 0.23 и 0.46, на безлесных – 0.14, 0.17, 0.17 и 0.12. Оценка потребления с помощью этого наиболее точного из рассмотренных выше подходов составила $0.36 \pm 0.32 \text{ ТгСН}_4 \cdot \text{год}^{-1}$. Таким образом, с учётом поглощения метана оценки эмиссии с территории ЗС, полученные Kim с соавт. (2010–2011) и нами (Вс8), ещё больше сближаются.

УДК 574.45

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОУКТИВНОСТЬ И РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ОЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Головацкая Е.А.

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,
golovatskaya@imces.ru*

Болота имеют свои особенности в функционировании и вносят значительный вклад в круговорот и баланс углерода. В процессе функционирования болотных экосистем происходит не только образование органического вещества растений, накопление его в виде растений и торфа, но и разложение растительных остатков. Скорость процесса торфообразования зависит от многих факторов: погодные условия, гидротермические условия торфяной залежи, тип растительности экосистемы, и химического состава самих растений-торфообразователей. Болотные экосистемы характеризуются более низкими, по сравнению с продуктивностью, скоростями трансформации органического вещества растений, за счет чего и происходит постоянное накопление органического вещества в виде торфа.

Целью работы является изучение скорости разложения растительных остатков растений-торфообразователей в олиготрофной торфяной почве болотных экосистем южнотаежной подзоны Западной Сибири.

Выбранный район стационарных наблюдений на северо-восточных отрогах Большого Васюганского болота расположен в междуречье рек Икса-Бакчар и характеризуется закономерной сменой болотных фитоценозов олиготрофного типа. Объекты исследования расположены на территории стационара «Васюганье» Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Бакчарский район, Томская область 56о58`СШ 82о36`ВД). Исследования проводились на сосново-кустарничково-сфагновом фитоценозе с угнетенным древостоем – низком ряме и открытой осоково-сфагновой топи. Определение чистой первичной продукции (NPP) олиготрофных болотных биогеоценозов (БГЦ) проводилось укосным методом с 1999 по 2010 гг. Для определения скорости разложения растений-торфообразователей применялся метод закладки растительности в торф. Для этого на болоте были собраны растения, характерные для сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза и для открытой осоково-сфагновой топи всего 10 видов сосудистых растений и 3 вида сфагновых мхов. Образцы были заложены в торфяную залежь на глубину 10 см от поверхности и извлечены через 8, 12, 20 и 24 месяцев. В образцах определяли убыль массы

растительного вещества весовым методом, а также изменение зольности, содержания углерода и азота по общепринятым методикам.

Результаты исследования NPP показали, что, в среднем исследуемые олиготрофные болотные БГЦ имеют близкие величины NPP травяно-кустарничково-мохового яруса на низком ряме и открытой топи 289 и 302 г/м² в год соответственно. Основной вклад в надземную продукцию олиготрофных болотных БГЦ вносят сфагновые мхи (56–57 %), на ряме также высока доля кустарничков (38 %), на топи – трав (29 %).

По скорости разложения исследуемые растения делятся на три группы. Для растений 1 группы потери массы составляют более 40 % за 2 года эксперимента, в нее вошли в основном травы. Для второй группы потери массы составляют 20–40 %, такая скорость разложения характерна для кустарничков, для третьей группы потери массы составляют менее 20 % – сфагновые мхи.

При разложении происходит вынос углерода из растительных остатков. Минимальные потери углерода характерны для *Sphagnum fuscum*, максимальные *Menyanthes trifoliata*.

Нами был сделан расчет потерь растительного вещества в процессе разложения происходившего в каждой экосистеме с четом вклада отдельных видов растений. Для исследуемого болота получено, что из ежегодной продукции в течение 1 года разлагается от 13 (рям) до 25 % (топь), к концу второго года потери от разложения составляют 28 % на обоих пунктах исследования.

Таким образом, закрепление углерода в виде торфа значительно выше, чем потери углерода при разложении растительных остатков.

УДК 631.4

ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ ПОЧВ АЛАСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ УВЛАЖНЕННОСТИ

Десяткин А.Р.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск,
пр. Ленина 41; desyatkinar@rambler.ru

В Центральной Якутии, изменения климатических условий в голоцене привели к деградации ледового комплекса и формированию таежно-аласных ландшафтов. Зрелые термокарстовые котловины «аласы» характеризуются наличием водоема, который является важнейшим фактором при аккумуляции озерных отложений участвующих в формировании особого типа аласных

почв. На Центрально-Якутской низменности выявлено около 16000 аласов с общей площадью 440000 га, что составляет почти 17 % этой территории.

Измерения проводились в Центральной Якутии в 2006–2009 гг. на правом берегу реки Лена в 50-ти километрах восточнее г. Якутска (62°54'N, 130°33'E) на аласе «Улахан сыххан». Зональным типом почв территории являются мерзлотные палевые. По характеру почв и биоценозов внутри аласа нами выделены 3 типа участков. Первый тип – остепненный луг (мерзлотная аласная остепненная почва), второй тип – влажный луг (аласная дерново-луговая почва на неоднородных озерно-аласных отложениях), третий тип – озеро (затопленный влажный луг) с гигрофильной растительностью. На участках остепненного луга доминируют *Poa botryoides* и *Elytrigia repens*, влажный луг представлен *Puccinellia tenuiflora* и *Carex orthostachys*. Таким образом, в течение указанного периода проводились измерения эмиссии метана с разных типов местоположений внутри термокарстовой котловины и измерение изменения динамики их площадей по годам. При измерении эмиссии метана, используя разные методы, были рассмотрены три разных пути эмиссии. Первая – через диффузию, самый распространенный и изученный метод; второе – через ткани растений, сделано впервые в данном регионе; и третье – эмиссия из озера посредством пузырей, также сделано впервые в регионе. Таким образом, эта работа оценила наиболее полную картину потока метана в Центральной Якутии.

Используя пространственную структуру участков, эмиссии и поглощения CH_4 в разных местоположениях и производства CH_4 в затопленных влажных лугах был вычислен бюджет CH_4 . Потоки CH_4 с почв остепненного луга были незначительными и увеличивались при увеличении температуры. Установлено, что наибольшая эмиссия CH_4 в зрелых аласах наблюдается с почв влажного луга вокруг озера и с затопленного озером участков влажного луга. Так как содержание углерода в этой почве в разы выше, чем в зональных и остепненных почвах и уступает лишь донным осадкам. Проведение наблюдений за эмиссией CH_4 в годы с низкой увлажненностью позволили установить что динамика площади аласного озера и затопление окружающего его влажного луга является важным фактором, контролирующим эмиссию CH_4 . Так, площадь озера за период 2006–2009 год увеличивается с 20,4 до 44,4 га., с наиболее резким увеличением в 2007 году. Вследствие чего, площади влажного и остепненного лугов уменьшаются: влажного луга с 24,1 до 8,7 га, остепненного луга с 19,2 до 10,7 га за указанный период. И даже несмотря на уменьшение площади влажного луга эмиссия CH_4 возрастает. Также, из-за увеличения озера происходит увеличение затопленной

растительности влажного луга, и наибольшее количество метана в аласах выделяется через растительность, которая раньше не учитывалась. Также важным моментом является увеличение эмиссии не в год затопления, а на следующий год после затопления. В общем в течение рассматриваемого периода с 2006-го по 2009 года, связи с изменением площади озера и подтоплением влажного луга происходит очень значительное увеличение эмиссии CH_4 . Если в 2006 году общая эмиссия рассматриваемого аласа составляла 3,1 тонну С со всей площади то в год подтопления (2007) уже составила 5,2 тонны С. На следующий 2008 год увеличилась до 21,7 и в 2009 году до 50,1 тонны на площадь аласа.

УДК 581.526.533:581.13:574.36

БИОМАССА РАСТЕНИЙ И АККУМУЛЯЦИЯ АЗОТА И УГЛЕРОДА В БИОЦЕНОЗАХ МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВОЙ ТУНДРЫ

Елькина Г.Я., Лаптева Е.М.

Учреждение Российской Академии Наук Институт биологии Коми
научного центра УРО РАН, Сыктывкар, elkina@ib.komisc.ru

С особенностями накопления фитомассы в значительной мере связаны и специфика формирования почвенного профиля и состав почвенного органического вещества. Аккумуляция азота и углерода являются наиболее существенными экологическими характеристиками биоценозов.

Исследования проводили в Воркутинском районе Республики Коми, в кустарничково-лишайниково-моховой тундре с морозобойными пятнами (67°35.4' с.ш., 64°09.9' в.д., 150 м н.у.м.). Почва тундровая торфянисто-глееватая мерзлотная. Строение профиля О1(0–12) – В_{gy} (12–70) – С_g⊥ (70–80).

Из растений на участке преобладают гипновые зеленые мхи (*Hylocomium splendens*). Пятнами встречаются лишайники, наиболее распространены цетрария исландская (*Cetraria islandica*) и цетрария снежная (*Cetraria nivalis*) – 97–98 %. Видовой состав сосудистых растений невелик. Из кустарников встречаются ива филиколистная (*Salix phylicifolia*) и береза карликовая (*Betula nana*), из кустарничков – голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*) и брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*). Травянистая растительность в основном представлена осокой шаровидной (*Carex globularis*) – 97 % и овсяницей овечьей (*Festuca ovina*) – 1–3 %. В целом роль сосудистых растений в формировании биоценоза менее значительна, чем мхов.

Биоценоз участка представлен тремя растительными сообществами: кустарничково-моховое, кустарничково-лишайниково-моховое, кустарничково-лишайниковое, площади под которыми составляют соответственно 65.6, 17.9 и 16.5 %. Кустарничково-лишайниковое сообщество размещено на более высоких элементах микрорельефа, кустарничково-моховое – на низких.

Максимальный запас наземной биомассы растений (2245 г/м^2) сосредоточен в кустарничково-моховом, минимальный – в кустарничково-лишайниковом сообществе – 1461 г/м^2 . Доминирование мхов, отличающихся медленной скоростью разложения, и короткий теплый период приводят к накоплению органического вещества разной степени разложения. Наиболее высоки его запасы в кустарничково-моховом (114 т/га) и в кустарничково-лишайниково-моховом сообществе (78 т/га). Менее значительная аккумуляция органического вещества характерна для кустарничково-лишайникового сообщества (31 т/га). В целом биомасса растений (с учетом площадей, занимаемых выделенными сообществами) в кустарничково-мохово-лишайниковой тундре составляет 28 т/га , из нее 20 т/га приходится на наземную массу растений. Масса разложившегося органического вещества составляет 94 т/га , она в 3.4 раза превышает массу живых растений.

В кустарничково-моховом биоценозе основная часть углерода (33729 из 48571 кг/га) сосредоточена в остатках листостебельных мхов. Кустарничково-лишайниковый биоценоз отличается низкими запасами углерода – 13032 кг/га . При этом почти половина запасов сосредоточена в живых растениях.

Общее содержание азота в растениях увеличивается со 104 кг/га в кустарничково-лишайниковом сообществе до 167 – в кустарничково-лишайниково-моховом, и до 249 кг/га в биоценозе с преобладанием мхов. Основная часть азота, как и углерода, в тундровых ценозах аккумулирована в разлагающемся органическом веществе. Максимальное его количество (1254 кг/га) приходится на кустарничково-моховое сообщество. В кустарничково-лишайниково-моховом количество его ниже – 585 кг/га . Меньшие запасы сосредоточены в органическом веществе биоценоза с преобладанием лишайников (323 кг/га).

Величина соотношения между количеством азота в растительных остатках к количеству его в органах растений, позволяющая оценивать скорость кругооборота элементов, уменьшается с 5.0 в биоценозе с преобладанием листостебельных мхов до 3.8 при сочетании мхов и лишайников, и до 2.2 при доминировании лишайников. Интенсивность разложения лишайников выше, чем мхов, что обусловлено различиями в водном и тепловом режиме в местах их обитания, а также спецификой растений. Для лишайников и продуктов их разложения характерно и наиболее узкое соотношение азота к углероду.

ТРАНСФОРМАЦИЯ УГЛЕРОДА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ НА АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ ПРИБАЙКАЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Звягинцева Е.Н.

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,
agroeco@sifibr.irk.ru*

Современные климатические изменения не могут не оказывать воздействия на интенсивность и направленность процессов превращения органического вещества в наземных экосистемах. Исследования в многолетнем (1997–2010 гг.) мониторинге позволили выявить влияние изменяющихся климатических факторов на трансформацию углерода в агроэкосистемах на агросерой почве Прибайкалья. Длительные наблюдения в полевых опытах в пару и посевах яровой пшеницы после пара позволили выделить три временных периода, отличающиеся по погодным условиям, которым соответствовали изменения в содержании почвенной микробной биомассы ($C_{\text{микро}}$) и скорости эмиссии CO_2 из почв. Выделенные периоды существенно отличались по температурному режиму, количеству и распределению осадков. В первый период (1997–2001 гг.) распределение в течение вегетации среднесуточных температур воздуха и осадков было наиболее типичным для региона. Максимальная среднесуточная температура составляла 19.9 °С, а сумма осадков за вегетационный сезон – 335 мм. Второй период (2002–2005 гг.) отличался более высокой температурой воздуха (23 °С) и недостаточным увлажнением в середине вегетации. В третьем периоде (2006–2010 гг.) отмечались резкие перепады температуры и большое количество осадков в начале вегетации. Статистический анализ (критерий Манна-Уитни) многолетних данных выявил их соответствие выделенным периодам, особенно по содержанию углерода микробной биомассы. В первый период в посевах содержание $C_{\text{микро}}$ составляло 78 г/м², а скорость эмиссии CO_2 , отражающая интенсивность минерализации – 6.1 г/м² сут. В пару показатели были выше (соответственно 81 г/м² и 7.8 г/м² сут). Во второй период в обеих агроэкосистемах содержание $C_{\text{микро}}$ уменьшилось в 1.5 раза по сравнению с первым периодом, что указывает на снижение реиммобилизации углерода в условиях повышенной температуры. Связь между этими показателями (η^2) в посевах и пару составляла 0.57 и 0.52, соответственно. В то же время скорость эмиссии CO_2 в посевах была выше 6.5 г/м² сут, а в пару снижалась (4.2 г/м² сут). В третьем периоде и в посевах,

и в пару содержание $C_{\text{микро}}$ увеличивалось (соответственно 56 и 61 г/м²), а скорость эмиссии CO_2 оказалась сравнительно меньше (5.4 и 4.0 г/м² сут), что могло быть следствием резких колебаний температуры воздуха и в течение вегетации, и на протяжении всего периода.

Оценка функционирования почвенного микробного комплекса по изменению показателя удельной дыхательной активности (УДА; $C-CO_2/C_{\text{микро}}$, мг/г ч) показала, что в первом периоде УДА оказалась наименьшей (0,70 мг/г ч). Во втором и третьем периоде значения показателя были выше (соответственно 1.07 и 0.84 мг/г ч), что свидетельствует о сравнительно высоких затратах углерода на дыхание (адаптацию) единицы микробной биомассы в изменяющихся гидротермических условиях.

Таким образом, проведенный анализ результатов экспериментов в мониторинге на агросерых почвах Прибайкалья выявил, что климатические изменения существенно влияют на микробиологическую трансформацию углерода в разных агроэкосистемах. Неблагоприятные условия способствуют снижению реиммобилизации углерода и, напротив, усилению минерализации.

УДК 631.433.53

ИНТЕНСИВНОСТЬ БИОГЕННОГО ПРОДУЦИРОВАНИЯ CO_2 В АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВАХ ГОРОДА МЕХИКО

**Икконен Е.Н.¹, Гарсиа-Кальдерон Н.Е.², Стефан-Отто Е.³, Ибаньес-Уэрта А.²,
Фуэнтес-Ромеро Э.², Эрнандес-Солис Х. М.²**

¹ Учреждение Российской академии наук Институт биологии КарНЦ РАН,
Петрозаводск, likkonen@gmail.com;

² Национальный Автономный Университет Мексики, Мехико;

³ Экологический парк Сочимилько, Мехико

В условиях лабораторного эксперимента исследовали влияние комплекса факторов (температура, влажность почвы, доступность кислорода, содержание органического углерода в почве) на продуцирование CO_2 в антропогенных искусственных почвах г. Мехико. Почвы были образованы в доиспанский период путем аккумуляции иловых осадков и минеральных озерных отложений, отбираемых со дна озера Тескоко, и формированием на месте озера системы островов, разделенных каналами. Искусственные острова использовались для выращивания сельскохозяйственной продукции и жилья. Антропогенные почвы были классифицированы как Терриковые Антросоли.

Образцы почвы (500–800 г) отбирали с глубины 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 и 40–50 см и инкубировали в аэробных и анаэробных условиях при температуре –5, 0, 5, 10, 20, 30°C и влажности почвы 10, 30, 60 и 90 % от полной влагоемкости. Содержание CO_2 в емкости с навеской почвы (7 г) определяли с помощью хроматографа (HP Agilent, 6890 GC System, GMI, USA).

В среднем по всему диапазону температуры инкубации, влажности почвы и глубины отбора почвенных образцов продуцирование CO_2 в аэробных и анаэробных условиях составило 58,0 мг CO_2 кг^{-1} д^{-1} и 31,2 мг CO_2 кг^{-1} д^{-1} соответственно. Максимальное продуцирование газа было выявлено в верхнем (0–10 см) слое почвы. Снижение содержания органического углерода с глубиной почвенного горизонта ингибировало биогенное продуцирование CO_2 в большей степени в анаэробных, чем в аэробных условиях. Продуцирование газа экспоненциально усиливалось с повышением температуры, при этом температурная зависимость процесса была выше в условиях присутствия кислорода. Не выявлено статистически значимых различий в аэробном и анаэробном продуцировании CO_2 при влажности почвы 90 %.

В отличие от ранее опубликованных данных, в которых показано, что температурная зависимость продуцирования CO_2 повышается с глубиной почвенного горизонта, в данном исследовании было обнаружено, что в поверхностном слое (0–10 см) исследованных антропогенных почв рост температуры сопровождался более значимым, чем в нижерасположенных слоях, повышением интенсивности генерирования газа. Объяснением данного факта может служить то, что поверхностный слой почвы искусственных островов содержит как свежий органический материал, поступающий с растительным опадом, так и большое количество устойчивой фракции почвенного органического вещества. Поскольку температурный отклик продуцирования CO_2 был слабее в анаэробных, чем в аэробных условиях, повышение влажности почвы снижало температурную зависимость процесса продуцирования газа.

Результаты исследования позволили сделать экологический вывод о том, что при лимитирующем воздействии какого-либо фактора отклик активности почвенного микробного сообщества на влияющее действие других факторов может быть видоизменен. Так, 1) с повышением анаэробности почвы увеличивается лимитирующее влияние доступности питательного субстрата на микробиологическую активность; 2) в условиях температурного стресса повышается зависимость продуцирования CO_2 от уровня увлажнения почвы; 3) в условиях засухи повышается температурная зависимость процесса биогенного продуцирования CO_2 .

Работа выполнена при финансовой поддержке SEMARNAT-CONACyT, проект № 23489, и PAPIIT, проект № IN224410.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

К.С. Бобкова, И.В. Забоева

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
bobkova@ib.komisc.ru*

Лесные экосистемы европейского Северо-Востока России выполняют важную средообразующую роль на северном полушарии. Они располагаются в подзонах крайнесеверной, северной и средней тайги. Доминируют еловые леса (52 %), большая часть которых представлена спелыми и перестойными древостоями. Сосновые насаждения занимают 26 %, мелколиственные – 21, лиственничные, кедровые, пихтовые – менее 1 % лесопокрытой площади. Хвойные насаждения характеризуются невысокой продуктивностью (IV–V, редко III, класса бонитета). К спелому возрасту в зависимости от типа условий местопроизрастания они формируют 50–250 т·га⁻¹ органической массы. Запасы углерода в хвойных экосистемах составляют 90–230 т·га⁻¹, значительная часть которых концентрируется в почве. Нетто-продукция (NPP) фитомассы в хвойных сообществах равна 3–10 т·га⁻¹ в год. В накоплении органического вещества в них определяющая роль принадлежит экологическим факторам почв.

Подзолистые и торфянисто-подзолистые почвы хвойных фитоценозов обладают высокой интенсивностью, выщелочены от обменных оснований имеют фульвокислотный тип гумуса. Гидротермические условия обеспечивают жизнедеятельность корней в верхнем 60-сантиметровом слое. В торфяно-подзолисто-глеевых почвах хвойных экосистем жизнедеятельность корней определяется в основном условиями аэрации. В отдельные периоды в течение вегетации содержание кислорода в почвенной воде составляет 0,1–0,9 мг·л⁻¹.

В таежных экосистемах недостаток тепла, повышенная влажность и небольшая биологическая активность почв в большинстве типов леса обуславливают слабую минерализацию растительного опада и способствуют накоплению достаточно мощной подстилки. Так, в сосняках лишайниковых запасы органической массы в подстилке равны 9–15 т·га⁻¹. В ельниках и сосняках черничных свежих они изменяются от 24 до 40 т·га⁻¹, в черничных влажных и долгомощных от 50 до 75 т·га⁻¹.

В почвах хвойных сообществ лесные подстилки являются главным органометным горизонтом. В нем аккумулируются довольно большие запасы энергии – от $0.5 \cdot 10^9$ до $1.5 \cdot 10^9$ кДж·га⁻¹, углерода – от 9.6 до

37 т·га⁻¹, питательных элементов: азота от 440 до 2400, зольных элементов от 300 до 1600 кг·га⁻¹, что в несколько раз превышает ежегодный вынос элементов на формирование NPP (120–190 кг·га⁻¹). В органогенном горизонте почв северных лесов концентрируется основная масса (более 80 %) физиологически активных корней. Следовательно, обмен веществ между почвой и растениями в хвойных экосистемах северной и средней тайги осуществляется в основном в биологическом ярусе (фитоценоз-подстилка). Следует также отметить, что всасывающая часть корней способна поглощать питательные вещества из подстилки на ранних стадиях разложения растительных остатков.

Таким образом, в продукционном процессе хвойных экосистем Севера на фоне недостатка тепла в лишайниковых типах сообществ, где NPP менее 3 т·га⁻¹ в год, определяющими являются условия трофности, в сфагновых – аэрации. Ельники и сосняки на автоморфных почвах характеризуются более высокими показателями биопродукции (NPP 4–10 т·га⁻¹). Производные лиственные и лиственно-хвойные экосистемы отличаются более интенсивными, чем хвойные, обменными процессами в системе фитоценоз-почва, и относительно высокими темпами накопления органического вещества NPP достигает до 16 т·га⁻¹ в год.

УДК 631.4

ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ЭМИССИЮ CO₂ ПОЧВАМИ

Кадулин М.С., Копчик Г.Н.

Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; tubmax1@mail.ru

Сера и тяжёлые металлы являются основными агентами металлургических производств, оказывающими негативное воздействие на природные экосистемы, включая почвы, растительные и микробные сообщества. Лесные экосистемы Кольского полуострова в течение многих десятилетий подвержены воздействию атмосферного загрязнения выбросами медно-никелевых комбинатов – крупнейших в северной Европе источников диоксида серы и тяжелых металлов. В этой связи целью работы была оценка влияния атмосферного загрязнения на почвенное дыхание как общую характеристику биологической активности почвы и вклада почвенных микроорганизмов и корней растений как основных источников образования CO₂ в почве в зоне влияния ГМК «Североникель» в Кольской субарктике.

Объектами исследования послужили подзолы экосистем еловых лесов, расположенных вдоль розы ветров на удалении 7–100 км от комбината и представляющих последовательные стадии техногенной сукцессии. Исследовали также подзолы и абраземы техногенных пустошей и почвы участков ремедиации вблизи комбината. В работе применяли полевую модификацию метода субстрат-индуцированного дыхания. В полевом эксперименте определяли дыхание почвы до и после внесения раствора сахарозы в почву, а также измеряли дыхание в почвенном профиле. В лабораторном опыте определяли дыхание в образцах почвы с отобранными корнями растений до и после внесения раствора сахарозы, после чего рассчитывали микробное дыхание и микробную биомассу. Содержание доступных соединений тяжелых металлов в почвах определяли в ацетатно-аммонийной вытяжке с pH 4.65 с помощью атомной абсорбции.

Содержание доступных никеля и меди в поверхностных органогенных горизонтах почв – подстилках – в фоновом ельнике кустарничково-зеленомошном не превышает 5–10 и 1–3 мг/кг соответственно. С нарастанием атмосферного загрязнения содержание металлов увеличивается на 1–2 порядка, достигая 150–370 мг Ni/кг и 160–540 мг Cu/кг в подстилках еловых редколесий. Ремедиация техногенных пустошей сопровождается снижением содержания доступных металлов в почвах.

С приближением к комбинату происходило снижение дыхания почвы от 180 мг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{м}^2\text{*ч}$ в ельнике кустарничково-зеленомошном до 80–140 мг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{м}^2\text{*ч}$ в ельниках злаково-кустарничковых и 10–20 мг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{м}^2\text{*ч}$ на пустошах. При этом почвенное дыхание минеральных горизонтов ВНФ и ВС подзолов в ельниках превышало таковое на пустоши в 2–3 раза и составляло 50–100 мг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{м}^2\text{*ч}$. В свою очередь, при нарастании загрязнения происходило увеличение доли микробного дыхания от 15 % в фоновом ельнике до 70–100 % в нарушенных ельниках и до 85–100 % на пустоши. Также имело место снижение микробной биомассы от 220–480 мкг/г почвы в ельниках до 50–110 мкг/г почвы на пустоши. Ремедиация почв сопровождалась ростом дыхания почв от 10–20 до 30–70 мг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{м}^2\text{*ч}$, снижением доли микробного дыхания от 85–100 % до 14–75 %, нарастанием микробной биомассы от 50–110 мкг/г до 100–500 мкг/г почвы по сравнению с пустошами. Таким образом, в результате воздействия атмосферного загрязнения происходит резкое снижение микробной биомассы и дыхания почв вблизи комбината. При этом высокая доля микробного дыхания (до 100 %) свидетельствует об угнетении корневых систем и о преобладании процессов деструкции органического вещества почвы. В тоже время высокая биологическая активность почв на

участках ремедиации, сопоставимая с ненарушенными лесными экосистемами, подтверждают успешную реабилитацию территорий, подверженных техногенному воздействию.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (11-04-01794-а).

УДК 631.416.9

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА В ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А.

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
konarbaeva@issa.nsc.ru*

Необходимость йода для нормального функционирования живых организмов требует детального изучения его в различных природных объектах и, прежде всего, в почвах, как основном концентраторе химических элементов и начальном источнике их перемещения в сопредельные среды – воздух и воду.

Наши исследования почв на территории Западной Сибири показали, что валовое содержание элемента и концентрация его водорастворимой формы в почвах севера и юга существенно отличаются, что обусловлено разной степенью влияния факторов, ответственных за его аккумуляцию и миграцию в почвенном профиле. К последним относятся гумус, физико-химические свойства и водный режим почв, а также химические свойства йода.

Исходя из накопленных знаний о содержании и закономерностях распределения йода в различных типах почв, мы пришли к выводу, что почвы тундры и лесотундры (глеоземы криометофические, криоземы типичные и грубогумусированные, подбуры оподзоленные), почвы северной и средней тайги (глее-подзолистые, подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусово-железистые, дерново-подзолистые глубокоосветленные) Западной Сибири обеднены йодом ввиду отсутствия в них каких-либо предпосылок для его аккумуляции.

Низкое содержание гумуса, изменяющееся для всех приведенных выше почв в интервале от 0,07 до 4,88 %, а иногда отсутствие выраженного гумусового горизонта (подзолы), преобладание в его составе фульвокислот, не способствует связыванию значительного количества йода. Кислая и очень кислая реакция почвенной среды, создает условия для потерь галогена. Кроме того, в кислых условиях Fe^{3+} и Mn^{4+} , присутствующие в этих почвах, легко окисляют йод до свободного элемента на основании разницы в величинах ОВП с йодом, который затем улетучивается. Легкий

гранулометрический состав, изменяющийся от песчаного к супесчаному и далее к легким и средним суглинкам, также ослабляет йодфиксирующую способность этих почв. Растворимость же большинства солей йода приводит к их интенсивной миграции в условиях промывного типа водного режима. Найденные концентрации йода (от следов до 1 мг/кг) и его отсутствие в некоторых нижних горизонтах вполне закономерны.

Совершенно иная ситуация складывается в почвах на юге Западной Сибири. В группе зональных почв юга Западной Сибири йодом наиболее богаты черноземы (min – 1,21, max – 6,4 мг/кг), что обусловлено высоким содержанием в них органического вещества, преобладанием в нем гуминовых кислот, в которых, согласно литературе, может концентрироваться до 88 % галогена и только 12 % – в фульвокислотах. Наименее богаты йодом дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом поверхностно и мелкоосветленные (min – 0,23, max – 2,36 мг/кг), которые бедны гумусом, имеют кислую реакцию почвенной среды и промывной водный режим, что приводит к усилению миграции галогена и потери элемента.

В интразональных почвах самое высокое содержание йода отмечено в солончаках (min – 5,6, max – 33,2 мг/кг), расположенных в межгрядных понижениях, являющихся зоной аккумуляции различных солей, в том числе и йода. Из литературы известно, что там, где аккумулируются соли, часто накапливается и йод. Несколько меньше галогена обнаружено в солонцах (min – 1,8, max – 18,7 мг/кг) с максимумом в иллювиальном горизонте, обогащенном тонкодисперсными минеральными частицами, а также оксидами и гидроксидами алюминия и железа, объёмные осадки которых активно сорбируют йод. Содержание водорастворимого йода зависит от его валового количества. Как правило, с уменьшением валового содержания снижается и концентрация водорастворимой формы, хотя строгая зависимость не всегда наблюдается.

УДК 574.4

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Косых Н.П.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г.Новосибирск nprkosykh@mail.ru

В связи с многолетними исследованиями продуктивности торфяных олиготрофных болот во всех зонах (за исключением полигональных болот тундровой зоны в Западной Сибири), особый интерес представляют их сравнительные характеристики. Для сравнения были взяты следующие

количественные параметры биологической продуктивности болотных экосистем: запаса мортмассы, фитомассы, чистой первичной продукции и отношение мортмассы к продукции. Для определения биологической продуктивности отбор проб произведен в наиболее типичных его участках с учетом характера микрорельефа. Рассмотренные нами параметры биологических процессов позволяют дать количественную оценку функционирования болотных экосистем лесотундры, северной, средней и южной тайги, лесостепи. Одним из основных показателей биологических процессов экосистем является их продуктивность, которая определяется запасами фитомассы, мортмассы и продукции.

Результаты проведенного наземного исследования на всех участках выявили важные качественные и количественные различия в растительном веществе. Общие запасы растительного вещества или общая биомасса (фитомасса + мортмасса) болот изменяется от 6000 до 18258 г/м², увеличиваясь с юга на север. Минимальные запасы растительного вещества отмечены для рямов лесостепи и составляют 6200 г/м². Мортмасса составляет 77 % от общего запаса растительного вещества. Преобладание мортмассы над живым растительным веществом отмечается для всех болотных экосистем. Общая масса растительного вещества в деятельном слое в болотных фитоценозах в 6–14 раза больше массы прироста. Замедленность движения масс в системе биологического круговорота в болотных экосистемах усиливается тем, что основная часть биомассы (около 80–90 %) находится в торфе, и отмирающие части сфагновых мхов задерживаются в толще, образуя обильную сфагновую подстилку. К факторам, влияющим на величину накопления мортмассы, можно отнести низкие температуры и близость мерзлоты, которая регистрируется на глубине 40 см. Минимальные запасы живого растительного вещества отмечаются в осоковых болотах равнинной части лесостепи (1680 г/м²) и олиготрофных (ОМ) мочажин. На пониженных участках рельефа в ОМ и в мезотрофных мочажинах (ММ) большая часть фитомассы (88 %) создается подземными органами осок, значительная часть которых представлена узлами кущения и корневищами, на повышенных – корнями и стволиками кустарничков. Годовая чистая первичная продукция варьировала от 200 до 1010 гС/м²/год (южная тайга), от 294 до 588 гС/м²/год (средняя тайга) и от 116 до 256 гС/м²/год (северная тайга) в разных экосистемах в период исследований на ключевых участках в пределах таежной зоны. При этом продукция топяных экосистем и гряд болотного массива в условиях средней тайги мало менялась по годам. Более динамичными оказались осоково-сфагновые олиготрофные мочажины, годовая продукция

которых увеличилась за период наблюдения почти в 2 раза. Также отличались высокой изменчивостью общего запаса фитомассы и чистой первичной продукции мерзлые болота северной тайги. Показано, что в структуре фитомассы сообществ болотного массива северной тайги (рям, узкие гряды и бугры) преобладали побеги кустарников и кустарничков, а осоково-сфагновых мочажин и топей – корни трав, преимущественно осок. На мерзлых буграх соотношение побегов и подземных органов кустарников и кустарничков выравнивается. Анализ полученных величин запаса фитомассы, мортмассы и продукции растительного вещества показывает, что при высокой величине запасов растительного вещества, большая доля мортмассы определяется близостью мерзлоты, а величина продукции зависят от климатических условий и типа экосистемы. Количество живой фитомассы определяется типом экосистемы, растительным сообществом, трофностью и не зависит от зоны.

УДК 631.85

МЕХАНИЗМЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА УВЕЛИЧЕНИЕ МИГРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ПОЧВЕННОМ ЦИКЛЕ ФОСФОРА

Кудеярова А.Ю.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пуцзино, vnikolaevich2001@mail.ru*

Основной причиной эвтрофирования и ухудшения качества природных вод является увеличение притока в объекты гидросферы соединений фосфора (Р). Наиболее сильно эвтрофирована лимническая система Северо-Западного региона РФ, в котором сосредоточены большие площади зафосфаченных пахотных почв. Так, увеличение в них (слой 0–20 см) запасов общего Р вследствие систематического применения фосфатных удобрений в 1950–1990-е годы сопоставимо с его природным содержанием в кислых почвах. Учитывая сильную неоднородность распределения внесенных фосфатов внутри верхнего слоя почвы и предполагая разный ход химических реакций в почвенных микрizonaх с сильно различающейся фосфатной нагрузкой, нельзя исключать возможность усиления миграции Р из зафосфаченных почв. Направленность эволюции таких почв не может быть понята без изучения особенностей и механизмов трансформации природных соединений алюминия и железа (сорбционных барьеров в кислых почвах) при разных фосфатных нагрузках, в том числе аномально

высоких, приближенных к тем, которые имеют место в непосредственной близости от гранул удобрения. Способность соединений Р к инконгруэнтному растворению в фосфатных растворах теоретически обосновывает возможность образования растворимых металлофосфатных комплексов при координации фосфат-анионов к атомам Al и Fe. Параллельное изучение изменений в составе как твердых, так и жидких фаз систем Al(Fe)-содержащий сорбент—фосфатный раствор позволило получить новые, ранее неизвестные данные. Согласно результатам исследований с использованием в качестве сорбентов целостной кислой почвы и ее минеральных и гумусово-минеральных компонентов, хемосорбция фосфат-анионов на соединениях Al и Fe не ограничивается, как принято считать, координацией к положительно поляризованным атомам металлов с образованием твердофазных металлофосфатных комплексов, в составе которых Р защищен от вовлечения в процесс миграции. Такого типа комплексы могут образовываться только на первичных сорбционных центрах, представленных нативными положительно заряженными аква(гидроксо)—комплексами металлов, и при очень малых фосфатных нагрузках. Эту стадию процесса хемосорбции следует рассматривать как предшествующую последующей деструкции фосфатированных поверхностей под воздействием свободных фосфат-анионов жидкой фазы в условиях их повышающейся нагрузки на сорбенты. Деструкция сопряжена с переходом в жидкую фазу комплексных металлофосфатных анионов. Такие анионы, как значительно более сильные (в сравнении с простыми фосфат-анионами) реагенты, способны присоединяться к положительно поляризованным атомам Р и С лигандов твердофазных металлофосфатных комплексов. Вследствие реакций присоединения-замещения структура сорбентов трансформируется, а их подверженность деструкции под воздействием жидкофазных продуктов реакций усиливается. Это приводит к высвобождению в жидкую фазу все больших количеств Р в формах как минеральных, так и органо-минеральных комплексов, что показано с помощью инструментальных методов на примере минерального (гибсит) и Fe-гумусового сорбентов. Переходящие в жидкую фазу продукты деструкции сорбентов качественно различались в зависимости от исходной концентрации фосфатов в растворе. Таким образом, в кислых зафосфаченных почвах могут образовываться растворимые Р-содержащие продукты деструктивной трансформации минеральных и гумусовых соединений Al и Fe, выполняющих функцию сорбционных барьеров. Иными словами, такие почвы могут являться потенциальным источником способных к миграции соединений Р (комплексов Al и Fe с Р-содержащими лигандами).

УДК 631.41

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГИС

**Кудряшова С.Я., Байков К.С., Титлянова А.А., Дитц Л.Ю., Махатков И.Д.,
Косых Н.П., Шибарева С.В.**

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
sya@jissa.nsc.ru*

Оценка запасов почвенного органического углерода (Сорг), проведена с использованием распределенной ГИС, в структуре которой условно могут быть выделены блоки: цифровые слои «Растительность2 и «Почвы» бореальной зоны Западной Сибири, программные средства для актуализации и управления базой данных «Углерод в почвах Сибири», среднемасштабные почвенные карты ключевых участков ландшафтных провинций и макет цифровой карты «Запасы Сорг в почвах бореальной зоны Западной Сибири». Тематический слой «Растительность» создан на основе генерализованной легенды карты «Растительность Западно-Сибирской равнины» (1976) и предоставлен для использования ЦСБС СО РАН. Тематический слой «Почвы» является сопряженным к карте «Растительность» и создан по единым принципам построения легенды, реализованной в карте растительности. Его легенда также включает 29 подразделений, объединенных в 5 категорий. Расчеты запасов Сорг были проведены на основе базы данных «Органический углерод», в которой дополнительно создан специализированный блок данных по содержанию гумуса в почвах бореальной зоны – большой массив собственных и литературных данных, полученных за последние 15 лет. Обработка дистанционной информации для оценки запасов Сорг была проведена на ключевых участках, расположенных в пределах ландшафтных провинций бореальной зоны. Выделение типологических регионов проводилось с учетом принципов ландшафтного районирования на основе сопряженного анализа, региональных структур, объективно отражающихся на космических снимках и фиксируемых на ландшафтно-типологических картах. Среднемасштабные почвенные карты ключевых участков были созданы по материалам дешифрирования космических снимков Landsat с последующей векторизацией в ArcGis. Для целей среднемасштабного картографирования использовался ландшафтно-индикационный метод дешифрирования. Специальной задачей исследования являлось корректирование границ и информационного содержания почвенных контуров на основе космических снимков на локальном уровне, а также в пределах ландшафтных

зон, подзон и провинций. На основе цифровой обработки были откорректированы границы и содержание контуров торфяно-болотных переходных и торфяно-болотных деградирующих, занимающих обширные площади в составе комплекса крупно-бугристых болот. Проведено уточнение площадей торфяных болотных переходных и торфяных болотных верховых почв. Получены значимые различия для площадей, занимаемых подтипами подзолов и других типов почв. Доминирующим компонентом бореальной зоны являются почвенные комплексы – лесотундрово-таежные, таежные, аллювиально-пойменные и болотные, существенно различающиеся по запасам Сорг. Наиболее высокий вклад в общий запас Сорг вносят комплексы почв грядово-мочажинных и грядово-озерковых торфяных верховых и переходных болот, а так же крупнобугристых и деградирующих торфяников, которые формируют более 30 % общего запаса Сорг региона. Высокоорганические торфяные болотные переходные и верховые почвы занимают около 10 % площади региона и формируют до 54 % запаса Сорг в почвах ландшафтных провинций. В зональном ряду наибольшую площадь занимают подзолы (10 % общей площади), затем – дерново-подзолистые (3 %) и темно-серые и серые почвы (2,3 %). Подзолы отличаются низким содержанием углерода, однако, занимая обширные площади, они формируют наиболее высокий по сравнению с остальными типами зональных почв запас Сорг. По предварительной оценке запас Сорг в почвах бореальной зоны составляет $83,6 \cdot 10^8$ т соответственно это 28,2 % запасов Сорг в почвах России или 15,2 % его мировых запасов.

УДК 631.433.3

ОТКЛИК ЭМИССИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА В ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ

Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Петров А.С.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пуццо, kurg@mail.ru*

Возрастание вероятности экстремальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения или ураганы относятся к негативным проявлениям наблюдаемых изменений климата как на территории России, так и на нашей планете в целом. Показано, что увеличение частоты и площади засух имеет место не только в регионах с прогнозируемым снижением количе-

ства осадков, но и в областях, где вследствие изменений климата сумма осадков имеет тенденцию увеличиваться. Вероятность этого тренда в конце XX века составила более 66 % и сохраняется в текущем столетии. Период повторяемости аномально интенсивных осадков и в летний, и в зимний периоды также сократился в несколько раз в течение последних десятилетий. Эмиссионная составляющая углеродного цикла, или общее почвенное дыхание (SR), представляет собой тот показатель, который не только дает интегральную оценку функционирования микробного сообщества почвы и экосистемы в целом, но и весьма чутко реагирует на любые изменения гидротермического режима почв, отражающего современное состояние климатических условий в регионе.

Цель настоящего исследования состояла в оценке влияния наблюдаемых климатических изменений и экстремальных погодных явлений на эмиссию CO₂ из почв в различных экосистемах южно-таежной зоны, выполненную на основе сопряженного анализа трендов и аномалий основных климатических параметров (температура воздуха и количество осадков) и эмиссионной составляющей углеродного цикла. Экспериментальные участки, на которых непрерывно, с ноября 1997 по октябрь 2010 г., велись круглогодичные наблюдения за интенсивностью выделения CO₂ из почв, располагались на юге Московской области: на территории Приокско-террасного государственного биосферного заповедника (54°55'N, 37°34'E; дерново-слабоподзолистая супесчаная почва; лесной и луговой ценозы) и на бывшей опытно-полевой станции ИФХиБПП РАН (54°20'N, 37°37'E; серая лесная суглинистая почва; лесной и агро- ценозы). Анализ тенденций в изменении величины эмиссионной составляющей углеродного цикла в связи с наблюдаемыми климатическими изменениями проводился на основе построения линейных трендов, статистическая достоверность которых оценивалась методом наименьших квадратов. Отклик эмиссионной составляющей углеродного цикла на экстремальные погодные условия мы оценивали по величине месячных, сезонных и годовых аномалий SR, отнесенных к средним многолетним значениям этого показателя за соответствующие периоды.

В 1998–2010 гг. в районе южного Подмосковья был выявлен отчетливый тренд усиления засушливости климата. Обнаруженные тенденции в изменении климата вызвали сопряженные тренды уменьшения эмиссионной составляющей углеродного цикла как в естественных, так и в агро-экосистемах вследствие торможения в них процессов разложения органического вещества почвы и подстилки, обусловленных острым дефицитом влаги во время засух. Вероятность обнаруженных временных трендов

почвенного дыхания и отклик величины SR на экстремальные погодные явления зависел главным образом от водоудерживающей способности почв, которая определяется ее гранулометрическим составом и особенностями использования. Можно предполагать, что наиболее толерантными в отношении почвенного дыхания к наблюдаемым и ожидаемым климатическим изменениям будут естественные экосистемы, сформированные на суглинистых почвах. Усиление засушливости климата и экстремальные погодные явления, выражающиеся как в остром дефиците осадков, так и в их избылии, с большой долей вероятности окажут заметное депрессивное влияние на дыхание как более легких супесчаных почв, так и суглинистых почв, используемых в сельском хозяйстве.

УДК 631.417.2

СКОРОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ ЛАБИЛЬНЫХ И УСТОЙЧИВЫХ ПУЛОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ ПО ДАННЫМ ВАРЬИРОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА ПРИ СМЕНЕ С3-С4 РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Ларионова А.А.¹, Золотарева Б.Н.¹, Евдокимов И.В.¹, Кузяков Я.В.²

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Московской обл., larioнова_al@rambler.ru;*

²*Институт почвоведения экосистем умеренного пояса, Университет г. Геттинген, Германия, kuzyakov@gwdg.de*

Круговорот углерода в наземных экосистемах в значительной степени регулируется процессами поступления и разложения органического вещества в наиболее лабильных пулах почвы. В то же время, закрепление углерода в почве, которое способствует смягчению отрицательных последствий, связанных с эмиссией парниковых газов (CO₂, CH₄ и N₂O) с поверхности почвы, происходит в основном в устойчивых пулах органического вещества. Таким образом, оценка скорости и времени обновления углерода в различных пулах органического вещества почвы является актуальной при прогнозировании последствий антропогенных воздействий на природные экосистемы. В докладе обобщены литературные и собственные данные о скоростях обновления пулов органического вещества почвы.

Оценку скорости и времени обновления углерода в различных пулах органического вещества почвы проводили с помощью метода варьирования естественного обогащения стабильного изотопа ¹³C при смене С3-С4 растительности. Эксперименты проводили на серых лесных почвах (г. Пушкино,

Московская обл.; $C_{\text{орг.}}$ 1,1 %; рН 5,6–6,4) и в выщелоченных черноземах (пос. Орловка, Воронежская обл.; $C_{\text{орг.}}$ 3,4 %; рН 7,0). Скорость и время обновления определяли на основе констант экспоненциального разложения органического вещества почвы при выращивании С4 растений на С3 почве. В зоне серых лесных почв был проведен 5-летний микрополевым опытом по разложению растительных остатков С4 растения – кукурузы. На выщелоченных черноземах скорости определяли по данным изотопного состава почвы, отобранной под 42-летней монокультурой кукурузы. Величину изотопного обогащения $\delta^{13}\text{C}$ измеряли в составе общего углерода почвы, CO_2 , выделяющемся из почвы в процессе инкубации, микробной биомассе, препаратах гуминовых кислот, гранулометрических и денситометрических фракциях, а также в остатке почвы после ее обработки бн НСI при нагревании.

С помощью изотопного метода в верхнем слое почвы в составе $C_{\text{орг.}}$ обнаруживается относительно лабильный пул С4–С со средним временем обновления 50–600 лет. Скорость обновления данного пула зависит от типа почвы, количества поступающих растительных остатков и продолжительности эксперимента. Наиболее лабильным пулом оказалась микробная биомасса. Среднее время обновления, рассчитанное по содержанию ^{13}C как в составе иммобилизованного углерода, так и в выделяющемся из почвы CO_2 , составило от нескольких месяцев до 3–5 лет. Наиболее устойчивыми пулами являются соединения углерода, входящие в состав илистой фракции, а также органическое вещество, не гидролизуемое бн НСI, среднее время обновления этих фракций достигает нескольких тыс. лет.

Скорость обновления органического углерода в гранулометрических фракциях возрастала с увеличением размера фракции, а в денситометрических фракциях – с уменьшением удельного веса фракции. Среднее время обновления гуминовых кислот и органического вещества почвы в целом существенно не различались между собой, что противоречит традиционному представлению о гуминовых кислотах как о наиболее устойчивой части почвенного гумуса. Фульвокислоты, как и принято считать, оказались лабильным компонентом почвенного гумуса. При расчетах скоростей обновления специфических соединений гумуса следует учитывать фракционирование изотопа ^{13}C в зависимости от структуры органического вещества.

Поступление С4 углерода с растительными остатками способствовало развитию отрицательного затравочного эффекта в отношении С3 углерода, т. е. почвенные микроорганизмы переключались на разложение вновь поступившего опада и менее интенсивно разлагали органическое вещество, сформировавшееся до выращивания растений с С4 типом фотосинтеза.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Программы № 4 Президиума РАН.

**ЭМИССИЯ CO₂ ПОЧВАМИ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ
БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ****Мильхеев Е.Ю.***Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
evg-milh@rambler.ru*

Вклад экосистем России в устойчивость биосферы и глобального климата, безусловно, значим и, в настоящее время, недостаточно оценен. Здесь находятся имеющие глобальное значение стоки и источники, а также резервуары углерода. По некоторым оценкам, здесь же присутствует центр наземного нетто-стока CO₂ и накопления органического углерода. Одним из аспектов этой проблемы является установление изменений интенсивности аккумуляции и выделения углерода при климатических флуктуациях. Особенно важным это становится при оценке возможного влияния ожидаемых изменений климата на баланс углерода в экосистемах. Поэтому, необходим постоянный контроль баланса углерода в экосистемах и оценка его изменений в условиях меняющейся природной среды, климата, смены землепользования и уровня агротехники.

Целью настоящей работы была оценка скорости эмиссии CO₂ из почв дельтовой части р. Селенги в бассейне озера Байкал. Селенгинский дельтовый район является частью объекта Всемирного природного наследия – озера Байкал и прилегающей к нему территории. Почвы района формируются в транзитно-аккумулятивных элементарных ландшафтах в условиях континентального климата Восточной Сибири, несколько преобразованного влиянием озера Байкал. Объектами мониторинговых исследований были: дерновые лесные (C_{гум} 4.3 %, рН H₂O 6.5), луговые (C_{гум} 7.4 %, рН H₂O 8.3), и лугово-болотные почвы (C_{гум} 4.2 %, рН H₂O 7.5), дельтовой части р. Селенга. Исследования проводили в 2007–2011 гг. с мая по октябрь в режиме оперативного мониторинга с интервалом 7–10 суток. Эмиссию CO₂ из почв определяли абсорбционным методом в модификации Шаркова, а также с помощью портативного инфракрасного газоанализатора ОПТОГАЗ-500.4, одновременно измеряли температуру и влажность почвы.

Результаты мониторинговых наблюдений за эмиссией CO₂ из почв свидетельствуют о том, что эта величина определяется, главным образом погодными условиями года. Пики эмиссии имели вид одновершинных кривых с максимальными значениями в середине лета или смещенными на начало или конец вегетации растений с минимумом в засушливый период. В условиях неустойчивого увлажнения выделение CO₂ становится

неравномерным, что проявляется в «пульсирующем» характере, чередовании его резких подъемов и спадов.

В среднем за сезон выявлена обратная связь между эмиссией CO_2 и влажностью почв. Вероятно, в начале и в конце вегетации выделение CO_2 из почв лимитировалось пониженной температурой почвы. В лесном ценозе связь с влажностью была более тесной, чем в луговом. Связь средней плотности свидетельствует о том, что влажность почв влияла не только на скорость минерализации, но и на другие процессы, связанные с эмиссией CO_2 .

Обращает на себя внимание довольно высокий коэффициент корреляции между интенсивностью дыхания и температурой почвы. В начале вегетационного сезона, когда почва еще недостаточно прогрета скорость эмиссии углекислоты низка, и только после повышения температуры атмосферного воздуха происходит подъем кривой дыхания.

Анализ связей показал, что внутрисезонные колебания влажности почвы служат плохим предиктором флуктуаций концентрации углекислого газа в активном слое. Напротив, температура верхнего слоя почвы оказывается в последнем случае значимым фактором, что подчеркивает приоритетную роль тепла в мерзлотных почвах. Температура влияет на чистый поток углерода независимо от влажности почвы, хотя ее действие на микробиоту опосредовано через теплопроводность почвы, которая в свою очередь зависит от ее влажности.

УДК 631.4

АНТРОПОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА МЕТАНА В ПОЧВАХ ГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Можарова Н.В., Кулачкова С.А.

МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, nvm47@list.ru, kulachkova_sa@inbox.ru

В результате строительства подземных газохранилищ, последующего усиления геохимического влияния естественных и искусственных газовых залежей в пористых структурах происходит возникновение и расширение газовых аномалий в почвах. Интенсивность и неоднородность потоков метана из недр зависит от природной и техногенной горизонтальной и вертикальной трещиноватости геологических структур, тесно связанной с современными геодинамическими процессами. Согласно расчетным данным в почвах и почвообразующих породах (3 м) концентрируется около 5–10 % природного газа от общих его потерь при подземном хранении; в атмосферу эмитирует около 0,1 %. Большая часть потерянного газа рассеивается до

достижения верхних слоев литосферы и почв. Протяженность и интенсивность остаточных газовых аномалий сильно варьирует и зависит от гидро-термических и технологически условий. В сухие годы и полной закачке искусственной залежи газовые аномалии занимают всю площадь над газохранилищем, при изменении условий они сужаются до границ промышленной зоны. Во влажные годы и при снижении компрессии природного газа газовые аномалии перестают существовать.

Возникают и усиливаются эмиссии метана в атмосферу с поверхности почв. Средняя годовая эмиссия метана с поверхности почв на исследованных газохранилищах составляет 77 т. По грубым глобальным подсчетам потери метана по всем искусственным залежам мира составляют 0,04 Тг.

Бактериальные аномалии разной интенсивности проявляются в различные годы и сезоны, условиях полной и частичной компрессии газа. Годовой средний скрытый сток (окисление) техногенно-аллохтонного метана в почвах исследованных газохранилищ около 3400 т в год в толще 1 м и составляет около 5–10 % от общих потерь газа при подземном хранении. Глобальные оценки скрытого стока составили 5,6 Тг (для толщи 3 м). Соответственно глобальные оценки потерь газа на искусственных газовых залежах составили 14 Тг.

Происходит усиление поглощения атмосферного метана по сравнению с фоновыми почвами, обнаруживая корреляции с концентрацией метана в атмосфере. Годовое количество поглощенного метана составляет около 70 т. Глобальная оценка составит 0,04 Тг. Эмиссии техногенно-аллохтонного метана компенсируются поглощением атмосферного метана. Однако эмиссионные атмотропические потоки метана превосходят геотропические атмосферные потоки в весенние и иногда осенние сезоны года. В этот период поглощение атмосферного метана практически не происходит, а газовые потоки эмитируют в атмосферу, пополняя общие запасы газа в атмосфере. Массы эмиссионного метана за весенний сезон могут составлять в среднем около 30 т. Глобальные оценки могут составить 0,02 Тг.

Окисление метана сопровождается выделением двуокси углерода, который не расходуется внутри почвы по аналогии с водными экосистемами, а выделяется в пограничную атмосферу. Эмиссия диоксида углерода в атмосферу составляет 2024 т за год; глобальная оценка – 1 Тг. Выделение диоксида углерода из почв в 2–4 раза превышает среднюю эмиссию его в атмосферу в южно-таежной зоне. Содержание диоксида углерода в атмосфере превышает в несколько раз ПДК в атмосфере.

Вместе с тем при незамкнутости циклов окисления метана осуществляется образование микродисперсных бактериоморфных магнитных оксидов железа. Это сопровождается усилением варьирования окислительно-восстановительного потенциала и увеличением магнитной восприимчивости почв.

УДК 531.3: 631.416.1 (571.54/.55)

КОНЦЕПЦИЯ БИОКИНЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛА АЗОТА

Норбованжилов Р.Д.¹, Будажапов Л.В.¹, Дмитриев Н.Н.², Билтуев А.С.¹

¹Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, nitrolu@mail.ru

²Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, Иркутск, dminik@mail.ru

На основе данных многолетних исследований по изучению особенностей трансформации азота в системе почва-удобрение-растение с применением стабильного изотопа азота ¹⁵N и математического моделирования выдвинута концепция биокинетической характеристики цикла превращений азота для мерзлотных эколого-почвенных режимов Забайкалья.

Теоретической предпосылкой для представления выдвинутой концепции выступал ряд ключевых положений. Первое связано с тем, что вероятность обнаружения события (P_x) в цикле превращений азота – усвоение, иммобилизация, (ре)минерализация и потери – в бесконечно малом интервале времени (t) бесконечно мала и случайной величиной является число случаев, а не значения, подчиняясь в этом распределению Пуассона. В отличие нормального распределения (Гаусс) такой характер азотной трансформации имеет принципиальное значение и в наиболее вероятном приближении описывает фактическое. Отсюда, второе – изменение энергетического состояния системы почва – растение под воздействием азота удобрений сопровождается возбуждением процессов трансформации азота, а значит появляется возможность оценки скоростных параметров превращений через величину константы (k) скорости этих процессов согласно уравнению экспоненциальной регрессии. Как следствие важное третье положение – кинетическое обоснование закономерностей формирования минерального, поглотительного и ассимиляционного азотного пула в почвах достигнуто сравнением скоростных констант (k) процессов превращений азота в системе почва – удобрение – растение.

Несомненным достоинством подобного подхода к характеристике цикла азота в виде концепции биокинетической оценки является возможность диагностики трансформации азота по скоростным (k) параметрам, которые характеризуют кинетику постоянно оборачиваемых, легкоминерализуемых и быстростабилизируемых азотных пулов. Характеристика последних традиционными аналитическими методами не позволяет в полной мере выразить столь сложный характер процессов внутрипочвенных особенностей трансформации азота, тем более постоянное их непостоянство во времени и пространстве. В этом смысле достаточно развернутая характеристика слабо- и трудно- оборачиваемых и минерализуемых пулов диктует поиск и привлечение несколько иных подходов к оценке, что практически невозможно добиться в традиционном исполнении. К слову последние на определенном и очень длительном этапе несомненно сыграли значительную роль. Поэтому их сочетание вкупе с кинетическими характеристиками цикла превращений азота позволяют значительно расширить информативность оценок и глубже раскрыть сложную панораму внутрипочвенной азотной трансформации, развивая ставшие классическими известные фундаментальные положения цикла и круговорота азота в природных системах.

При всей возможно дискуссионности этих подходов именно кинетические характеристики цикла азота для чрезвычайно жестких режимных процессов при выраженном дефиците подвижного минерального азота в почвах и очень ограниченном периоде биологической их активности, а равно при высокой отзывчивости растений на поступление азотных удобрений позволяют выявить скоростные различия процессов по целому ряду признаков.

И в этом смысле, подобная оценка является едва ли не единственной возможностью более полно выявить различия и закономерности процессов трансформации азота. Концептуально экспоненциальный характер цикла превращений азота отражает очень высокую чувствительности системы почва – растение на поступление азот удобрений с наличием очень возбудимых процессов формирования азотных пулов с разными скоростными характеристиками, которые можно выразить количественно. В этом представлении предложенная концепция вполне оправдана и верифицирована.

УДК 630*187:582.475:574.4

КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ «ФИТОЦЕНОЗ-ПОЧВА» В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ХВОЙНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Осипов А.Ф., Кузнецов М.А., Бобкова К.С.

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
osipov@ib.komisc.ru*

Функционирование лесных экосистем обусловлено тесно связанными, но противоположно направленными процессами продукции и отмирания органической массы. Эти процессы во многом характеризуют интенсивность круговорота веществ между фитоценозом и почвой. В настоящее время особую актуальность приобретает количественная оценка круговорота углерода, что связано с глобальным изменением климата. Цель работы — изучить круговорот углерода между фитоценозом и почвой в заболоченных хвойных сообществах средней тайги.

Исследования проведены в 45-, 60-, 118-летних сосняках чернично-сфагновых и спелых ельников, развитых на болотно-подзолистых почвах. Сосняки образуют практически чистые, а ельники смешанные (при доминировании ели присутствуют береза, сосна) по составу насаждения, IV и V классов бонитета. Продукцию органического вещества древесных растений изучалась методом модельных деревьев. Прирост кустарничков определяли отделяя побеги первого года. По полученным соотношениям вычисляли общую продукцию. Опад древесного яруса оценивали при помощи опадоуловителей. Массу опада кустарничков и мхов учитывали по их приросту. Компоненты опада и лесной подстилки закладывали в почву для оценки их разложения.

В сосняках чернично-сфагновых продукция органического углерода увеличивается с возрастом и составляет $1.93\text{--}3.02 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. В накоплении его фитоценозом на долю древесных растений приходится 51–71 %, остальное депонируют растения напочвенного покрова. Годичная нетто-продукция в ельниках долгомошно-сфагновом и чернично-сфагновом равна 2.81 и 3.08 т С га^{-1} соответственно, из которых 81–83 % приходится на древесные растения. Таким образом, по интенсивности депонирования углерода исследуемые заболоченные хвойные сообщества сопоставимы. Однако, в сосняках на полугидроморфных почвах продукция углерода растений напочвенного покрова больше, чем в ельниках. Растения нижних ярусов в сосняках обеспечивают более интенсивное поступление органической массы в почву, которая служит материалом для гумификации.

Ежегодное поступление углерода с растительным опадом на поверхность почвы в сосняках чернично-сфагновых равно 1.30 в 45-, 1.82 в 60- и 1.80 т га⁻¹ в 118-летнем насаждении, что составляет 60–67 % от ежегодной продукции фитоценоза. 42–57 % от общей массы углерода в опаде приходится на древесный ярус, остальное на растения напочвенного покрова. В старовозрастных ельниках на болотно-подзолистых почвах концентрация углерода в растительном опаде составляет 2.06–2.84 т га⁻¹ год⁻¹ или 73–92 % от годового прироста. Большую часть (73–76 %) формируют древесные растения, опад которых более чем наполовину состоит из ассимиляционного аппарата хвойных и лиственных пород.

Важным показателем, отражающим процесс круговорота веществ, является скорость разложения растительных остатков, которая в сосняках чернично-сфагновых изменяется от 59 до 5 % в соответствии с видоспецифичностью: черника→травянистые растения→листья березы→хвоя сосны→зеленые мхи→сфагновые мхи→ветви сосны→кора сосны. В заболоченных ельниках показатели интенсивности разложения растительных остатков изменяются от 50 до 3 % и располагается следующим образом: черника→листья осины→листья березы→брусника→хвоя сосны→хвоя ели→ветви ели→шишки→кора ели. Потеря массы отдельных подгоризонтов лесной подстилки составляет 3–8 % в сосняках и 5–10 % в ельниках. Более активно разлагается ее ферментативный слой.

Таким образом, хвойные насаждения на болотно-подзолистых почвах характеризуются замедленным темпом биологического круговорота, что обусловлено невысокой скоростью разложения и накоплением органического вещества на поверхности почвы в виде торфянистой лесной подстилки с запасом 25–34 т С га⁻¹.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 10-04-00067-а) и программы Президиума РАН № 16 «Окружающая среда в условиях изменяющегося климата: экстремальные природные явления и катастрофы»

УДК 631.95

ПРЯМАЯ ЭМИССИЯ ЗАКИСИ АЗОТА ИЗ ПОЧВ ПАСТБИЩ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рижия Е.Я.¹, Бучкина Н.П.¹, Соломатова Е.А.², Балашов Е.В.¹

¹ ГНУ АФИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург;

² ИБ КарНЦ РАН, Петрозаводск, alenarizh@yahoo.com

В Российской Федерации аграрный сектор является ведущим источником антропогенного выброса закиси азота (N_2O) в атмосферу. По данным национального доклада о кадастре парниковых газов России 2011 года, вклад сельскохозяйственных земель в общий национальный выброс N_2O составляет 85 %. В настоящее время особую актуальность приобретает изучение состояния земель лугов и пастбищ. Вследствие экономических преобразований в аграрном секторе страны наблюдается прекращение возделывания и перевод значительных площадей пахотных почв именно в земли кормовых угодий. Антропогенная деятельность на землях, занятых травянистой растительностью, сопровождается эмиссией тех же парниковых газов, что и на пахотных землях. Известно, что выпас крупного рогатого скота (КРС) приводит к изменению теплового, водного и воздушного режимов верхних горизонтов почв, влияет на изменение микробного сообщества, и, как следствие, эмиссию парниковых газов из почв.

С мая по сентябрь 2010 года, в период выпаса КРС, проводился агроэкологический мониторинг почв пастбищ Ленинградской области и республики Карелия. Одной из основных задач работы явилось изучение прямой эмиссии N_2O . Объектами исследования служили пастбища пригонной системы, различающиеся по способу их использования. В Ленинградской области (ОПХ «Суйда») применялся вольный выпас стада из 200 коров, а в республике Карелия (ЗАО «Эссойла») – участково-загонный выпас стада из 100 коров. Почвенный покров пастбища в Суйде представлен разновидностями дерново-подзолистых почв, в Эссойле – выработанными низинными торфяниками (агроземы на ленточных глинах).

Отбор проб воздуха проводился методом закрытых камер на всех элементах мезорельефа в 3-кратной повторности 1–2 раза в неделю. Анализ концентрации N_2O в пробах воздуха осуществлялся на газовом хроматографе, оснащенный детектором электронного захвата. Мониторинг кислотности, плотности сложения, почвенной влаги и содержания минеральных форм азота проводился 2–3 раза в месяц. По окончании периода выпаса, исходя из различий в составе и фитомассе растительности, мощно-

сти дернины и физических свойствах почв были выделены участки, различающиеся по интенсивности выпаса.

В течение 100-дневного периода выпаса, как на пастбище в Суйде, так и в Эссойле, эмиссия N_2O была выше в начале и конце сезона, а в июле и августе, из-за засухи в регионе, наблюдались минимальные значения. Исходя из полученных данных, участки с разной интенсивностью выпаса имели достоверные различия по кумулятивным эмиссиям N_2O . Кумулятивная эмиссия N_2O за 100 дней из почв на участках с высокой интенсивностью выпаса была наибольшей и составила $0,9 \text{ кг } N_2O-N \text{ га}^{-1}$ для почв Суйды и $2,7 \text{ кг } N_2O-N \text{ га}^{-1}$ для почв Эссойлы. Из почв участков со средней интенсивностью выпаса выдилось $0,3$ и $0,7 \text{ кг } N_2O-N \text{ га}^{-1}$, соответственно, а из почв участков со слабой интенсивностью – $0,2$ и $0,3 \text{ кг } N_2O-N \text{ га}^{-1}$, соответственно. Избыток осадков в мае–июне, высокая плотность сложения почв ($> 1,4 \text{ г см}^{-3}$) и повышенное содержание минеральных форм азота (от 56 до 145 мг кг^{-1}) в почвах Эссойлы привели к выделению большего количества N_2O по сравнению с почвами в Суйде, где почвенно-климатические условия были менее благоприятными для образования N_2O . Строгое соблюдение приемов рационального использования пастбища, перераспределение интенсивности выпаса должны привести к уменьшению эмиссии N_2O из почв кормовых угодий.

УДК 631.433.3

БАЛАНС УГЛЕРОДА В ИНТЕНСИВНОМ СЕВООБОРОТЕ НА АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Соколова Л.Г., Звягинцева Е.Н., Семенова Ю.В.

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,
agroeco@si*

Репрезентативная оценка формирования баланса углерода в конкретных почвенно-климатических условиях возможна на основе длительных наблюдений. Объект исследований - агроэкосистемы на агросерых почвах лесостепи Прибайкалья, различающихся плодородием. Содержание $C_{\text{орг}}$ в почвах А1 и А2 составляло соответственно $2,78$ и $1,13 \%$, а $N_{\text{орг}}$ – $0,54$ и $0,13 \%$. Полевые опыты на обеих почвах проводили в течение 14 лет. Сопряженные наблюдения за формированием чистой первичной продукции и эмиссией CO_2 в атмосферу осуществляли в интенсивном севообороте (пар-пшеница-пшеница). Баланс углерода оценивали по разности между возвратом углерода в почву с растительными остатками и микробным дыханием за год (МД). МД

учитывали как разность между суммарной эмиссией C-CO₂ за безморозный период и дыханием корней, величину которого принимали за 1/3 от эмиссии C-CO₂ за вегетацию.

Анализ средних многолетних показателей выявил роль плодородия почв в активности продукционных и деструкционных процессов. Чистая первичная продукция (ЧПП) оказалась тем выше, чем больше урожайность яровой пшеницы. На более гумусированной почве А1 биологический урожай зерна и соломы был в 1,3 раза выше, чем на почве А2 (238 и 404 г/м²). Показатель ЧПП соответственно почвам составлял 514 и 416 г/м², а количество поступающего в почву с растительными остатками углерода – 180 и 146 г/м². На обеих почвах показатель МД, отражающий интенсивность деструкционных процессов, мало отличался (172 и 175 г/м²). В итоге на почве А2 поступление углерода с растительными остатками не компенсировало его газообразные потери, что приводило к незамкнутости цикла углерода. Среднеголетний баланс углерода составлял –28, против +4 г/м² на почве А1. Формирование бездефицитного баланса на более плодородной агросерой почве в агроэкосистемах с пшеницей происходило за счет высокой продуктивности.

Включение пара в севооборот приводило к интенсивной потере углерода. Его дефицит на почве А1 оказался выше (–201, против –170 г/м² на почве А2), поскольку микробное дыхание не лимитировалось доступным субстратом. Вместе с тем, относительные потери углерода на этой почве в пару были вдвое ниже (3.3%, против 5.7 % от Сорг.), вследствие большей сбалансированности процессов минерализация ↔ иммобилизация. В целом за ротацию севооборота баланс углерода в агроэкосистемах на более плодородной почве был менее дефицитным (–191, против –230 г/м² на почве А2).

Таким образом, формирование баланса углерода в агроэкосистемах на агросерых почвах лесостепи Прибайкалья зависело преимущественно от активности продукционных процессов. В условиях интенсивного севооборота возврат углерода в почву с растительными остатками не обеспечивал его бездефицитный баланс из-за высоких газообразных потерь в пару. Для воспроизводства гумуса в агросерых почвах, особенно при низком их плодородии, необходима система мероприятий, обеспечивающая дополнительное внесение органического вещества.

**ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ЧЕРНОЗЕМАХ И КАШТАНОВЫХ
ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ****Чимитдоржиева Э.О., Бодеева Е.А.***Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
erzhena_ch@mail.ru*

Педосфера в циклах круговорота углерода занимает особое место, так как почвенный покров является генератором и аккумулятором гумуса и педогенных карбонатов, именно здесь формируется промежуточные и долговременные запасы органического вещества (ОВ) и почвенных карбонатов. В глобальном масштабе ОВ почвы представляет собой главное звено в углеродном цикле, оно является хранилищем самых больших запасов (1395,3 Гт) углерода в наземных экосистемах. Запасы ОВ в почвах традиционно служат основным критерием оценки почвенного плодородия, однако, неорганическая компонента часто не учитывается. Тогда как в почвах карбонатного ряда присутствуют значительные запасы неорганического углерода, превышающие годовую продукцию углекислоты почвой в несколько десятков раз, что свидетельствует об огромной буферной емкости этих почв. Скорость расхода углерода на образование карбонатных пород примерно в 6 раз выше скорости отложения органического углерода. Для изученных черноземов и каштановых почв свойственны укороченность гумусового профиля, малогумусность, легкий гранулометрический состав. Для верхних горизонтов характерна реакция среды, близкая к нейтральной (рН = 6,7–6,9), а в средней и нижней частях профиля слабощелочная/щелочная реакция почвенного раствора. По своему вкладу в глобальный сток и накопление углерода травяные экосистемы не только сопоставимы, но и превосходят лесные. Главными составляющими почвенного $C_{\text{орг}}$ являются углерод гумуса ($C_{\text{гум}}$), чистой первичной продукции ($C_{\text{ров}}$) и микробной биомассы ($C_{\text{мб}}$). Запасы гумуса в слое 0–20 см низкие: в черноземах – 14 и в каштановых почвах – 5,1 кг/м², т. е. запасы чистого углерода гумуса составляют – 8,1 и 3,0 кг С/м². Количество С-биомассы в среднем составляет 0,13 и 0,07; $C_{\text{ров}}$ 0,60 и 0,61; общий запас углерода в почвах в 0–20 см слое 8,8 и 3,6 кг С/м² соответственно. Вклад $C_{\text{гум}}$, $C_{\text{ров}}$ и $C_{\text{мб}}$ в формирование почвенного органического вещества черноземов составляет соответственно 87 %, 11 и 2 %, постагрогенных черноземов – 86 %, 12 и 2 %; агрогенных черноземах – 93 %, 3 и 2 %. Эти показатели для каштановых почв равны

соответственно 72–83 % $C_{гум}$, $C_{ров}$ до 25 % и $C_{мб}$ – 2 %. Запасы углерода карбонатов в черноземах колеблется от 4,2 до 5,6; в каштановых почвах от 9,6 до 10,3 кг C/m^2 . По сравнению с Европейскими аналогами запасы углерода ($C_{общ}$) в исследуемых почвах низки, максимальные запасы $C_{общ}$ среди них наблюдаются в черноземах и составляют 23,5–28,7 кг $C/га$. На каштановых почвах данный показатель равен 15,0–17,6 кг $C/га$, где внутри систем наблюдается заметное превышение карбонатов ($C_{карб}=9,6–10,3$ кг C/m^2 , а $C_{орг}=5,4–7,3$). В каштановых почвах углерод в большей степени аккумулируется в форме карбонатов (61–67 %), а в черноземах доминирует органическая составляющая (52–78 %). Таким образом, запасы педогенного углерода внутри систем имеют разные соотношения органических и неорганических форм, т. е. запасы $C_{карб}$ увеличиваются и запасы $C_{гум}$ уменьшаются с усилением аридизации почв. На основе расчета количества углерода, запасенного в карбонатах черноземов и каштановых почв, можно считать, что карбонаты в исследуемых почвах являются важным пулом в глобальном геохимическом цикле углерода, которые необходимо учитывать при исследовании его эмиссионного потока.

Симпозиум 3

БИОКОСНАЯ СИСТЕМА ПОЧВЫ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Руководители: чл.-корр. РАН И.Ю.Чернов, д.б.н. С.Н.Чуков,
д.с.-х.н. Н.П.Чижикова

УДК 631.95:581.1:631.589:631.52

ТОНКОСЛОЙНЫЙ АНАЛОГ ПОЧВЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕЛЕЙ И КАК КОРНЕОБИТАЕМАЯ СРЕДА В БИОТЕХНОЛОГИЯХ БУДУЩЕГО

**Аникина Л.М., Панова Г.Г., Желтов Ю.И., Судаков В.Л., Удалова О.Р.,
Шибанов Д.В., Степанова О.А.**

*Государственное научно-исследовательское учреждение Агрофизический
институт, Санкт-Петербург, lanikina@yandex.ru*

Проведенные в условиях регулируемой агроэкоцитемы исследования закономерностей трансформации первично абиогенных минеральных корнеобитаемых сред в биокосные почвоподобные тела под действием корневых систем растений с сопутствующей биотой позволили академику РАСХН Ермакову Е.И. с сотрудниками разработать комплекс систем выращивания растений на основе тонкослойных или малообъемных аналогов почв под общим названием панопоника.

При создании тонкослойных аналогов почв мы использовали косные (кембрийская, бентанитовая глины др.) и биокосные (сапрпель, торф и др.) компоненты в сочетании, обеспечивающем оптимизацию биологических процессов и состава микробного сообщества в направлении снижения доли потенциально фитопатогенных и увеличения численности агрономически полезных микроорганизмов, что в совокупности с благоприятными водно-воздушными и другими свойствами определяет комфортные условия для роста и развития растений и их высокую продуктивность. Так, на примере зерновых и овощных культур показано, что при выращивании их на разработанных тонкослойных аналогах почв продуктивность существенно возрастает (в 2 и более раз). Разработанные тонкослойные аналоги почвы могут быть использованы в вегетационном оборудовании

для нетравмирующего исследования корневых систем в течение онтогенеза растений и их взаимодействия со средой обитания. Таким образом, использование тонкослойных аналогов почв является перспективным приемом моделирования взаимодействия компонентов в системе корне-обитаемая среда – растение и основой для развития экобиотехнологий нового поколения.

УДК 631.417:552

ХАРАКТЕР СВЯЗЫВАНИЯ ПРИРОДНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В УСТОЙЧИВУЮ К ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ФОРМУ ГЛИНИСТЫМИ МИНЕРАЛАМИ С ЛАБИЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Гиниятуллин К.Г.¹, Шинкарев А.А.¹, Кринари Г.А.¹, Шинкарев (мл.) А.А.²

¹К(П)ФУ, Казань

²ЦНИИГеолнеруд, Казань, ginijatullin@mail.ru

Комплексом современных методов, включающих комбинацию термического анализа и ИК-Фурье спектроскопии, хромато-масс-спектрометрию, элементный органический анализ, рентгенографический фазовый анализ, атомно-эмиссионную спектроскопию с возбуждением в индуктивно-связанной плазме и определение гранулометрического состава методом лазерной дифракции, проведены исследования количественных и качественных характеристик жестко связанного органического вещества фракции ила (менее 0,0025 мм) и их связи с минеральным составом и реальной структурой глинистых агрегатов в профилях лесостепных почв. Исследовались целинные лесостепные почвы (темно-серая лесная и выщелоченный чернозем) с установленной по соотношению индексных элементов Ti, Zr, Y литологической однородностью. Обнаружено, что содержание органического вещества устойчивого к исчерпывающей обработке 30 % H₂O₂ во фракции ила закономерно и достоверно снижается от верхней части профиля (около 1 %) к почвообразующей породе (до 0,3 %). Фурье-ИК спектры выделяющихся летучих продуктов термической деструкции показали наличие в составе жестко связанного органического вещества широкого спектра связей, функциональных групп и структурных фрагментов, причем от почвообразующих пород к верхней части профиля усложняется состав, структура и растет гетерогенность органических компонентов.

По дифракционным спектрам от воздушно-сухих препаратов фракции ила от основания к верхней части профилей меняется соотношение между интенсивностями рефлексов смектита и иллита. Для препаратов насыщенных этиленгликолем изменения четко проявляются в высоком малоугловом фоне и слабом разрешении рефлекса смектит-этиленгликоль. При этом интенсивность 10 Å рефлекса во всех образцах практически не изменилась. Однотипное распределение минеральных частиц по размерам во фракции <0,01 мм в профилях почв не позволяет связать диффузную форму базальных отражений от ориентированных препаратов в малоугловой области с очень малым размером частиц. Определение содержания смектитов также проведено независимыми методами. Использовали адсорбционно-люминесцентный анализ, основанный на определении обменной емкости препаратов фракции ила, характеризующей площадь поверхности силикатных 2:1 слоев типа смектита, способных создавать донорно-акцепторную связь с родамином. Величина обменной емкости фракции ила по профилю осталась постоянной. Термогравиметрический метод определения концентрации лабильных межслоевых промежутков, позволяющий проводить аппроксимацию содержания смектитов по изменению потери массы между 100 и 450 °С образцов насыщенных этиленгликолем и предварительно переведенных в Mg²⁺-форму (Nieto et al., 2008), также показывает отсутствие какой-либо количественной дифференциации смектитов по профилю.

Результаты экспериментов согласуются с концепцией формирования органо-минеральных композиций, в которых органическое вещество может быть связано не только на поверхности глинистых частиц, но и интеркалировано в лабильном межслоевом пространстве в устойчивой к окислению форме, что свою очередь приводит к уменьшению их вклада в рентгеновскую дифракцию. Можно предположить, что формирование органо-смектитовых комплексов с неупорядоченной по оси с* гибридной структурой является обычным и универсальным механизмом трансформации глин при взаимодействии с природными органическими веществами в почвах и осадочных отложениях. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-04-00522).

ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО СОСТАВА ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ И БИОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ТЕХНОГЕНО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ

Гришко В.Н., Сыщикова О.В., Корнийчук А.А.

Криворожский ботанический сад НАН Украины, Кривой Рог

Характерной чертой деятельности предприятий горно-металлургического комплекса является загрязнение окружающей среды различными соединениями тяжелых металлов и, как результат, образование искусственных биогеохимических провинций с формированием биоценозов со специфическими свойствами составляющих компонентов. Все это приводит к необходимости изучения сукцессионных перестроек микробиоценоза техногенных почв, в частности численности фосфатмобилизирующих микроорганизмов, которые способны улучшать фосфорное питание растений, используемых в биологической рекультивации нарушенных почв. Объектом исследований были фосфатмобилизирующие бактерии эдафотопов отвалов Первомайского карьера по добыче железной руды ОАО “Северный горно-обогатительный комбинат” (г. Кривой Рог) и чернозем обыкновенный (пгт Петрово, Кировоградской области). Образцы почв отбирали весной с глубины 0–10 см, 10–20 см и 20–30 см. Определение численности микроорганизмов осуществляли общепринятым методом посева почвенной суспензии на твердую питательную среду Менкиной для учета фосфатмобилизирующих бактерий.

Анализ данных, полученных при изучении численности фосфатмобилизирующих бактерий в эдафотопе отвала под насаждениями робинии псевдоакации в слое 0–10 см, свидетельствует об уменьшении в 6,8 раза количества бактерий, которые трансформируют труднорастворимые органические фосфаты и в 26 раз бактерий, которые растворяют минеральные фосфаты. В более глубоких слоях эдафотопа показана аналогичная тенденция уменьшения численности фосфатмобилизирующих микроорганизмов. При исследовании количества бактерий, которые растворяют труднодоступные органические фосфаты в субстрате отвала под насаждениями сосны крымской, установлено уменьшение их количества на 95 %, а бактерий, которые трансформируют минеральные фосфаты в 62 раза в поверхностных слоях субстрата по

сравнению с аналогичными слоями чернозема обыкновенного. В более глубоком слое (20–30 см) отвала под насаждениями сосны крымской численность фосфатмобилизирующих бактерий, которые выделены на питательной среде с нуклеиновой кислотой, уменьшается в 17,3 раза, а на среде с фосфатом кальция в 36 раз по сравнению с черноземом обыкновенным. Аналогичная тенденция уменьшения численности фосфатмобилизирующих бактерий установлена и в эдафотопе отвала под разнотравной растительностью. Так, подсчет численности бактерий, которые трансформируют труднорастворимые органические фосфаты, показал уменьшение их количества в 18 раз в слое 0–10 см, в 20 раз в слое 10–20 см и в 38 раз в слое 20–30 см. Таким образом, полученные данные дают возможность утверждать, что в эдафотопях железо-рудных отвалов установлено статистически достоверное уменьшение в 7–38 раз количества фосфатмобилизирующих бактерий по сравнению с черноземом обыкновенным.

Исследование интенсивности биохимических процессов в почве, загрязненной фторидами и соединениями тяжелых металлов, по изменению активности амидогидролаз (аспарагиназы, глутаминазы, уреазы и аргиназы), а также дезаминаз (амидазы) в черноземах, показало, что токсиканты по-разному воздействуют на эффективность функционирования ферментов, принимающих участие в метаболизме азотсодержащих органических соединений в почве. Даже при незначительном уровне накопления фтора наблюдается ингибирование процессов дезаминирования амидов монокарбоновых кислот, гидролитического расщепления орнитина и глутамина. Наряду с этим на начальных этапах воздействия тяжелых металлов отмечена активация процессов расщепления мочевины и аспарагина. С увеличением количества и времени действия фторидов и тяжелых металлов происходит более значимое угнетение процесса биохимической трансформации мочевины, чем аспарагина. Проведенное изучение кинетики процесса ферментативного гидролиза мочевины в почвах при различном уровне воздействия фтористоводородной кислоты позволило установить существенные изменения как начальной, так и максимальной скоростей ферментативной реакции.

БИОГЕННАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АЛЮМИНИЙ-СОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ И ПРОЦЕССЫ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ОТХОДАХ АПАТИТОНЕФЕЛИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Фокина Н.В.

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты,
galina@inep.ksc.ru*

Исследованы численность, биомасса и биологическое разнообразие бактерий и микроскопических грибов в нефелинсодержащих промышленных отходах производственного объединения «Апатит». Выделены доминирующие виды бактерий и грибов, проведена идентификация бактерий методом сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК.

На примере нефелина и кианита исследованы процессы деструкции алюминий-содержащих минералов выделенными бактериями и микроскопическими грибами. Установлено, что биогенная деструкция нефелина и кианита, показателем которой являлось содержание в растворе Al и Si и изменение инфракрасных спектров исследуемых минералов, определяется кислотно-щелочным режимом среды и физиолого-биохимическими особенностями живых микроорганизмов. В кислой среде количество SiO₂ и Al₂O₃ в десятки раз выше, чем в щелочной. Активными кислотообразователями и деструкторами алюмосиликатов являются *Aspergillus niger* и *Pseudomonas plecoglossicida*. В опыте с деструкцией нефелина грибами количество Al₂O₃ в кислой среде было в десятки раз выше, чем в щелочной: 766 мг/л и 10.9 мг/л соответственно; в контрольном варианте без гриба количество Al₂O₃ было менее 1 мг/л. В опыте с кианитом содержание Al₂O₃ увеличилось в среде с бактериями за 12 сут в 16 раз, содержание SiO₂ – в 7 раз по сравнению с контрольным вариантом без бактерий. Инфракрасные спектры кианита, подверженного в течение 12 сут воздействию бактерий *Pseudomonas plecoglossicida*, свидетельствуют об общей аморфизации кристаллической структуры кианита в кислой среде. В щелочной среде значимых изменений ИК-спектра не выявлено.

В результате биогенного выщелачивания происходят потери ценных элементов при хранении отходов в хвостохранилищах и потенциальное загрязнение ими окружающей среды.

Биогенное выщелачивание Al и Si также значимо в процессах первичного почвообразования на такой материнской породе как нефелиновые пески. Проявление почвообразовательного процесса на нефелиновых песках можно охарактеризовать следующими основными признаками: формирование маломощной подстилки с содержанием органического углерода на уровне 8–12 % и отчетливое изменение реакции среды верхнего слоя нефелиновых песков. Исходные пески имеют щелочную реакцию ($pH_{\text{водн}}$ 8.0–8.3), в результате рекультивации реакция среды становится нейтральной или слабокислой. Биокатализаторами процессов первичного почвообразования и одним из главных факторов, определяющих специфику этого процесса, являются микроорганизмы. Прокариотный комплекс новообразованных почв, сформировавшихся на нефелиновых песках, существенно отличается от прокариотного комплекса зональных почв на моренных отложениях. В нем доминируют грамположительные бактерии, в основном актинобактерии, тогда как в зональных почвах преобладают грамотрицательные бактерии, что свидетельствует о различиях в видовом составе бактериальных сообществ. Актинобактерии характеризуются неспецифичностью к источникам питания и способны существовать в олиготрофных средах продолжительное время. Они могут развиваться при очень низкой влажности субстрата и обладают высокими адаптационными способностями, в частности к интенсивной инсоляции в течение полярного дня. В рекультивированных песках бактериальная биомасса возросла в среднем в 14 раз по сравнению с песками, не покрытыми растительностью, и изменялась под различными растительными группировками в пределах 0.11–0.29 мг/г.

В рекультивированных нефелиновых песках численность грибных КОЕ возрастает в тысячи раз, а длина мицелия – до 50 раз по сравнению с «чистыми» песками. Отмечено низкое видовое разнообразие микромицетов в свеженамытых нефелиновых песках и отсутствие доминантных видов в структуре их комплексов, что характерно для экосистем, находящихся в неустойчивом состоянии.

Эволюция микробного сообщества нефелиновых песков по мере их рекультивации и развития растительности идет по пути сближения с микробными сообществами зональных почв.

УДК:56.074.6

ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ РОЛИ ПРЕДПОЧВЕННЫХ ГЕЛЕМИЦЕЛЛЯРНЫХ ОБОЛОЧЕК КАК МАТРИЦ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР

Зайцев В.Н.

Институт биологического приборостроения РАН, Пущино, tobil@rambler.ru

Совершенствование организмов, сформировавших палеобиосферы, является этапом закономерностей, связанных с последовательным повышением качества преобразуемой энергии (тепловой, химической, световой) геосферными оболочками, геоморфологическими, почвенными структурами. Выявлена последовательность совершенствования структурной и энерго-функциональной организации жизненных форм в эволюции. Она свидетельствует о наличии двух биосфер в прошлом: хемосферы и современной биосферы. Вместе с тем, подтверждается и присутствие термотрофов как организмов – продуцентов, использующих тепловую энергию для жизнедеятельности вблизи от тепловых источников (мангитные гидротермалы, вулканы, гейзеры). Это дает основание для палеорекострукции механизмов преобразования энергии, когда первым источником для аналогов организмов – продуцентов была тепловая энергия, а структурными предтечами – гелеподобные аналоги, формировавшиеся в гелемицеллярных средах, оводненных морфотуфогенных коацерватах как матричных аналогах клеток. Их существование обеспечивалось механизмами динамического донорно-акцепторного сопряжения по обмену веществом, энергией между аналогами клеточных оболочек и средой. Показательно, что существующие теории происхождения жизни ориентированы, на механизмы абиогенного синтеза молекул – предшественников биоорганических соединений и не предлагают механизмов участия систем генерирования энергии, инициирующих обмен веществ индивидуального организма, а также обеспеченность механизмами сопряжения массо-, энергообмена между аналогами клеток, средой, в пределах палеоэкосистемы. Между тем, именно поток энергии и вещества остается главным фактором упорядоченности и кинетической стабильности живого. Периодические изменения гидро-термических перепадов, электро-зарядовых неоднородностей могли быть инициирующим фактором, обусловившим принудительный механический взаимообмен, а впоследствии, и формирование предклеточных структурных механизмов протоэлектрогенеза. Вероятно, биокосные взаимодействия предклеточных аналогов осуществлялись благодаря энергетической неоднородно-

сти (градиентов) электро-зарядовых и анионно-катионных взаимобмен через гелемицеллярную мембрану. Формирование термотрофных организмов, обеспечило более эффективный биокосный взаимобмен для образования депо предпочвенных структур. Так сформировались термобiosфера, а затем появились хемотрофы, фототрофы и современная биосфера (термотрофы, хемотрофы, фототрофы, переходные формы организмов, гетеротрофы). Косвенным подтверждением, что механизм энергетической эволюции – основной в схеме появления форм жизни являются количественные энергетические особенности, которые были рассчитаны для сформировавшейся современной биосферы (по значению энергии атомизации E_m , кДж/г), отдельных геосфер: ядро имеет величину 12, мантия – 22, земная кора – 29, кора выветривания – 35. Биосфера же имеет наиболее высокий энергетический параметр 64, что свидетельствует о том, что новая геосфера по сравнению с прочими земными оболочками обладает наиболее высокой энергоплотностью в ряду энергетических характеристик. Это позволяет квалифицировать ее «формирование» в виде механизма преобразования энергии, которым завершается появление энергетического максимума по энергетической подпитке геосферных оболочек в геологической истории Земли. В соответствии с этими данными, биосферное органическое вещество на ранней стадии образования протополимеров по своим энергетическим характеристикам оказывается выше, чем косная литосферная неорганика земной коры. Вышеизложенное позволяет предполагать что, формирование, совершенствование организмов находится в согласии с закономерностями эволюции механизмов преобразования энергии (тепловое, химическое, световое), и их можно расположить в последовательном ряду увеличения качества преобразуемой энергии: термотрофы (термосфера), хемотрофы (хемосфера), фототрофы (современная биосфера). Очевидно, что протобионты, клеточные организмы палеобиосфер в контактном взаимодействии с гелеминеральными матрицами акцептировали энергию (электрон) и получали энергетическую подпитку от донора. Донорно-акцепторные механизмы взаимодействия в пред-, биокосных системах являлись биореакторами, обеспечивающими формирование, развитие жизни на предпочвенных, почвенных (биокосно-матричных) подложках. В свою очередь, энергетические градиенты, биокосные депо обуславливали преобразование уже минеральных подложек (деструкция минерала), что обеспечивало основу для совершенствования предклеточных структур, микроорганизмов с расширением функций энерго-, массообмена палеоэкосистем с биокосной средой.

УДК 631.46

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ КОНКРЕЦИЙ

Кадулин М.С., Лысак Л.В., Иванов А.В., Конова И.А., Лапыгина Е.В..

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, lvlysak@mail.ru

Железо-марганцевые новообразования (конкреции) широко распространены в гидроморфных почвах лесной зоны России. Значительная роль микроорганизмов в образовании почвенных конкреций является общепризнанной. Однако, несмотря на имеющиеся в литературе сведения, участие микроорганизмов в процессах образования почвенных конкреций изучены явно недостаточно; необходимо их изучение с применением современных микробиологических и молекулярно-биологических методов

В нашей работе получена **характеристика бактериального населения** конкреций дерново-подзолистой, дерново-луговой и аллювиально-луговой почв **с использованием современных** микробиологических и молекулярно-биологических методов.

При помощи прямого микроскопического метода (окраска флуоресцентным красителем Live/Dead L7012) показано, что численность бактерий в образцах конкреций была сравнима или несколько превышала численность бактерий во вмещающем горизонте и составляла 1–2 млрд клеток в 1 г почвы. Показатели численности бактерий в образцах магнитных конкреций была несколько выше, чем в немагнитных конкрециях и составляла более 2 млрд клеток в 1 г почвы. При этом доля бактерий с ненарушенной клеточной мембраной в конкрециях была выше, чем их доля во вмещающем горизонте (80 % и 60 % соответственно).

Впервые в нашей работе было показано, что в конкрециях значительная часть бактерий представлена наноформами бактерий. При этом доля клеток наноформ бактерий с ненарушенной мембраной в конкрециях была выше, чем во вмещающем горизонте (98 %).

При помощи метода FISH (fluorescence “in situ” hybridization) показано, что в конкрециях при одном и том же перечне таксонов, что и во вмещающем горизонте, в качестве доминант выступали иные таксономические группы, чем во вмещающем горизонте. В разных типах почв доминанты были различны: филум *Alphaproteobacteria* (дерново-подзолистая), филумы *Deltaproteobacteria* и *Planctomyces* (дерново-луговая), *Alphaproteobacteria* (аллювиально-луговая). В магнитных конкрециях доминировал филум *Acidobacteria*. Обнаружение одни и те же филогенети-

ческих групп как среди наноформ бактерий, так и среди бактерий более крупного размера подтверждает предположения, что в условиях лимитированного роста может происходить измельчением клеток бактерий.

Анализ бактериального сообщества, проведенный методом хромато-масс-спектрометрического анализа, подтвердил результаты, полученные методом FISH (дерново-луговая почва). Магнитные и немагнитные конкреции мало различались по родовому спектру бактерий от вмещающего горизонта. Были выявлены представители филумов *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, и *Proteobacteria*. Среди них были обнаружены представители *Alphaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria* и *Firmicutes*, известные как активные трансформаторы железа.

Высокая численность бактерий в исследованных конкрециях, зачастую выше, чем во вмещающем горизонте, значительная доля клеток с ненарушенной мембраной, а также значительное таксономическое разнообразие позволяют сделать вывод об активном участии бактерий в процессах, протекающих в этом почвенном локусе. Высокая доля наноформ бактерий в конкрециях, а также их физиологическое состояние предполагают значимую роль наноформ бактерий в почвенных конкрециях. Полученные нами результаты позволяют утверждать, что железо-марганцевые конкреции являются специфическим почвенным локусом и требуют дальнейшего пристального внимания почвенных микробиологов.

РАЗЛОЖЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЛИГНИНА В МИНЕРАЛЬНОМ СУБСТРАТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООТНОШЕНИЯ C/N

Квиткина А.К.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пущино, Московской обл., aqvia@mail.ru*

Доступные соединения азота в почве определяют не только закрепление углерода в биомассе растений, но и процессы разложения этой биомассы. Соотношение углерода к азоту (C/N) может обуславливать как скорость, так и характер процесса разложения, смещая его в сторону минерализации или гумификации. Однако, в настоящее время существует проблема оценки влияния азота на процессы разложения органического вещества почв (ПОВ).

Согласно литературным данным, оценки влияния азота на процессы разложения даются прямо противоположные. Одни исследования подтверждают усиление минерализации ПОВ при увеличении концентрации

азота и, соответственно, при снижении C/N. По другим оценкам внесение азота и снижение C/N приводит к подавлению минерализации и усилению гумификации органического вещества. Механизмы подавления минерализации могут быть биологическими (ингибирование ферментов) или химическими (комплексообразование). Также есть экспериментальные данные, показывающие отсутствие влияния концентрации доступного азота на скорости разложения ПОВ.

Изучение зависимости процессов минерализации и гумификации ПОВ от C/N необходимо для понимания механизмов закрепления органического вещества в почве.

Целью работы являлось изучение влияния соотношения C/N на разложение органического вещества почв. ПОВ представляет собой непрерывный ряд органических соединений разной степени устойчивости и с разным временем обновления углерода: от лабильного пула с периодом обновления в несколько часов, до стабильного пула с периодом оборота углерода в несколько тыс. лет.

Влияние C/N оценивалось в лабораторном эксперименте для органических веществ в ряду повышения устойчивости к разложению: глюкоза < целлюлоза < лигнин. Каждое из веществ смешивалось с минеральной основой (в двух вариантах: смесь песка с иллитом и чистый песок). Пробы увлажняли до 80 % ППВ, инокулировали вытяжкой из чернозёма, добавляли азот (в форме нитрата аммония) и инкубировали при 22 °С в течение полутора лет. В инкубационном опыте были изучены шесть концентраций азота: C/N = 6, 12, 25, 50, 150, 300. Скорости минерализации оценивались по эмиссии CO₂, измеренной с помощью газовой хроматографии. Содержание углерода и азота определяли на CHNS-анализаторе.

В результате эксперимента было обнаружено, что соотношение C/N влияет на скорость минерализации легкодоступных субстратов (таких как глюкоза), особенно в первые 30 дней инкубации. Зависимости скорости минерализации от C/N для труднодоступных субстратов (целлюлоза, лигнин) не наблюдалось. Прямая зависимость скорости минерализации от C/N наблюдалась в интервале C/N от 12 до 50.

По окончании инкубации в пробах определяли содержание углерода и азота. Оказалось, что для устойчивого субстрата (лигнина) соотношение C/N в ходе эксперимента практически не изменилось и осталось на уровне исходного C/N = 6, 12, 25, 50, 100, 150.

После разложения более доступных субстратов наблюдалось сильное изменение соотношения C/N. Для глюкозы и целлюлозы характерно об-

щее увеличение C/N к концу опыта. Например, при первоначальных уровнях C/N 6 и 50, к концу опыта соотношение C/N увеличилось до 25 и 170, соответственно.

Для всех трёх субстратов отмечено уменьшение крайних значений C/N с 300 до 200.

Наиболее интенсивная минерализация наблюдалась для варианта с разложением глюкозы, наименьшая – для лигнина. Потеря массы органического вещества за время эксперимента составила от 85 % до 10 % соответственно

УДК 631.41

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНАЯ МАТРИЦА ФОСФОРИТНЫХ ПОЧВ МОНГОЛИИ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Мартынова Н.А.

*ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск,
natamart-irk@yandex.ru*

Изучение специфики почвенных процессов, происходящих с участием фосфатов актуален для получения наиболее полной и целостной информации о генезисе и свойствах, потенциальной экологической устойчивости почв, развитых на фосфатно-карбонатных породах Прихубсугулья (Монголия), являющегося юго-западным окончанием Байкальской рифтовой зоны, возникшей на рубеже неогена и антропогена. Формирование фосфоритных почв обусловлено выходом на дневную поверхность в пределах тундровой, таежной и степной ландшафтных зон Прихубсугулья (Хубсугульского месторождения) фосфоритов и фосфатоносных кремнистых доломитов возрастом 840–708 млн лет.

В ходе криогидратационного выветривания фосфоритов, представленных франколитом, преимущественно накапливаются тонкопесчаные и крупнопылевые фракции. Почвы содержат большое количество валового и подвижного фосфора. Среди минеральных фосфатов наиболее активно накапливаются фосфаты алюминия и железа, что напрямую связано с количественным накоплением органического вещества, способствующего закреплению железоз- и алюмофосфатов в почвенном профиле. Темно-серая, до черного, окраска почв на фосфоритах обусловлена как высоким содержанием углерода в почвах, так примесью в породе тонкодисперсного углистого вещества (до 1 %).

РН почв – щелочная. Влияние фосфатности и карбонатности пород проявляется в содействии накоплению гумуса и созреванию ГК, затор-

маживания процессов изменения органической и минеральной фосфатно-силикатной основы в ходе почвообразования. Кремниевые кислоты с опалом и карбонатами передвигаются вниз по профилю, покрывая растительные остатки кремнисто-(халцедоново)-карбонатными пленками, предотвращающими их от дальнейшего разложения. Фосфоритные почвы характеризуются интенсивным разложением живого органического вещества и депонированием относительно больших запасов слабоподвижного гумуса типа «модер» фульватно-гуматного состава с высоким содержанием II и III фракций ГК и значительным количеством негидролизуемого остатка в аккумулятивно-элювиальных горизонтах почв. Карбонатно-фосфорно-гумусовые скоагулированные комплексы обладают прочной стабилизирующей способностью. Карбонатный компонент «затушевывает» влияние фосфатного материала пород. Достаточно высокая зоогенная и биологическая активность почв способствует трансформации фосфоритов и образованию почвенных агрегатов.

В процессе десиликации почвы обогащаются P_2O_5 . Интенсивный вынос карбонатов сопровождается снижением pH и увеличением подвижности глинисто-гумусовой плазмы, что, в свою очередь, приводит к увеличению количества подвижных гидроксидов и аморфного кремнезема. Скорость выветривания зависит от высотной поясности, типа растительности, содержания фосфатно-карбонатного компонента в породе и других факторов. В фосфоритных почвах отмечается большое содержание глауконита – водного силиката (окисно-закисной формы) калий-железо-алюминий содержащего минерала различных оттенков. Вверх по профилю ухудшается окристаллизованность слюд и снижается их содержание. Преобладающим компонентом являются диоктаэдрические иллиты. В верхних горизонтах почв идет процесс хлоритизации – относительного накопления хлоритов. В средней части профиля отмечаются признаки супердисперсности глинистого материала и плохой окристаллизованности иллитов, что, по-видимому, подтверждает гипотезу морского происхождения фосфоритов, является следствием прохождения когда-то почвообразующими породами стадий засоления натрием и последующего их рассолонцевания.

УДК 631.4

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ – ПРОДУКТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Милановский Е.Ю

*Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
milanovskiy@gmail.com*

В настоящее время концепция гумусовых кислот, как специфических продуктов трансформации органических остатков в почве, подвергается пересмотру, в направлении традиционной органической химии.

Многочисленные литературные данные убедительно свидетельствуют, что гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумин – артефакты щелочной экстракции, а их систематика представляет искусственную химическую классификацию по растворимости. Это доказано фактом, что ни одно из этих веществ не было найдено ЯМР и синхротронной спектроскопией в необработанных щелочью почвах, в то время как были идентифицированы основные компоненты живых клеток – белки, лигнин и гетерополисахариды. Характерно, что большинство идентифицированных органических соединений (50–80 %) имеет микробиологическое происхождение, что согласуется с преобладанием микробной биомассы в почве и ее более высокой устойчивости распаду.

Принятие современной парадигмы органического вещества почв (ОВП) обуславливает (а) – перенос акцента исследования на процессы функционирования ОВП, результатом которых является новый твердофазный признак или совокупность признаков, (б) – необходимость проведения физического фракционирования почвы (по крайней мере, на минеральные, органо-минеральные и органические компоненты), перед использованием экстракционных методов.

Рассматривая ОВП как систему, сформированную для достижения полезного результата в процессе своего функционирования, не важно, индивидуальные органические соединения, их дериваты или «специфические гумусовые кислоты» участвуют в процессах почвообразования, а какую «работу» выполняют компоненты системы в почвенном профиле, в чем проявляется результат их деятельности.

Независимо от типа почвообразования, обобщим и обязательным продуктом функционирования ОВП, является формирование новых, отсутствующих в исходной почвообразующей породе, поверхностей твердой фазы (органической, минеральной, органо-минеральной). Свойства поверхности, так же как и идущие в ней процессы, управляют взаимодействиями

ми, биодоступностью и пространственным распределением растворенных веществ и газов в почве и стабильностью поровой структуры.

В настоящее время активно формируется новое междисциплинарное (почвоведение, геохимия, микробиология, гидрология, экология, сельское хозяйство) фундаментальное направление исследований поверхности твердой фазы почв как пространственно локально организованной, со сложной динамичной архитектурой (органической, минеральной и покрытой амфифильным органическим веществом) биогеохимической поверхности раздела: твердая фаза – почвенная влага – воздух. При подходе к анализу, оценке и функциональным особенностям поверхности твердой фазы основная проблема состоит в обосновании методов исследования, изучения поверхности раздела твердая фаза–влага–воздух как особой эволюционирующей активной поверхности, закономерности образования и функционирования которой до сих пор не известны. Свойства и функциональная специфичность поверхности твердой фазы почв рассматривается как первичный фактор для понимания и прогнозирования ключевых функций экосистемы: биопродуктивность растений и качество воды, судьба и транспорт загрязнителей, доступность питательных веществ, формирование, устойчивость и деградация агрегатной структуры.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 11-04-01241-а)

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ГЕНЕЗИС И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Савич В.И.

РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва

Генезис и плодородие почв определяются трансформацией, миграцией и аккумуляцией вещества, энергии и информации. Большое значение имеют их потоки из внешней среды в почву и внутри почвы, которые можно регулировать степенью открытости термодинамической системы и отдельных ее компонентов. Эффект воздействия внешних и внутренних факторов на свойства почв и последовательно на протекающие процессы и режимы определяется интенсивностью воздействия, продолжительностью, мощностью, градиентом и закономерным изменением во времени и в пространстве.

При действии нескольких независимых переменных проявляется эффект эмерджентности, эффекты синергизма и антагонизма. Тренд изменения зависимой переменной характеризуется вектором и скалярной величиной. При действии нескольких независимых переменных суммарный эффект их действия является функцией отдельных эффектов и вычисляется по правилу сложения векторов. Наиболее ярко это проявляется при оценке миграции веществ с учетом гравитационного, магнитного, электрического и концентрационных полей.

Накопление вещества, энергии и информации в отдельных горизонтах почв, ярусах биогеоценозов, в компонентах разных иерархических уровней характеризуется пирамидами масс, энергии и информации. Основание пирамид характеризует устойчивость процессов, высота – эффективность. При этом для разных условий оптимально свое отношение высот и оснований пирамид (в том числе при развитии дернового процесса почвообразования – пирамиды площади и массы корней в профиле почв).

Компоненты почв характеризуются определенной емкостью к веществу, энергии и информации, скоростью их поглощения и трансформации. Устойчивость почв к воздействию внешних и внутренних факторов зависит от близости свойств почв и процессов к состоянию термодинамического равновесия, от предыстории развития, от конечного этапа эволюции (при синергетических путях развития). По полученным данным эволюция почв хорошо характеризуется степенью разомкнутости петель гистерезиса изменения свойств почв от климатических условий.

Геофизические поля Земли в значительной степени отличаются на локальном уровне в зависимости от географического положения участка, рельефа, подстилающих горных пород и наличия полезных ископаемых. Так как они действуют на почвообразующие породы и почвы в течение очень длительного промежутка времени, то необходимо учитывать эти поля как дополнительный фактор почвообразования.

Проведенными исследованиями установлена связь свойств почв с гравитационными, магнитными, электрическими полями, полями динамических напряжений, полями разломов земной коры и геопатогенными зонами. Также показано влияние антропогенных физических полей (УЗИ, СВЧ, тепловых, световых, электрических и магнитных полей) на развитие микроорганизмов и растений, процессы ионного обмена, передвижение воды и катионов в почвенном профиле. Показано, что для оценки и регулирования плодородия почв, урожая с/х культур перспективно изучение и регулирование информационно-энергетических полей, существующих в природе и создаваемых искусственно.

Поля различной природы, проходя через объект (почву, растение) частично поглощаются, частично отражаются в неизменном и трансформированном виде. Для каждого объекта характерны селективные полосы поглощения и отражения в определенных (нескольких) длинах волн.

В то же время, собственное излучение объектов и трансформированные отраженные излучения внешней среды и полей антропогенной природы, по полученным нами данным, обладают биологическим действием. При этом для снятия полезной биологически активной информации с объекта (почвы, растения, стимулятора, ингибитора) необходимо использовать разные селективные физические поля.

По полученным данным, показана возможность частичной замены стимуляторов, ингибиторов на их физические поля с модулированной на носителях информацией. Показано наличие таких полей из отдельных типов почв и горизонтов, их влияние на развитие проростков, поглощение O_2 , P^{32} , параметры фотосинтеза растений.

УДК 631.43.3

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В МЕСТАХ ВОДОРОДНОЙ ЭКСГАЛЯЦИИ

Суханова Н.И.

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

В местах выхода глубинного водорода формируются кольцевые структуры проседания (западины), хорошо дешифрируемые на космических снимках (они проявляются в виде светлых колец и кругов), приуроченных, чаще всего, к разломам земной коры. Особенно четко они видны на пахотных почвах с темной окраской гумусового горизонта (черноземы, серые). Измерения в таких местах концентрации водорода в подпочвенном воздухе методами полевой водородометрии показали, что она достигает 1,6 % по объему и более, что значительно превышает его возможное образование в почвах. Верхний дневной горизонт в таких западинах освещается от черного до серого, или светло-серого цвета.

Природа этого явления пока недостаточно изучена. Одним из возможных вариантов является гипотеза о разрушающем воздействии на органическое вещество почв потоков молекулярного водорода, поступающего из недр Земли в результате увеличивающейся в настоящее время дегазации планеты. Теоретические предпосылки таких опасений есть, поскольку известен процесс деструктивного гидрирования – то

есть реакции соединения ароматических и непредельных углеводородов и гетероциклических соединений с водородом в присутствии катализаторов – металлов переменной валентности (например, железа), их сульфидов и оксидов, сопровождающиеся расщеплением углерод-углеродных связей. Последние часто проводятся при переработке угля в жидкое топливо и фракций нефти для снижения их средней молекулярной массы. В результате гидрогенизации высокомолекулярные органические вещества превращаются в смесь низкомолекулярных соединений, насыщенных водородом.

Исследования почв западин с выходом молекулярного водорода проводились на двух объектах – в Липецкой области и в северо-западной части Волгоградской области.

Параллельно с исследованием почвенных разрезов проводилась полевая водородометрия.

По итогам морфологического описания почв западины в Липецкой области и данных измерений H_2 можно сказать, что почвы западины испытывают воздействие потока ювенильного водорода, концентрация которого в момент измерения достигала 3500 ppm, и временного избыточного увлажнения. Почвы теряют очень большое количество гумуса, в верхнем горизонте в 2,5 раза по сравнению с фоновыми почвами. Потеря гумуса прослеживается по всему почвенному профилю. А морфологическое распределение гумуса в почвенном профиле свидетельствует о его большой подвижности.

Почвы западины с выходом водорода в более засушливой Волгоградской области также теряют небольшое количество гумуса, но степень осветления гумусового горизонта значительно выше, коэффициенты отражения увеличиваются на 20 %. Оптическая плотность гуминовых кислот пирофосфатной вытяжки, в 7 раз ниже, чем в фоновых почвах. Можно предположить, что в молекулах ГК произошел разрыв сопряженных двойных связей.

Для доказательства возможности прямого воздействия водорода на гуминовые вещества был поставлен лабораторный модельный опыт, в ходе которого в течение 4 месяцев пропускали молекулярный водород через почвенную колонку. По истечении этого срока в почве колонки были измерены коэффициент отражения ρ_{750} и оптическая плотность гуминовых кислот, выделенных из почвы. Данные показали, что почва слегка осветлилась, коэффициент отражения увеличился на 2 %. Величина оптической плотности гуминовых кислот также несколько снизилась по всему диапазону длин волн.

Симпозиум 4

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Руководители: д.б.н. Е.В.Шейн, д.г.н. В.О.Таргульян, акад. РАСХН
В.П.Якушев

УДК 631.41

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ КАК ЭЛЕМЕНТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЧВЫ

Азовцева Н.А.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, azovtseva@mail.ru

Механической моделью почвы мы назовем математическую структуру, которая позволяет описать влияние заданных внешних воздействий на основные параметры почвы, и, возможно, на ее структуру. Необходимость модели почвы очевидна в хозяйственной деятельности человека. Особый интерес имеет моделирование и прогнозирование экологического состояния почв в городах. Отметим, в частности, проблему прогноза состояния почвы при использовании противогололедных препаратов (солевых антифризов) и подобных веществ. Модель могла бы упростить выбор наименее вредного вещества, подбор его оптимального состава, концентрации и предсказать последствия его влияния на почву и растения без многолетних опытов на натуре. В настоящее время существуют элементы такой модели, где установлены отдельные связи – влияние полива, удобрений и т. д. В основе модели должна быть и механическая и термодинамическая структура. Элемент почвы как деформируемого твердого тела, имеющий известную внутреннюю структуру в начальном состоянии, описывается уравнениями механики с учетом влияния температуры, внешней нагрузки и влажности, что практически традиционно, а так же влияния химических и биологических компонент, газообмена и т. д., что в механике сплошных сред является нетрадиционным, но может быть учтено путем введения внутренних параметров. В настоящем докладе показана необходимость совместного изучения напряженно-деформированного состояния почвы и ее электропроводности как показателя электролитического состояния, во взаимосвязи с влажностью, гранулометрическим и минеральным составом. Разрабатываемая модель почвы даст

возможность управлять её состоянием, оптимальным (в рамках модели) образом регулируя почвенные свойства, с помощью необходимых мероприятий. В простейшем случае рассматривается почва, свойства которой определяются параметрами $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ и функциями f_1, f_2, f_3, \dots , которые связаны известной системой уравнений, в том числе уравнения теории упругости, теплопроводности и т. д. При этом $\mu_i \leq \alpha_i \leq \nu_i$, и если неравенство нарушено, то почва теряет свои классификационные признаки и получает другое название. Объектом конкретных исследований, представленных в докладе послужили почвы города Москвы, для которых на основе предложенной системы критериев, разработанной для комплексной модельной, а на её основе, и экспериментальной оценки экологического состояния почв и их пригодности для выращивания растений в городских условиях, была дана характеристика изменений почвенного и растительного покрова отдельных территорий города Москвы, где активно используются солевые антифризы. Сопоставление отдельных критериев позволяет выявить преобладающий негативный фактор для проведения восстановительных мероприятий. Экспериментально показано, что для исследованных участков почв вдоль автомобильной магистрали существенными факторами угнетения растительности является их засоление (в 96 % случаев), повышенная щелочность (78 %), высокая плотность (57 %) и неблагоприятный водно-воздушный режим (16 %). Показано, что внесение в почву электролитов в виде солевых антифризов влияет на физические свойства почвы, интегральным показателем которых является основная гидрофизическая характеристика (ОГХ), изменяя поровое пространство, вызывает снижение водоудерживающей способности почвы и образование глыбистой структуры. Методом вискозиметрии были проведены опыты по определению механических (деформационных) свойств супесчаной дерново-подзолистой иллювиально-железистой почвы, в которых исследовалась зависимость скорости деформации от напряжения в вариантах с присутствием солевого антифриза ХКМ (CaCl_2 модифицированный) в различных концентрациях. Опыты показали, что присутствие антифриза усиливает агрегированность почвы, что подтверждает результаты, полученные автором при исследовании основных гидрофизических характеристик (ОГХ) городских почв. Показано, что механические свойства почвы зависят от её электролитического состояния и могут быть использованы в качестве экспресс метода оценки экологического состояния почв.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Архангельская Т.А., Лукьященко К.И.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, arhangelskaia@rambler.ru

Предложены педотрансферные функции (ПТФ), позволяющие моделировать зависимость температуропроводности почв различного гранулометрического состава (κ) от влажности (θ). При разработке ПТФ использованы данные, полученные для 49 почвенных образцов ненарушенного сложения. Плотность исследованных образцов варьировала от 0.9 до 1.8 г/см³, содержание органического углерода от 0.1 до 6.5 %, содержание песка от 1 до 97 %, содержание ила от 1 до 46 %. Температуропроводность почв менялась от 0.9×10^{-7} м²/с для сухого чернозема обыкновенно-среднемощного легкоглинистого до 9.7×10^{-7} м²/с для дерново-слабоподзолистой песчаной почвы при влажности 0.21 г/см³.

Наиболее высокие коэффициенты детерминации между температуропроводностью и основными свойствами почвы были получены для гранулометрических показателей. Температуропроводность сухой почвы коррелировала главным образом с содержанием физической глины (коэффициент корреляции 0.77), содержанием углерода (-0.73) и плотностью почвы (0.72); температуропроводность капиллярно-насыщенной почвы – с содержанием песка (коэффициент корреляции 0.87) и других гранулометрических фракций, а также с содержанием углерода (-0.77).

Экспериментальные кривые $\kappa(\theta)$ были параметризованы четырехпараметрической аппроксимационной функцией, хорошо описывающей форму зависимости $\kappa(\theta)$: от кривых с максимумом, характерных для песчаных почв, до S-образных кривых, характерных для суглинистых и особенно для уплотненных почв. Среднеквадратичная ошибка аппроксимации, рассчитанная по 49 экспериментальным зависимостям, составила 0.16×10^{-7} м²/с, или 4.6 %. Коэффициенты корреляции между параметрами зависимости температуропроводности от влажности и свойствами почвы достигали 0.88 для гранулометрических показателей, 0.73 для плотности, -0.71 для содержания органического углерода.

Регрессионный анализ 49 наборов параметров и 49 наборов основных почвенных свойств позволил построить ПТФ для расчета параметров кривых $\kappa(\theta)$ по данным о гранулометрическом составе, плотности и со-

держании органического вещества. Применение полученных ПТФ для расчета температуропроводности независимых почвенных объектов позволило оценить их температуропроводность с точностью до 29 %. Использование метода регрессионных деревьев дало лучшие результаты, чем работа со всем набором экспериментальных данных.

Предложенные ПТФ были использованы для расчетов температуры почв палеокриогенных почвенных комплексов Русской равнины. Полученное при моделировании латеральное распределение температуры было сходно с экспериментальным: наиболее холодными были почвы с самой низкой плотностью и самым высоким содержанием углерода, расположенные в ныне полностью захороненных палеомикропонижениях. Изначально области микропонижений были холоднее из-за положения в рельефе, но в настоящее время в условиях агрогенно-выровненного микрорельефа латеральные расхождения в температуре почв объясняются закономерной изменчивостью почвенных свойств.

УДК 631.454:633.1:51–76

УЧЕТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ

Беличенко М.В., Романенков В.А., Листова М.П.

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова Москва
mvbelichenko@gmail.com*

Повсеместное проведение краткосрочных и длительных полевых опытов с удобрениями позволило в полной степени изучить зональную изменчивость урожая сельскохозяйственных культур, достаточно подробно проанализировав влияние основных показателей плодородия, ограничивающих их урожайность при различных уровнях применения удобрений (Нормативы для определения потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях, 1985). При этом оценка влияния на урожай климатических факторов разработана значительно слабее.

На основе баз данных Географической сети опытов с удобрениями были сформированы и проанализированы выборки по озимой пшенице для Нижегородской, Владимирской и Московской областей и по ячменю для Московской области. Выборка по Нижегородской области содержала

данные по серым лесным почвам, по Владимирской и Московской – по дерново-подзолистым. Каждую выборку разделили по степени окультуренности почв, в качестве критерия которой использовано содержание подвижного фосфора в пахотном слое (Методика разработки нормативов зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от показателей плодородия почв, 1990). Выборка по озимой пшенице для Нижегородской области содержит результаты наблюдений за 16 лет, 165 строк, для Владимирской области – с 1970 по 1985 годы, 78 строк. Выборка по ячменю содержит данные ЦОС ВНИИА за 26 лет исследований, включает 340 вариантов, варьирование доз NPK: 0–240, 0–180, 0–180 кг/га.

На основе анализа выборок созданы модели урожайности для озимой пшеницы и ярового ячменя на основе полиномиальных уравнений регрессии методом последовательного включения переменных (программа Statistica 6). При создании моделей в расчёт включены агрохимические характеристики почвы, дозы удобрений N, P, K, температура и осадки вегетационного периода по месяцам, ГТК мая и июня. Учтено взаимодействие факторов – доз азотных удобрений и сумм осадков апреля и мая как отражение влияния погодных условий конкретного месяца на действие азотных удобрений.

С помощью полученных моделей рассчитаны зависимости прибавки урожая зерновых культур от доз азотных удобрений. Поскольку на продуктивность зерновых максимальное влияние оказали факторы с участием доз азота (N, N², NR₄, NR₅), исследована зависимость приращения урожайности от изменения дозы на единицу действующего вещества азотных удобрений (динамика окупаемости).

Установлена возможность прогноза окупаемости азотных удобрений на ранних этапах вегетации яровых и возобновления весенней вегетации озимых культур. Максимум окупаемости для озимой пшеницы пропорционален апрельским осадкам, которые, влияя на условия увлажнения после перезимовки, способствуют повышению прибавки урожая озимых на 0,6–1,5 кг зерна/кг азота на каждые 10 мм осадков. Для ярового ячменя прибавка составила 0,5–0,9 кг зерна/кг азота на каждые 10 мм осадков мая – в период начала интенсивного роста культуры.

Определено, что устойчивое управление прибавками урожая и окупаемостью удобрений для зерновых культур на территории Нечернозёмной зоны возможно в диапазоне доз азотных удобрений 60–90 кг/га, при этом варьирование, связанное с изменением окультуренности почвы, сопоставимо с влиянием погодных условий. В годы с благоприятными климатическими условиями оптимальная доза удобрений возрастает до 120–180 кг/га.

Ежегодная корректировка вносимых доз требует обязательного учёта степени окультуренности как дерново-подзолистых, так и серых лесных почв.

Таким образом, показана возможность расчета продуктивности зерновых культур для различных уровней интенсивности сельскохозяйственного производства с учетом плодородия почвы, изменения погодных условий, эффективности и окупаемости удобрений.

УДК 631.425.6

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Болотов А.Г., Макарычев С.В., Гефке И.В.

*Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,
agbolotov@gmail.com*

При создании математических моделей температурного режима в почве необходимо экспериментально определить коэффициент температуропроводности в зависимости от влажности, т. е. так называемую основную теплофизическую характеристику, краевые и начальные условия. Алтайский край – регион с разнообразными природными условиями, где на ограниченной горными системами территории, встречаются практически все природные зоны. Средние колебания суммы осадков и относительно гидротермического коэффициента по зонам края достигают 250–300 %. В связи с этим нами была исследована чувствительность модели температурного режима пахотного горизонта зональных почв Алтайского края, при изменении температуропроводности, верхнего граничного и начального условий в естественной среде.

Для выявления границ изменения температуропроводности почв были статистически обработаны экспериментальные данные, полученные С.В. Макарычевым, а также данные сотрудников кафедры физики Алтайского ГАУ для всех природных зон Алтая. Они были использованы в одномерной математической модели температурного режима, основанной на уравнении теплопроводности с известным начальным и граничным условием 1-го рода на поверхности. Краевое условие на нижней границе задано в виде нулевого градиента температуры. Уравнение теплопроводности решено методом конечных разностей по явной схеме. Расчетный период составлял одни сутки. Интервал времени между отсчетами температуры изменялся от 15 минут до 3 часов.

Определены критические значения входных параметров устойчивости расчетной схемы.

Установлены границы варьирования коэффициента температуропроводности зональных почв, в диапазоне влажностей от абсолютно сухого до полного водонасыщения, а также для наиболее вероятных значений влажности в течение вегетационного периода. Определены интервалы изменения температуры поверхности почвы, на основе многолетних наблюдений сети метеостанций.

В результате численного эксперимента выявлено, что температура пахотного горизонта наиболее чувствительна к верхнему краевому условию, в отличие от изменений температуропроводности и начального условия.

УДК 631.48

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ГУМУСОНАКОПЛЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ИЗУЧЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Валдайских В.В., Махонина Г.И.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, v_vald@mail.ru

Для изучения регенерационной способности почв за длительные промежутки времени представляется перспективным использовать почвы археологических памятников, которые могут служить моделями формирования новообразованных почв на обнаженных почвообразующих породах для выявления особенностей и скорости процессов почвообразования. Изучение таких объектов имеет важную теоретическую и практическую значимость в почвенно-экологических исследованиях, позволяя в долгосрочном прогнозе оценить последствия различных форм деградации почв как природного, так и техногенного характера, значительно усилившихся в последние десятилетия.

Основной сложностью выполнения подобных работ является отсутствие датированных разновременных поверхностей с одинаковыми условиями почвообразования, поэтому приходится использовать объекты разного возраста с относительно сходными прочими условиями почвообразования: при одном типе климата, на одних элементах рельефа, на схожих почвообразующих породах и под однотипными растительными сообществами.

Для оценки скорости восстановления гумусного состояния почв на обнаженных почвообразующих породах нами изучались гетерохронные новообразованные почвы возрастом 50, 2500, 4000 лет и фоновые поч-

вы голоценового возраста в южной лесостепи Зауралья (Челябинская, Курганская обл.). В качестве новообразованных почв были использованы почвы, сформированные на обнаженных почвообразующих породах. Фоновыми почвами во всех случаях были черноземы средневщелоченные средне- и маломощные среднегумусные легкосуглинистые и супесчаные на рыхлых породах.

Детальное изучение (морфологические характеристики, агрохимические свойства, качественный состав гумуса, оптические плотности гуминовых кислот) погребенных почв под искусственными наносами почвообразующих пород соответствующего возраста показало, что на указанных объектах были сформированы аналогичные современной почве (по крайней мере на уровне подтипа), что говорит о сходных климатических условиях в период начала почвообразования.

Проведенные исследования новообразованных почв показали, что содержание органического углерода в минеральном гумусовом горизонте молодых 50-летних почв уже приближается к таковому в фоне (3,97 % против 4,83–5,28 %), но его мощность оказывается значительно меньшей (5 см против 39 см в фоне). Средняя скорость гумусонакопления в древних 2500–4000 летних почвах составила 1,13–1,10 % углерода за тысячелетие в гор.А.

В ряду 50–2500–4000 лет средняя скорость увеличения мощности гумусовых горизонтов составила 1,8–0,116–0,075 мм/год; запасы гумуса в слое 0–50 см составили соответственно 24,3–59,1–72,3 % от показателей фоновых голоценовых почв, при этом средняя скорость накопления гумуса снижалась с 2,36 до 0,079 т/га в год (все данные представлены для целинных почв). Горизонт гумусовых затеков в 50-летних почвах отсутствует, в 2500–4000-летних почвах мощность затеков достигает 69–83 % от фона.

Таким образом, проведенные исследования новообразованных почв подтверждают, что скорости изучаемых почвообразовательных процессов максимальны в первые десятки лет, значительно замедляясь позднее. На основе сравнения новообразованных почв разного возраста можно заключить, что к четырем тысячам лет с начала почвообразования на обнаженных поверхностях скорости процессов гумусонакопления практически стабилизируются и не достигают уровня фоновых почв. Произведя расчеты на основе полученных нами данных по скорости формирования гумусовых горизонтов и скорости гумусонакопления, можно предположить, что для формирования зрелого полноразвитого профиля, аналогичного фоновому чернозему выщелоченному, требуется около 5500–5600 лет.

УДК 631.4

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СОВРЕМЕННОМ ПОЧВОВЕДЕНИИ

Герке К.М.^{1,2}, Скворцова Е.Б.²

¹*Институт динамики геосфер РАН, Москва, cheshik@yahoo.com*

²*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, eskvora@mail.ru*

Одной из основных задач почвоведения является изучение почвенных функций, связанных со структурными, гидрофизическими и транспортными свойствами почвогрунтов. Важным носителем этих функций служит поровое пространство почвы. Известно, что строение порового пространства определяет такие важные почвенные характеристики, как водо- и воздухопроницаемость, прочность, ОГХ, обуславливает условия жизнедеятельности почвенной мезофауны и микроорганизмов, протекание химических процессов, перенос почвенных растворов, питательных веществ и частиц различного происхождения. В последнее десятилетие развитие почвоведения в этих областях за рубежом определяется привлечением новой приборно-методической базы (например, рентгеновской микротомографии) и современных численных методов. Анализ зарубежных публикаций показал, что уже в 90-х годах прошлого века описательные методы были вытеснены из всех ведущих журналов, а их место заняли исследования с привлечением физико-математического аппарата различной сложности. Наиболее перспективными в настоящий момент направлениями можно считать моделирование физических свойств почвы (коэффициента фильтрации, электрических свойств, теплопроводности, ОГХ, и т. д.) по данным о почвенном микростроении; апскейлинг расчетных микросвойств, в том числе для использования в моделях тепло и массопереноса; моделирование структуры почв и определение идеальных структурных условий для сельского хозяйства.

На основе анализа современных физико-математических методов нами показано, что результаты изучения многих проблем в российском почвоведении могут быть значительно улучшены за счет этих алгоритмов. Большинство методов проиллюстрировано наглядными примерами и результатами, полученными нашим коллективом. В частности, обсуждаются следующие вопросы: 1) определение фильтрационных свойств почв численными методами (решение уравнения Навье-Стокса и его модификаций, решеточные методы Больцмана, pore-network модели) по данным о структуре, полученным с помощью рентгеновской микротомографии (СМКТ); 2) определение ОГХ, многофазной проницаемости, в том числе

для неньютоновских флюидов (почвенные загрязнители), по СМКТ; 3) определение физико-химических свойств (проницаемость, диффузия и т.п.) random walk методом по СМКТ; 4) гибридные методы микро и макро моделирования массового переноса и определение коэффициентов дисперсии в почвогрунтах; 5) моделирование стока с учетом предпочтительных проводящих путей; 6) верификация моделей течения в почвах по данным крупномасштабных заливочных экспериментов с окрашивающими трассерами; 6) численное определение коэффициентов в моделях с двумя и более пористостями; 7) анализ морфологического строения порового пространства почв и проверка представительности образцов при помощи теории локальной пористости; 8) описание, классификация и конструкция/реконструкция структуры почв с помощью статистически-морфологических методов (корреляционные функции, process-based метод и их модификации). Показано, что применение уже существующих методик, а также дальнейшая разработка подобных подходов может перевести российское почвоведение на качественно новый уровень. В заключение приводятся ближайшие перспективы физических методов в почвоведении и намечены основные направления их использования в будущем.

* – Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ проект № 10-04-00353а.

УДК 631.425.6

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ

Гефке И.В., Бондаренко С.Ю., Болотов А.Г.

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, ivgefke@mail.ru

Эффективное использование агроприемов требует научного обоснования, в том числе детального исследования теплофизического состояния генетических горизонтов почвенного профиля.

Для определения теплофизических характеристик почв – температуры, теплоемкости и теплопроводности проводят дискретные измерения температуры, объемного веса и полевой влажности почвы.

Мы ставили целью уменьшение количества опытов по экспериментальному определению температуры почв с заданной точностью построения температурных полей и определения теплофизических характеристик почв.

В работе предложена математическая модель теплопереноса для почв, позволяющая рассчитать теплофизические параметры промежуточных

точек, и провести графическое построение непрерывных термических полей во времени и пространстве с целью возможности предсказания температуры в почвенном профиле.

Для моделирования температурного поля в почвенном профиле, учитывая многообразие формирующих его факторов и то, что большинство их подчиняется вероятностному закону, были использованы, наряду с каноническими методами, метод математического планирования эксперимента и теория вероятности для нахождения наиболее вероятной температуры из рассчитанного диапазона, соответствующей данным условиям формирования. Конечная методика представляет собой симбиоз классических и вероятностных методов.

Для решения задачи условия теплопередачи были представлены с помощью электромоделирования тепловых процессов на основе аналогий. Из сравнения обобщенных зависимостей нестационарного теплового процесса с соответствующими зависимостями переходного электрического процесса можно установить, что если соблюдены условия подобия, то каждой тепловой величине соответствует аналогичная ей величина в электрической цепи, составленной из сопротивлений и емкостей и рассмотрен неустановившийся электрический процесс, проходящий во времени в электрической решетке, состоящей из активных сопротивлений и емкостей. При этом считалось, что такая электрическая решетка является элементом замещения элементарного объема слоя почвы.

Так как характер исследуемой зависимости, при используемой для измерений методике, не всегда может быть точно определен ввиду существующей дискретности и неравномерности проведения измерений, для нахождения промежуточных значений методика предусматривает выбор оптимальных значений факторов в пределах области варьирования, что позволяет получить наиболее вероятные значения определяемых параметров. Для построения промежуточных точек поля, согласно разработанной методике, температура интегрируется по полусфере окружающей точку, если она лежит на поверхности, или по сфере, если находится на глубине более дискретности вычислений. Для построения интегралов температур используются функции, описывающие три основных компонента, формирующие температуру - теплопроводности, конвекции и лучевой составляющей. Изменение некоторых факторов, от которых зависит искомая величина между двумя точками с точно определенными в результате эксперимента данными, носит случайный характер, что, в свою очередь, не позволяет точно предсказать ее величину. Поэтому, какое именно событие произойдет (увеличение или уменьшение величины) в точке ближайшей к «известной», в

случае невозможности ее определения, зависит от генератора случайных чисел, использующего сумму коэффициентов трех основных компонент, формирующих температуру. Поскольку вероятность всегда нормирована к единице, сумма этих коэффициентов не должна превышать единицы. Поэтому коэффициент варьирования соответствует диапазону 0–1. Чем больше значение того или иного коэффициента, тем больше вероятность, что произойдет соответствующее ему событие, которое приведет к увеличению или уменьшению этого параметра.

При использовании данной методики количество экспериментальных исследований температурного поля на почвенном слое с конкретными теплофизическими характеристиками для определения параметров полученной функции, намного меньше и зависит от необходимой точности результата. Данная методика «целостного» построения полей позволяет проанализировать их и найти закономерности распределения тепла в почве.

УДК 633.1:412

ПАРАДИГМА ИРРИГАЦИИ

**Калиниченко В.П.^{1,4}, Минкина Т.М.², Безуглова О.А.², Ильина Л.П.³,
Сковпень А.Н.⁴, Черненко В.В.^{1,4}, Радевич Е.В.¹, Болдырев А.А.¹**

¹*Институт плодородия почв юга России, Персиановка, kalinitch@mail.ru;*

²*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, tminkina@mail.ru;*

³*Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, ljina@ssc-ras.ru;*

⁴*Донской государственный аграрный университет, insti103@mail.ru, Персиановка*

Системный дефект гидрологического режима биосферы вообще и, в частности, действующей парадигмы ирригации, состоит во фронтальной непрерывной схеме поступления воды в почву, не соответствующей идеальной схеме решения задачи диссипации воды в дисперсной системе почвы.

Природные и антропогенные явления перехода воды из состояния сосредоточения в каплях, потоках в диссипативное состояние в почве обычно протекают так, что вместо решения задачи создания запаса воды в почве преимущественно имеет место транспорт воды сквозь дисперсную систему. Интегральное проявление процесса переноса воды в почве описывает основная гидрофизическая характеристика (ОГХ), преодолеть сущность которой во фронтальной модели подачи воды в почву невозможно.

В рамках общепринятой имитационной фронтальной континуально-изотропной гравитационной парадигмы ирригации управление диссипацией воды от момента состояния воды как потока (дождя, поливной

струи, струи подпочвенного увлажнителя и т.п.) и до момента завершения диссипации воды в дисперсной системе почвы невыполнимо. В рамках общепринятой имитационной парадигмы ирригации при всех известных способах полива отсутствует инструмент управления поведением воды внутри дисперсной системы.

В почве при стандартных системах полива происходит не столько решение задачи подачи воды к поверхности раздела «твердая фаза почвы – газообразная фаза почвы» с целью создания условий развития ризосферы, микробиологических сообществ, фауны почвы, питания растений, сколько инфильтрация или даже фильтрация воды сквозь дисперсную систему.

Системный дефект действующей парадигмы ирригации является интегральным следствием феномена ОГХ. Он состоит во фронтальной непрерывной подаче воды, совмещении фазы подачи воды в почву с фазой ее растекания внутри почвы, избыточном относительно длительном переувлажнении и флотации почвенного континуума на уровне предельной полевой влагоемкости (ППВ) (наименьшей влагоемкости (НВ)) и выше.

Современную парадигму ирригации следует строить на технических возможностях, которые обеспечивает внутрипочвенный дискретный импульсный способ полива (патенты RU № 2386243, RU № 2411718). Путем погружения в почву шприцевого элемента длиной 15–20 см и впрыска дискретной порции воды внутри почвы на глубине 5–50 см формируют первичный цилиндр увлажнения диаметром 2–4 см, на границе которого в течение 1–3 мин после впрыска устанавливается влажность разрыва капилляров (ВРК). Цилиндры располагают дискретно в пространстве поливаемого участка. Дискретность увлажнения почвы позволит преодолеть интегральное следствие ОГХ и, в свою очередь, системный дефект гидрологического режима биосферы. Быстрое достижение ВРК позволяет понизить средний термодинамический потенциал воды в орошаемой почве, обеспечить среднюю влажность почвы 50–60 % от объема пористости, преодолеть неблагоприятное влияние на ирригационные биогеосистемы явления интегрированного фронтального формирования в почве ППВ, НВ, исключить предпочтительные потоки воды, повысить среднюю концентрацию почвенного раствора. Открывается возможность сократить расход воды на ирригацию в 4–5 раз, ослабив остроту глобальной проблемы пресной воды, обеспечив готовность к эксцессу цикла засушливости климата Земли.

На основе патентов RU № 2386243, RU № 2411718 созданы инновационные технические решения в области механотроники и робототехники, обеспечивающие конфигурацию институциональных технических решений системы внутрипочвенной дискретной импульсной ирригации.

Это обеспечит создание устойчивых высокопродуктивных ирригационных систем, ландшафтов, долговременно функционирующих без неблагоприятных экологических последствий. Новая внутрпочвенная континуально-дискретная импульсная парадигма ирригации позволяет заложить основу экономной мировой водной стратегии.

УДК 631.48: 930.26

КОНСТАНТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧВ (ПСП)

Крыщенко В.С.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, kravcova_n@mail.ru

Почва рассматривается как биокосная четырехфазная полидисперсная гетерогенная саморегулирующаяся система открытого типа, которая в своем развитии стремится к состоянию устойчивого динамического равновесия. Последнее предполагает наличие в ПСП механизма обратной связи – протекание равновесных взаимно противоположных процессов агрегирования и диспергирования почвенной массы. Это открывает путь к математическому моделированию отношений между элементами системы. Первоначально было формализовано отношение масс физической глины (z) к физическому песку (γ), через коэффициент $k_1 = 100 / z = 1 + \gamma / z$ и, далее, ила (α_ϕ) к пыли (β_ϕ) в физической глине через $k_2 = z / \alpha_\phi = 1 + \beta_\phi / \alpha_\phi$. Здесь введен показатель – степень насыщенности физглины илом ($V, \%$) – $V = 100\alpha_\phi / z$.

Отношение коэффициентов ($k_1 / k_2 = K$) принимает в почвах три значения: $K > 1$; $K < 1$ и $K = 1$. Состояние равновесия при $K = 1$ характеризуется как «идеальное» динамическое равновесие ПСП. В этом случае элементы системы ($z, \gamma, \alpha_\phi, \beta_\phi$) находятся в детерминированных (dt) отношениях. Это означает, что для любого значения физической глины можно рассчитать количество в ней ила ($\alpha_{dt} = 0,01 z^2$) и пыли ($\beta_{dt} = 0,01 \gamma z$), отвечающих условию «если бы ПСП данного почвенного образца находилась в идеальном равновесии». Полученные таким образом значения ила именуется базовыми, как наиболее вероятные. Базовые значения ила играют важную роль в анализе ПСП. Они выполняют функцию эталонов сравнения. По отношению к эталонам, всякий раз, соотносятся фактические значения ила (α_ϕ) того или иного почвенного образца – $K = \alpha_\phi / \alpha_{dt}$. В том случае, если в физглине преобладает пылеватая составляющая, то

$K = \beta_{\phi} / \alpha_{dt}$. Так рассчитываются константы динамического равновесия любого почвенного образца, если известно для него значение z и α_{ϕ} .

Название «константы динамического равновесия ПСП» оправдано тем, что они рассчитываются всегда по отношению к эталонному значению ила, отвечающему условию при $K = 1$. Сопоставление гранулометрических составов почв объективизируется, так как все они приводятся к общему знаменателю. Всё это позволяет стандартизировать и унифицировать анализ ПСП. По значениям K можно идентифицировать любой почвенный образец и проводить мониторинг его динамики во времени.

Предлагаемая математическая модель проверялась экспериментально на педотрансферную функцию и ограничения ее действия. Оказалось, что значения K обладают двуединым свойством. С одной стороны, они уникальны: любой почвенный образец имеет свои значения этой величины; с другой, – значения K выступают как универсальный коэффициент пропорциональности между двумя показателями – содержанием гумуса почвы в целом (y) и концентрацией гумуса в физической глине (x):

$x = Ky$ при $K > 1$ и $x = y/K$ при $K < 1$. Такова педотрансферная функция K .

Модель имеет ограничения. Уравнение выполняется в интервале содержания физической глины от 70–75 до 25–30 %. Степень насыщенности физглины илом или пылью варьирует от 50 до 70–75 %. Константы равновесия в глинистых, тяжело- и среднесуглинистых разновидностях изменяются от 2 до 1 при $K > 1$ и от 1 до 0,5 при $K < 1$.

В легких почвах ($z = 25\%$ и менее) алгоритм вычисления констант равновесия иной: $K = k_2 = z / \alpha_{\phi}$. Здесь требуются дополнительные исследования.

УДК 631.41

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЧВ В ПРИСУТСТВИИ ХИТОЗАНА

Лазарева Е.В.¹, Парфенова А.М.¹, Габриэлян Г.А.², Азовцева Н.А.³

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, elasareva@ya.ru;

² Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина, Москва;

³ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, azovtseva@mail.ru

В современных условиях почвы подвержены значительной деградации, что выражается в нарушении их структуры и увеличении доли мелкодисперсной фракции. Актуальной задачей является поиск мероприятий, направленных на восстановление структуры почв. В качестве реагентов, спо-

способствующих улучшению структуры почвы, предлагается использовать водорастворимые производные хитозана. Хитозан – природный полисахарид, обладает эллиторными свойствами, нетоксичен. Являясь в растворенном состоянии поликатионом, он способен вступать во взаимодействие с отрицательно заряженными группами почвенных минералов, кроме того, образовывать координационные связи с катионами металлов. Целью работы явилось изучение реологического поведения модельных паст бентонитовой глины в присутствии хитозана (и его модифицированных производных) различной молекулярной массы. В качестве модельной системы использован бентонит месторождения ст. Джембел (Туркменистан), более 50 % которого составляет фракция менее 0,001 мм. Исследовались пасты с содержанием глины 14,5 %, представляющие собой тиксотропные вязкопластические системы с выраженным пределом текучести. В работе использован хитозан различных молекулярных весов (300 кД, 240кД и 83 кД), а также модифицированные (гидрофилизированные и гидрофобизованные) его производные. Модифицирование хитозана осуществлялось оксиэтиленкарбаматом в присутствии молочной кислоты, а также с помощью цетилолигоэфира моносукцината. Измерения реологических характеристик бентонитовых паст проводили на реометре «Реотест-2» по методу сдвига в зазоре между коаксиальными цилиндрами. Было показано, что введение раствора хитозана в количестве 0,6 г/кг глины практически не оказывает влияния на реологические параметры, тогда как внесение 12 г/кг значительно повышает вязкость и сдвиговую прочность системы для всех исследованных добавок. Изучение влияния молекулярной массы хитозана на реологическое поведение паст бентонита показало, что уменьшение молекулярной массы хитозана приводит к увеличению напряжения сдвига при одинаковой скорости деформации. Можно предположить, что чем меньше молекулярная масса, тем подвижнее молекулы хитозана и образующиеся комплексы с глинистыми частицами лучше упрочняют структуру глины. Показано, что исследованные модификации хитозана не оказывает значительного влияния на реологические параметры системы. Реологические характеристики были определены как непосредственно после добавления хитозана, так и через определенные временные интервалы. Выдержка паст при комнатных условиях во времени (до 60 суток) приводит к дополнительному упрочнению систем. Возможно, что кроме электростатического взаимодействия молекул хитозана с глинистыми частицами за счет аминогрупп, следует рассматривать вклад гидрофобных взаимодействий. Полученные результаты позволяют предполагать упрочнение контактов между частицами и образование между ними новых связей в присутствии хитозана.

УДК: 631.42

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА

Лисовицкая О.В., Можарова Н.В., Кулачкова С.А.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, lisovitskaya@yandex.ru, nvm47@list.ru,
kulachkova_sa@inbox.ru*

Непрерывное увеличение содержания метана в атмосфере делает актуальной задачу поиска путей его утилизации. Одной из наиболее перспективных технологий, активно используемых за рубежом, является биофильтрация метана – совокупность процессов его биологической трансформации, осуществляемой сообществом метанотрофных микроорганизмов, и абиотического поглощения минеральной матрицей субстратов. На процессах биотического и абиотического поглощения основано функционирование биофильтров – слоистых покрывающих конструкций, состоящих из природных либо синтетических органических, минеральных или органо-минеральных веществ. Особенно актуально создание биофильтров на городских территориях, где эмиссия метана достигает значимых величин в связи с его повышенной генерацией в переувлажненных либо запечатанных грунтах в условиях наличия органического вещества и недостатка кислорода. Целью данной работы является формулирование ключевых принципов создания устойчиво функционирующих биофильтров в климатических условиях города Москвы и их конструирование. Известно, что метанотрофные организмы выделяются из разнообразных природных сред, почв и седиментов. Ранее показано, что почвы над территориями подземных хранилищ газа способны депонировать, преобразовывать и регулировать потоки метана. Поэтому прототипом создания искусственных биофильтров мы выбрали именно почвы как стабильные естественные природные образования. Физическая устойчивость биофильтров обеспечивается минеральной матрицей, комплексом песка и глины. Для конструирования использовалась матрица легкосуглинистого гранулометрического состава, характерная для дерново-подзолистых почв Московского региона. Такая основа позволит своевременно отводить влагу и предотвратить ее застой, а также обеспечить хорошую воздухоемкость, что является важным в условиях промывного типа водного режима. Помимо физической основополагающей является биологическая устойчивость конструкции, которая определяется степенью благоприятности условий для метанотрофных микроорганизмов и возможностью выполнения ими своих функций. Известно, что на жизнедеятельность ме-

танотрофов влияет комплекс факторов (влажность, величина pH, доступность питательных элементов, наличие кислорода и др.), определяемых во многом типом органического субстрата. Поэтому были проведены исследования активности биологического поглощения метана двумя типами органических субстратов – низинным торфом и компостом. Было установлено, что компост характеризуется в 1.5–2 раза более высокими скоростями поглощения метана по сравнению с торфом, что мы связываем с более оптимальным соотношением C:N в данном виде субстрата. Поэтому в модельной конструкции был использован именно компост, содержание которого составило аналогичные почвам значения. Была проведена апробация созданной конструкции в естественных условиях. В течение осенне-летнего сезона регулярно вводили метан в концентрации 2,5 %, осуществляли мониторинг концентрации газа внутри конструкции, а также оценивали величину эмиссии метана в атмосферу. Было установлено, что биофильтр стабильно справлялся с утилизацией метана на протяжении исследуемого периода, что подтверждает корректность выбранных принципов конструирования.

УДК 631.05

УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ПОЛОДОРДИЯ ЧАЕПРИГОДНЫХ ПОЧВ ЛЕНКОРАНСКОЙ ОБЛАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Мамедова С.З.

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,
gs_mammadovs@yahoo.com*

Чаеводство всегда играло важную роль в сельскохозяйственном комплексе Азербайджана. Разведение чая в Азербайджане практиковалось издавна и составляло одну из важнейших и насущных отраслей хозяйства. Вопрос разведения чая в Азербайджане долго оставался дискуссионным, хотя отдельные успешные примеры культивирования чайного растения относятся еще к 80–90-м годам XIX века. Однако, началом массового внедрения в производство чайной культуры считается 1929 год, когда впервые завезенные из Западной Грузии семена чая были высеяны на участке Гиркан в Ленкорани. Роль и значение чаеводства в Азербайджане нельзя недооценивать, и необходимы дальнейшие разработки по изучению чаепригодных почв и выявлению дополнительных площадей, пригодных для возделывания чая. С этой точки зрения, наиболее актуальны-

ми задачами в этом плане являются почвенные обследования Ленкорано-Астаринской зоны с целью уточнения площадей чаепригодных земель, разработка комплекса мероприятий по повышению плодородия почв с максимальным удовлетворением требований чайного растения. В первую очередь для этого необходима разработка и составление современных, а также перспективных моделей плодородия чаепригодных почв Ленкоранской области Азербайджана. Нашей целью явилось обоснование возможности расширенного воспроизводства плодородия почв под чайные плантации в условиях Ленкоранской области и использованием моделей плодородия почв. В процессе исследования мы стремились на основе оценки агроэкономической значимости параметров горно-лесных-желтоземных, желтоземно-псевдоподзолистых, желтоземно-псевдоподзолисто-глеевых почв разработать соответствующие модели плодородия. В итоге проведенных многолетних исследований нами впервые для Ленкоранской области была разработана модель плодородия почв чайных плантаций, причем построению моделей плодородия почв предшествовало детальное изучение пищевого, водного, теплового режимов почв и процессов, происходящих в них в результате сельскохозяйственного использования. В результате исследований на территории выделяются горно-лесные-бурые, горно-лесные-желтоземные, горно-лесные-коричневые, горно-коричневые, желтоземно-подзолистые, коричневые, лугово-коричневые, серо-коричневые, луговые, лугово-болотные, болотные, солончаковые почвы. В настоящее время, горно-лесные почвы покрыты лесами, остальные в той или иной мере освоены под сельское хозяйство.

Особые условия создания моделей плодородия чаепригодных почв Ленкоранской области следующие: 1) для достижения нормальной плотности исследуемых почв необходима борьба с верховодкой – главной причиной ухудшения их водно-физических свойств; 2) лучшие показатели плотности почвы получены при траншейном способе посадки чая с созданием дренажа из песчано-галечниковой смеси мощность 30–40 см при комбинированной посадке; 3) Там, где развиваются поверхностно-оглеенные почвы, устройство даже не глубоких сбросных каналов ведет к ослаблению процесса оглеения, а следовательно, и к улучшению водно-физических свойств почвы; 4) глубокая дренажная сеть, которая должна понизить уровень грунтовых вод настолько, чтобы кайма капиллярной смоченности находилась ниже 60 см от поверхности; 5) хороший полив – 2–3 полива в течении июня–августа. Запас влаги в 0–100 см слое 4000–4500 мм; м³ /га недостаточен для чайной культуры; 6) участки чайных плантаций должны быть

точно спланированы и обеспечены при поверхностном заболачивании водоотводными канавами, а при глубинном – дренажом; 7) чайное растение – кальциефоб, поэтому необходима кислая или слабокислая реакция до глубины 80–100 см. Необходимо соблюдение этих, а также ряда других условий.

Разработанные нами модели плодородия почв чайных плантаций могут быть использованы для желтоземных почв не только Азербайджана, но и Грузии для эффективного управления почвенными процессами и режимами и получения гарантированных урожаев чайной культуры.

УДК 631.436

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПОЧВЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Маргыннов А.И.¹, Микайылов Ф.Д.², Шейн Е.В.¹

¹*МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, evgeny.shein@gmail.com;*

²*Сельскохозяйственный факультет университета «Сельчук», Конья, Турция, farizmikayilov@gmail.com*

Основными теплофизическими параметрами почв являются коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, теплоемкости, знание которых необходимо для прогноза теплового режима почв. От температуры существенно зависят скорости химических реакций, протекающих в почве и корнях, передвижение влаги в почве и в растении, газообмен в почве, растворимость минеральных солей и ряд других факторов.

Сущность метода анализа динамики температуры в зоне аэрации основана на том, что изменение температуры на дневной поверхности приводит к перераспределению температур и внутри почвы, причем на это оказывает влияние фильтрационный поток. Анализы наблюдений за температурой в зоне аэрации показывают, что в целом суточные послынные изменения температуры подчиняются синусоидальному закону. Однако при распространении температурной волны в глубинные слои участвуют и кондуктивная, и конвективная компоненты, роль и соотношение которых до сих пор подробно не исследованы.

В связи с этим, цель исследований – установление зависимостей температуры зоны аэрации от режимобразующих факторов и времени наблюдения при изменении температуры на поверхности почвы по си-

нусоидальному закону, и обоснование экспериментальных методов на основе этих решений, позволяющих определить коэффициент теплопроводности почвы.

В настоящей работе рассматривается процесс изменения температуры в зоне аэрации почвы, который происходит под влиянием градиента температуры поверхности почвы и при инфильтрации. Дифференциальное уравнение теплопереноса представим в виде:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - q^* \frac{\partial T}{\partial x} \quad (1)$$

где $\kappa = \lambda_m / c_v$ – коэффициент теплопроводности почвы; $q^* = c_f \rho_f q / c_m \rho_m$ – эффективная скорость фильтрации.

Предложено решение уравнения теплопереноса в почве с учетом синусоидальной динамики на верхней границе в условиях инфильтрации, позволяющее по нескольким значениям температуры в течение суток определить теплопроводность почвы.

Для решения основного уравнения теплопереноса были использованы следующие начальные и граничные условия:

$$\begin{aligned} T(x, 0) = T_0, \quad T(0, t) = T_0 + \sum_{j=1}^m T_j \cdot \cos(j\omega t + \varepsilon_j) = T_0 + \psi(t), \\ T(\infty, t) = T_0 \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь T_0 – среднесуточная температура деятельной поверхности почвы; T_j – амплитуды колебаний температуры деятельной поверхности почвы; m – число гармоники; $\omega = 2\pi / \tau_0$ – круговая суточная (или годовая) частота; τ_0 – период (длина) волны, выраженной в сутках или в годах; ε_j – сдвиги фазы.

Решение задачи (1)–(2) в безразмерных переменных имеет вид:

$$T(y, \tau) = T_0 + \sum_{j=1}^m \Phi_j(y, b_j) \cdot \cos[j\bar{\omega}\tau + \alpha_j(y, b_j)] \quad (3)$$

Где $y = x / L$, $\tau = \kappa t / L^2$, $\bar{\omega} = \omega L^2 / \kappa$,

$$b_j = L\sqrt{j\omega / 2\kappa} = L\sqrt{j\pi / \kappa\tau_0}, \quad \beta_j = q^* / 2\sqrt{j\omega\kappa} \quad (4)$$

$$\Phi_j(y, d_{1j}) = T_j \cdot e^{-d_{1j} \cdot y}, \quad \alpha_j(y, d_{2j}) = \varepsilon_j - d_{2j} \cdot y, \quad d_{ij} = b_j / s_{ij} \quad (i=1, 2)$$

$$s_{1j} = \left(\beta_j^2 + \sqrt{1 + \beta_j^4} \right) \left(\sqrt{\beta_j^2 + \sqrt{1 + \beta_j^4}} + \sqrt{2} \beta_j \right), s_{2j} = \sqrt{\beta_j^2 + \sqrt{1 + \beta_j^4}}$$

(5)

Указанное решение позволяет разработать методики определения важнейшего теплофизического параметра, – коэффициента температуропроводности почвы при определенной влажности. Если температура поверхности почвы в течение суток (года) может выражаться одной гармоникой, то температуропроводность можно найти из величины уменьшения суточной амплитуды температуры с глубиной или по запаздыванию фазы температурной волны на разных глубинах. Для этого необходимо знать распределение температуры в рассматриваемом почвенном слое для восьми моментов времени на расчетном интервале времени, например, за сутки. Однако, такое определение нередко дает ощутимые погрешности из-за того, что температура почвы не всегда изменяется по синусоидальному закону вследствие изменчивости метеоусловий. Введение же второй гармоники в аппроксимацию суточного хода температуры приближает ход температуры деятельной поверхности почвы к реальной картине и значительно улучшает точность и воспроизводимость расчета коэффициента температуропроводности. Приводятся экспериментальные данные по послойной суточной динамике температуры в дерново-подзолистой супесчаной почве на двучленных отложениях, полученные с помощью программируемых датчиков температуры, примеры расчетов температуропроводности и сравнение различных (метод Кондратьева, численные методы) методов определения зависимости температуропроводности от влажности почв.

УДК 631.4

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ И ПРОЦЕССОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Михеева И.В.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск mikheeva@issa.nsc.ru

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современное развитие почвоведения приводит к необходимости математического моделирования состояния почв, их свойств, взаимосвязей и процессов. Многочисленные исследования показали, что свойства почвы проявляются в виде вариабельности, а их зависимость от факторов и процессов не жестко детерминирована, а носит вероятностно-статистический характер. Почвенная вариабельность является фундаментальным природным явлением, открытой сложной системой, имеющей иерархическую организацию.

Мы применяем термин «вероятностный детерминизм» к развиваемому нами подходу к вероятностно-статистическим моделям (ВСМ) почвенных свойств и процессов. В нем логично использованы вероятностные распределения (ВР) свойств почв, отражающие два структурных уровня – внутреннего строения из элементов с разной выраженностью свойств и детерминации системы. Теоретическая идея использования ВР для оценки состояния и трансформаций почв заключается в предположении, что коллективное состояние (изменение) системы складывается из набора индивидуальных хаотических и совместимых состояний (изменений). Целостность определяется наличием специфических внешних условий, в которых элементы системы существуют.

Применение математически априорного, сугубо теоретического подхода, опираясь лишь на общепринятые физические представления, вызывает большие затруднения. В условиях априорной неопределенности более естественным является апостериорный, или статистический способ введения моделей, который основан на подборе и подгонке по экспериментальным данным как вида модели из заданного класса моделей, так и параметров, наилучшим образом по статистическим критериям соответствующих результатам статистической обработки экспериментальных данных. Такой подход дает наглядную и компактную форму описания свойств почв с учетом их вариабельности, что позволяет делать содержательную ее интерполяцию и интерпретацию.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В нашей работе на основе многолетних исследований динамики состояния почвенного покрова большей части Кулундинской степи, пред-

ложена концепция целостной оценки состояния почв и их изменений с учетом почвенной вариабельности, при этом ВР, информационная дивергенция и статистическая энтропия почвенных свойств используются, как вероятностные индикаторы.

На многочисленных фактических данных, применяя предложенный подход, показано, что ВР являются надежными интегральными показателями влияния факторов почвообразования на свойства почвы, следовательно, они подходят для сравнения прошедших, настоящих и будущих антропогенных и естественных изменений почв. Величина информационной дивергенции ВР почвенных свойств позволяет выделять наиболее уязвимые и измененные почвенные разности, а также ранжировать естественные и антропогенные воздействия соответственно степени их влияния на почвенные свойства. Кроме того она может служить мерой фактических межклассовых расстояний, что полезно для оценки качества почвенных классификаций. Статистическая энтропия, вычисляемая через ВР почвенных свойств, является более надежным показателем вариабельности почв, чем другие статистические характеристики. Результаты показали сложное поведение энтропии почвенных систем, тем не менее, критерием их устойчивости является малое изменение статистической энтропии свойств.

ПЕРСПЕКТИВЫ

1. Прикладная. ВСМ могут быть использованы для оценки почв и их изменений в ходе естественных и антропогенных процессов, а также для расчетов, связанных с проектированием, например, строительных объектов, мелиоративных систем, для оценки последствий хозяйственной деятельности и экологических рисков, с точностью, которая иными способами недостижима.
2. Научно-прикладная. ВСМ дают возможность использовать вероятностные подходы (метод Монте-Карло и др.) для имитационного компьютерного моделирования почвенных и ландшафтных процессов, а также проводить численные эксперименты для решения проблем верификации, как параметров этих моделей, так и результатов моделирования.
3. Теоретическая. ВСМ могут служить базой для построения более общей вероятностной модели почвенного покрова, как математического пространства функций ВР почвенных свойств, в котором мерой является, например, информационная дивергенция. Совмещение почвенных и вероятностно-статистических понятий помогает развивать математический «язык» почвоведения.

УДК 631.4 (504.53)

К СОЗДАНИЮ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РОССИИ

Молчанов Э.Н., Столбовой В.С.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, entol@bk.ru

Почва образует континуум или почвенный покров, который обладает пространственной неоднородностью и временной изменчивостью. Дискретность почвенного покрова обеспечивается принятием морфогенетических моделей организации почвенного покрова, которые выделяют комбинации свойств почв, позволяющие решать научные задачи, либо утилитарные цели. Очевидно, что потребности общества меняются во времени и приводят к изменению научно-практических задач и, соответственно, требований, предъявляемых к почвенной информации. Такая динамика приводит к тому, что морфогенетические модели разрабатываются на определенные отрезки времени и меняются вслед за изменением этапов социально-экономического развития.

Унифицированная географическая информационная система морфогенетических моделей пространственно-временной организации почвенного покрова России может рассматриваться как научно-техническая основа, обеспечивающая рациональное использование почвенных ресурсов страны, например, производить более точную оценку качественного состояния почвенного покрова, определять продуктивность земель, их экологическое функционирование, развитие различных деградационных почвенных процессов (водной эрозии, дефляции, дегумификации, переуплотнения, переувлажнения, заболачивания, засоления, осолонцевания и др.) и др. Также важно, чтобы принятые морфогенетические модели гарантировали выполнение подписанных Россией глобальных конвенций по изменению климата, сохранению биоразнообразия, борьбе с опустыниванием земель.

Действующие на сегодняшний день морфогенетические модели пространственно-временной организации почвенного покрова России представлены традиционными почвенными картами, таблицами свойств почв, что требует их адаптации к использованию средствами современных информационных технологий. Такая модернизация даст возможность формализовать сложную картину почвенного покрова России, в то же время, сохраняя традиционные для страны взгляды на законы генезиса и географии почв. Рассматриваемые морфогенетические модели также предусматривают связь морфогенетических данных по почвам России с соот-

ветствующей информацией, хранящейся в базах почвенных данных стран Евросоюза, Почвенной службы США и Организации Объединенных Наций по Продовольствию и Сельскому Хозяйству (UN FAO).

Для разрабатываемых нами морфогенетических моделей пространственно-временной организации почвенного покрова осуществляется сбор, систематизация, анализ, обобщение и обработка информации из атрибутивной (профильной) почвенной базы данных России, а также из фондовых и архивных (включая диссертационный архив ВАК) материалов, отечественных и иностранных литературных источников и др. Обработка информации ведется с использованием современных статистических и геоинформационных методов, факторно-генетического и сравнительно-географического анализов, экспертной оценки и опыта зарубежных стран по рассматриваемой проблеме. Получаемая информация содержит сведения о региональных особенностях мезо-, макро- и мегаструктур почвенного покрова, свойствах и вещественном составе всего многообразия почв, характере растительности, рельефа, почвообразующих пород, климатических параметрах.

Обязательным условием отбора почвенных профилей является наличие точной географической привязки или координаты местоположения почвенного разреза в контуре Почвенной карты России масштаба 1:2 500 000 и полного набора показателей морфо-аналитических характеристик почвы. Важной частью работы является уточнение генетической принадлежности почв.

УДК 631.10

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ МАЛОНАПОРНОЙ И БЕЗНАПОРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Панина С.С., Шейн Е.В.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, SoftyaPanina@gmail.com,

Evgeny.shein@gmail.com

Основные трудности в применении математических физически обоснованных моделей связаны не только и не столько с их математическим построением, сколько с получением адекватного экспериментального материала по свойствам почв. Именно поэтому в настоящее время наиболее актуальны вопросы, связанные с получением и применением экспериментального обеспечения такого рода моделей.

Целью данной работы был анализ различий при экспериментальном и расчетном (модельном) изучении процессов передвижения влаги в усло-

виях малонапорной и безнапорной инфильтрации. Задачами работы являлись: (1) экспериментальное исследование динамики влажности почвы при малонапорной и безнапорной инфильтрации и последующем испарении в полевых условиях; (2) возможности описания процесса влагопереноса с помощью физически обоснованной модели HYDRUS и (3) оценка экспериментального обеспечения для адекватного воспроизведения моделью процессов влагопереноса в почве.

Объекты и методы. Объектом исследования являлась агросерая среднесуглинистая почва на карбонатных лессовидных суглинках Владимирского ополья (г.Суздаль).

В полевых условиях изучалось движение влаги по специальной методике на почвенных монолитах (диаметр 42 см) при малонапорном (полив с поддержанием 5 см водного слоя на

поверхности) и безнапорном (полив дождеванием без образования луж) впитывании. Боковые стенки монолитов были изолированы, монолиты закопаны, что предотвращало боковое рассасывание влаги.

В лабораторных условиях определяли гранулометрический состав (на лазерном дифракционном анализаторе размера частиц ANALYSETTE 22 Comfort) и основную гидрофизическую характеристику (методом десорбции паров воды над солями и с помощью капилляриметров в зондовом варианте). Для расчета движение влаги использовалась физически обоснованная модель HYDRUS.

Результаты и обсуждения. Пространственное распределение влажности показало, что при малонапорной инфильтрации статистики варьирования влажности более значительные (на глубинах 50 и 60 см квартиль и размах составляли около 2–3 и 6–12 %), так как проявляются преимущественные потоки влаги. При безнапорной инфильтрации наблюдается меньшее варьирование влажности (на глубинах 50 и 60 см квартиль и размах составляли около 2 и 5 %), так как вода медленнее движется по толще почвы и промачивает весь профиль равномерно. При безнапорной инфильтрации наблюдается меньшее варьирование влажности (на глубинах 50 и 60 см квартиль и размах составляли около 2 и 5 %), так как вода медленнее движется по толще почвы и промачивает весь профиль равномерно.

При безнапорной фильтрации модель с использованием педотрансферных функций (ПТФ) из гранулометрического состава лучше воспроизводит процесс передвижения влаги по профилю почвы, а при наличии напора – использованием ПТФ из гранулометрического состава и плотности почвы. Самые большие ошибки давала модель с использованием экспериментальной ОГХ. Вероятно, это связано с тем, что

при определении ОГХ возникает большая экспериментальная погрешность, связанная с использованием нарушенных образцов и с недостаточно четким заданием начальных условий эксперимента (предварительным насыщением образца водой). Стабильный и точный метод определения гранулометрического состава дает более достоверные результаты. Из этого следует, что для достоверного воспроизводства какого-либо процесса в программе необходима точность и обоснованность физического метода для использования определенного набора параметров (предикторов).

Статистический анализ ошибок моделирования по критерию Вильямса-Клюта показал, что модели лучше описывают безнапорную фильтрацию. Это, вероятно, связано с тем, что программа не учитывает преимущественные потоки. Можно предположить, что для описания различных процессов переноса веществ нужны разные физически связанные с моделируемым процессом предикторы.

УДК 631.417.1

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫМ РЕЖИМОМ ПАХОТНЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ РОТАМСТЕДСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ УГЛЕРОДНОЙ МОДЕЛИ

Романенков В.А., Беличенко М.В.

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени
Д.Н. Прянишникова, Москва, viua@online.ru*

Данные по динамике органического углерода, полученные в 5 длительных опытах, проводимых на дерново-подзолистых почвах (Владимирская область, 1968–1997; Пермская область, 1981–2000, 1971–2001; Тверская область, 1961–1987) и черноземе обыкновенном (1974–1998), сопоставлялись с результатами моделирования динамической углеродной моделью RothC (версия 26.3). Модель исследует круговорот органического вещества в пахотном слое автоморфных минеральных почв с месячным шагом, учитывая влияние типа почвы, температуры, влажности почвы и растительного покрова. Для анализа использовались варианты абсолютного контроля, внесения минеральных, органических и органо-минеральных удобрений в эквивалентных дозах. Для всех 16 тестируемых вариантов опыта получено удовлетворительное соответствие экспериментальных и расчётных данных, на основе проверки по 5 стандартным статистическим показателям. При преобладании ежегодной и сезонной ди-

намики С над многолетним трендом модель RothC оказалась менее чувствительной к описанию реально наблюдаемой изменчивости.

Расчёт возможности длительного поддержания исходных запасов органического углерода показывает, что для этого необходимо ежегодное поступление 1400–2100 кг С/га на дерново-подзолистых почвах и 2800–2900 кг С/га на черноземе. Показано, что если потери при минерализации превысят поступление свежего органического вещества, общее содержание углерода снижается главным образом за счет уменьшения запасов активной части органического вещества. Снижение запасов активного углерода может наблюдаться как при стабилизации, так и уменьшении пула углерода микробной биомассы, оба показателя могут являться индикаторами устойчивого функционирования исследуемой системы удобрения. Динамика запасов специфического ОВ почвы и активной фракции С может быть разнонаправленной и при достижении равновесного состояния общего С запас активной фракции может оставаться неравновесным.

Потеря запасов специфического органического вещества и лишь краткосрочное накопление запасов С делает почву зависимой от уровня продуктивности севооборота.

После идентификации модели на данных 30 лет исследований в опыте, проводимом во Владимирской области, сделаны прогнозные расчёты на период 2001–2050 гг. с применением имитационного моделирования. В качестве входной климатической информации использовали ежемесячные данные ГKM HadCM3, сценарий A1FI. Показано, что эффективность обеспечения длительного накопления С в составе гумуса выше при увеличении доли трав в севообороте по сравнению с увеличением дозы применяемых органических удобрений. В последнем случае рост запасов С происходит главным образом за счёт накопления легкотрансформируемой фракции С, устойчивость которой во времени определяется погодными условиями и может возрастать при увеличении аридности климата.

Введение изменений в севообороте и внесение заданной дозы навоза под две вместо одной культуры севооборота оказали благоприятное влияние на накопление активной части органического углерода, обеспечив её увеличение и последующую стабилизацию на уровне, вдвое превышающим исходный. На черноземе диапазон варьирования общих запасов углерода почвы, близкой к состоянию равновесия по общим запасам С, в процессе прохождения ротации составлял 0,18–0,2 % (7–8 % от исходного содержания).

После прохождения двух-трех ротаций севооборота влияние вносимых удобрений и севооборота на длительную динамику С почвы превышает влияние погодных условий. Все исследованные контрольные вари-

анты опытов при условии отсутствия отчуждения наземной биологической продукции способны поддерживать исходные запасы С. Из этого следует, что при переходе исследованных пахотных почв в режим залежи и сохранения продуктивности ценоза на уровне контрольного варианта запасы С пахотных почв будут сохраняться или прирастать.

УДК 631.4

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В КРУПНОМ МАСШТАБЕ

Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л.

*Факультет почвоведения МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, vkbun@mail.ru,
jlmesh@list.ru*

Использование стандартных статистических методов в почвоведении предполагает независимость наблюдений, составляющих выборку, и их представительность. На практике это означает, что опробование, при котором точки недалеко отстоят друг от друга, и опробование с большим расстоянием между точками, должны одинаково характеризовать изучаемую территорию. Однако почва – непрерывное тело, свойства которого на сравнительно близких расстояниях относительно мало меняются, так что их наблюдаемые значения нельзя считать независимыми. Поэтому основная предпосылка применения статистических методов анализа повторных выборок не выполняется, её можно в некоторой степени использовать лишь тогда, когда точки опробования отстоят друг от друга на достаточно больших расстояниях.

Геостатистика – ветвь прикладной статистики случайных полей, которая учитывает пространственную взаимосвязь почвенных свойств, используя в качестве меры пространственной изменчивости признака вариограмму – аналог дисперсии, функцию, описывающую характер изменения дисперсии свойства с ростом расстояния, разделяющего точки опробования. В отличие от методов классической статистики, вариограмма позволяет структурировать вариабельность в соответствии с ее источниками, например, оценить вклад аналитических ошибок и варьирования на малых расстояниях в общую изменчивость свойств. Она также может выявить объективное наличие разномасштабных уровней пространственной организации почвенного покрова.

Однако использование вариограмм для анализа пространственной изменчивости показателей наталкивается на определенные технические и интерпретационные трудности. К техническим трудностям относятся проблемы

выбора модели для аппроксимации вариограмм среди большого числа существующих в настоящее время, обнаружение и учет влияния «отскакивающих» точек, влияние числа точек опробования на результаты и т.п. Интерпретационные трудности зачастую связаны с непониманием смысла вариограммы, например, одинаковые вариограммы разных свойств не означают причинно-следственной связи между ними, поскольку близкие пространственные структуры могут быть обусловлены разными причинами.

Анализ вариограмм свойств контрастного почвенного покрова Брянского ополья (территория БГСХА, 2005–2011 гг.) показывает, что на уровне сельскохозяйственного угодья выделяются неоднородности нескольких размеров, разные для разных свойств и пространственно не совпадающие друг с другом. Отчасти это можно интерпретировать как наложение естественных и антропогенных неоднородностей. Обнаружены атипичные вариограммы, в которых максимальная дисперсия обнаруживается на расстояниях 20–30 м, а на больших расстояниях происходит ее снижение. Показано, что именно такая ситуация наблюдается в изменчивости содержания органического вещества и подвижных фосфора и калия. Предложен способ учета этого явления при интерполяции – многоступенчатое усреднение.

На использовании вариограмм основан один из методов пространственных интерполяций и, тем самым, картирования – кригинг. Построенные картограммы рельефа, отдельных свойств и почв позволили выявить отдельные участки территории, различающиеся характером взаимосвязей. Это позволяет выдвинуть концепцию локального времени для отдельных территориальных участков, присущего именно этим участкам, с их разновременным развитием.

УДК 631.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕГУЛИРУЕМОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЕ

Снявина Н.Г., Аникина Л.М., Мирская Г.В.

ГНУ АФИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, sinad@inbox.ru

Изучение закономерностей преобразования материнской породы в корнеобитаемый слой почвы под действием биогенных факторов имеет большое теоретическое и практическое значение как для сохранения ныне существующих почвенных угодий, так и для восстановления растительного покрова и почвенного плодородия на антропогенно деградированных территориях. Проведение такого рода исследований в природе

требует значительных временных и материальных затрат; в то же время круглогодичное интенсивное выращивание растений в регулируемых условиях предоставляет нам уникальную возможность для изучения трансформации корнеобитаемых сред и связанных с ней первичных почвообразовательных процессов в значительно более короткие сроки.

Нами были выполнены комплексные исследования закономерностей биогенной трансформации корнеобитаемой среды (КС) на основе исходно абиогенной материнской породы – кембрийской глины при длительном выращивании на ней растений яровой мягкой пшеницы и фасоли в вариантах монокультур, смешанного посева и севооборота. Исследования проводились в условиях регулируемой агроэкосистемы (РАЭС) на базе Отдела светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем ГНУ АФИ Россельхозакадемии. Было показано, что при интенсивном круглогодичном выращивании растений кембрийская глина за довольно короткий промежуток времени претерпевала значительные изменения, связанные с накоплением органического вещества, формированием микробиотического комплекса, изменением физико-химических свойств. Интенсивность процессов трансформации КС зависела от вида растений и способа культивирования (монокультура, смешанный посев, севооборот).

Изменение свойств кембрийской глины в РАЭС под воздействием биогенных факторов происходило сходным образом с процессами первичного почвообразования, описанными в литературных источниках, посвященных эволюции почв на отвалах горных пород в природных условиях. Данное обстоятельство служит подтверждением тому, что биогенная трансформация КС в естественных и регулируемых условиях осуществляется сходным образом, и позволяет использовать РАЭС для дальнейшего исследования почвообразовательных процессов и приемов управления ими.

УДК 630*22:630*187

ДИКРИМИНАНТНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПОЧВЫ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Солодовников А.Н.

Институт леса КарНЦ РАН, Петрозаводск, a_sol@krc.karelia.ru

Объектами исследования служили 6 пробных площадей, которые делились на 3 группы по преобладающей древесной породе: ельники, березняки и осинники. Представители каждой породы произрастают на

двух группах почв, первые из которых сформированы на тяжелых ленточных глинах, тогда как остальные подстилались мореной.

Для анализа использовались величины 19 почвенных параметров, характеризующие 4 верхних горизонта каждой почвы включая лесную подстилку. Из них семь – физико-химические показатели почв, десять являются показателями валового химического анализа, а также содержание частиц <0,01мм и <0,001 мм. Предварительный кластерный и факторный анализы показали наличие влияния преобладающей древесной породы на 4 верхних горизонта почвы. Целью дискриминантного анализа являлось выявление показателей, вносящих наибольший вклад в разделение горизонтов почв под древостоями различного породного состава. В качестве группирующего параметра при проведении анализа применяли название породы. Использовалось пошаговое включение переменных при условии критерия $F=3$. Результатом стал набор из 4 признаков ($pH(H_2O)$, валовое содержание). Дискриминантная функция представлена двумя значащими корнями. Первый корень дискриминантной функции вносит вклад в разделение почв еловых и лиственных древостоев, тогда как второй указывает на разделение почв березовых и осиновых древостоев. Наибольшие расстояния Махаланобиса обнаружены между почвами хвойных и лиственных древостоев. Анализ показал достоверность модели 83,3 %. Четкое разделение групп почв под ельниками и лиственными древостоями подтверждает выводы, сделанные при кластерном и фракционном анализах.

Второй этап анализа проводился аналогичным образом, но включал только минеральные горизонты почв. Полученная дискриминантная функция содержит 3 признака (валовое содержание Al_2O_3 , Na_2O и содержание общего азота). Достоверность модели составляла 83,3 %, причем, как и в первой модели ошибки приходились на разделение почв лиственных древостоев.

Создание базы данных «Почвы Карелии» позволило привлечь к анализу дополнительные данные. На третьем этапе были добавлены данные по минеральным горизонтам полугидроморфных почв различных регионов Карелии, в том числе, по почвам под сосновыми древостоями. Полученный набор из 5 почвенных признаков вносящих наибольший вклад в разделение почв (валовое содержание K_2O , Al_2O_3 , Na_2O , CaO и MnO). Достоверность модели составила 87,8 %. Модель показала хорошее разделение почв под хвойными и лиственными древостоями. Также прослеживалось различие между почвами сосновых и еловых древостоев. Наибольшее количество ошибок модели опять пришлось на различие почв под березовыми и осиновыми древостоями.

Все этапы анализа показали существенные различия во влиянии, оказываемом на почву хвойными и лиственными породами, причем влияние сосны и ели также значительно отличается. Во всех составленных моделях были выделены валовое содержание Al_2O_3 и Na_2O , как почвенные параметры индицирующие влияние преобладающей древесной породы на почву.

УДК 631.42

ДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕГУЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Удалова О.Р., Синявина Н.Г., Аникина Л.М., Мирская Г.В.

ГНУ АФИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, sinad@inbox.ru

Исследования проводились на базе регулируемой агроэкосистемы (РАЭС). Модельным объектом служила исходно абиогенная материнская порода – кембрийская глина, на которой методом малообъемной агрегатопоники в течение 12 вегетаций выращивали растения яровой мягкой пшеницы и фасоли. Было показано, что формирование почвенно-растительной системы на начальных этапах (до 6–7 вегетации растений) сопровождалось интенсивным накоплением валового углерода в корнеобитаемой среде (КС), увеличением интенсивности дыхания и продуцирования N_2O , значительным ростом численности микроорганизмов различных физиологических групп. На более поздних этапах (8–12 вегетация) отмечалось снижение содержания легкодоступного органического вещества и перевод его в менее доступные формы, следствием чего явилось уменьшение доли микроорганизмов R-экологической стратегии наряду с ростом численности актиномицетов, целлюлозоразлагающих микроорганизмов, спорообразующих бактерий и бактерий, способных трансформировать гумусовые соединения. Также наблюдалось снижение интенсивности дыхания и денитрификации наряду с увеличением эмиссионного соотношения C:N в органическом веществе почвы. Полученные результаты свидетельствуют о наличии в корнеобитаемой среде процессов эволюционной трансформации, подобных тем, которые происходят в молодых формирующихся почвах в условиях техногенных экосистем.

УДК 631.4

АРХИТЕКТУРА ПОЧВ КАК ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЫ*

Умарова А.Б.

МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, a.umarova@gmail.com

В настоящее время не существует четкого определения понятия «архитектура почв». Предлагается следующее определение: «Архитектура почв (почвенного покрова) – это пространственная организация твердофазных компонентов почв, образующих структуру порового пространства, обладающая иерархичностью, дифференцированностью, устойчивостью, изменчивостью, сложностью и формирующаяся под воздействием биотических и абиотических факторов окружающей среды». Отражением архитектуры почвы отчасти является структура порового пространства почв, но она не показывает специфику твердой фазы (ее состава, свойств поверхности). Нельзя поставить знак равенства и между структурой почвы и ее архитектурой, т.к. эти понятия относятся к различным уровням организации. Понятия почвенный горизонт и почвенный профиль не отражают в полной мере пространственную организацию почвенной системы. Термин «архитектура почв», используемый в последние несколько лет в западной литературе, возник в связи с исследованием преимущественных потоков влаги, специфика формирования которых не отвечала образу классической иерархичности почв. Однако, на наш взгляд, эта модель почвы имеет более глубокие корни и опирается на классические положения и методы физики почв, в том числе российской.

Перспективность введения термина «архитектура почвы» обусловлена комплексностью такого образа почвы: он объединяет и связывает сразу множество фундаментальных направлений почвоведения: структурно-функциональную гидрофизику почв, системный подход в почвоведении, развитие и эволюцию почв, исследования пространственной неоднородности почв и преимущественных потоков влаги. Данный термин включает в себя рассмотрение всех компонентов почвы (твердое, жидкое, газообразное и живое), дифференцируя почву в пространственной и функциональной взаимосвязи. Этот образ не требует значительных разграничений при переходе от одного масштаба исследования в другой, как концепция иерархии структурной организации почв.

Своевременность данной модели почвы связана и с новыми возможностями, появившимися в последние два десятилетия, что определяет перспективы использования этого подхода: (1) цифровые технологии получения и обработки информации, в том числе и ее визуализации, (2) современная методическая база, включающая в себя исследования малых

образцов, измерения с высокой точностью и частотой, неразрушающие методы исследования свойств почв; (3) статистические, геостатические методы, ГИС-технологии обработки и анализа данных; (4) методы математического моделирования, в том числе и как метода познания. Этот подход может быть продуктивным как при исследовании фундаментальных вопросов почвоведения, так и при решении прикладных задач почвенной геотехнологии; как при изучении естественных почв, так и антропогенно-преобразованных и антропогенно-созданных почв.

В докладе будут рассмотрены свойства и режимы почв, определяющие их архитектуру, на примере дерново-подзолистых Московской области, серых лесных почв Владимирского ополья, а также почвенных конструкций (рекультивационных конструкций Курской магнитной аномалии, почв лизиметров МГУ, целевых почвенных конструкций). Будет рассмотрена роль преимущественных потоков влаги в формировании архитектуры почв, ее значение в функционировании, развитии и эволюции почв.

**Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 09-04-01297, 10-04-00993*

УДК 502.51; 504.5; 632.95.028

ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ *

Кокорева А.А., Умарова А.Б., Вайгель А.Э., Бутылкина М.А.

*МГУ им.М.В.Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
kokoreva.a@gmail.com, a.umarova@gmail.com, n.vaigel@gmail.com,
m.butylkina@gmail.com*

Математические физически обоснованные модели, построенные на универсальных, всеобщих законах, дают уникальную возможность без существенных финансовых и временных затрат учитывать обширный ряд климатических, почвенных, гидрологических, агротехнических и других условий свойств объекта, а также показать вероятность его изменения при том или ином внешнем воздействии, что зачастую недостижимо в условиях натурального эксперимента.

В условиях мегаполиса после проведения строительных работ зачастую встает вопрос использования изымаемого грунта. Как правило, его окультуривают путем внесения органических веществ и минеральных удобрений для повышения плодородия, песка для улучшения водно-физических свойств. Однако методические вопросы количественных пропорций различных по текстуре слоев, их взаиморасположения мало раз-

работаны. Хотя именно эти параметры могут оказать решающее влияние на режимы функционирования подобных почвенных конструкций.

В нашей работе мы использовали лабораторные физические модели почвенных конструкций для получения параметров массопереноса и использования их для дальнейшего математического моделирования водного режима для различных вариантов почвенных конструкций.

Были использованы насыпные почвенные колонки диаметром 12 см и высотой 18 см. Три колонки представляли отдельные субстраты: горизонт В дерново-подзолистой почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава, торф низинный, песок крупнозернистый. Четвертая колонка моделировала слоистую конструкцию, состоящую из вышеперечисленных слоев в следующей последовательности их расположения, и последняя – это почвенная колонка со смешанным образцом в пропорции горизонтов В:торф:песок – 4:1:1.

Почвы в колонках предварительно капиллярно насыщали на песчаной подложке, затем влажность была доведена до полной влагоемкости и проведена фильтрация влаги. После окончания фильтрационного эксперимента колонки были опять помещены на песчаную подложку. В течении 10 дней на нижней границе поддерживались условия капиллярной каймы и проводился послыйный отбор почвенных образцов. На основе полученных экспериментальных данных было физически обоснованное моделирование данного эксперимента с помощью модели HYDRUS. Использование этой модели дает возможность понять различия в полученных данных по динамике влажности в колонках, поскольку детально описывает процессы, связанные с архитектурой порового пространства почвы и свойствами ее поверхности. А именно, модель дает возможность проверить предположения, какие изменения агрофизических свойств субстратов явились причиной тех или иных изменений в фильтрующих свойствах итоговых конструкций. Также моделирование данного лабораторного эксперимента дает возможность настроить модель и выявить некоторые систематические ошибки в определении ее входных гидрофизических параметров. Однако, настройка модели по реальным данным позволяет учесть этот эффект за счет отмеченного изменения параметров.

Следующий этап работы явился поливариантный прогноз по модели для различных случаев устройства конструкции (варьирования мощности и чередования слоев), а также изменения начальных и граничных условий (осадки, использование при создании конструкции увлажненного или сухого торфа, подложка из хорошо фильтрующего грунта или поверхность с водоупорными свойствами). Для подобного прогноза математические модели незаменимы, т.к. могут спрогнозировать любой случай, даже трудновоспроизводимый на практике (возможность загрязнения, различные климатические режимы).

**Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 09-04-01297, 10-04-00993 и при поддержке благотворительного фонда Потанина*

УДК 581.111.132+632.032

К ВОПРОСУ О ЗНАЧЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-АТМОСФЕРА»

Харчук О.А.¹, Никулаеш М.Д.²

¹*Институт генетики и физиологии растений АН Молдовы, Кишинев,
kharchuk.biology@mail.ru;*

²*НИИ сельского хозяйства, Тирасполь, zinalik@rambler.ru*

Растение является существенным компонентом моделей системы «почва-растение-атмосфера». В общем случае математическая модель водного режима растения как системы «корень-стебель-лист» включает в себя, помимо гидравлических сопротивлений стебля и листа, гидравлическое сопротивление корня (причем сопротивление корня состоит из двух компонент).

Нами на примере богарного ценоза сои (сорт Букурия), выращенного на опытном поле ИГФР АНМ показано, что в процессе вегетационного сезона максимальный дефицит влаги, до 4,5 % сухой массы почвы, относительно участка без растений («черный пар») к середине лета (13 июля – 70 дней после сева) наблюдается в горизонте 10–30 см (максимум на глубине 20 см), в соответствии с максимумом плотности поглощающих корней. В глубоких, 40–100 см, почвенных горизонтах снижение влажности почвы в фитоценозе относительно участка без растений меньше, ~ 2 %, однако суммарный объем дефицита влаги в глубоких горизонтах выше из-за большей толщины почвенного слоя.

На примере рассадной культуры томатов нами показано, что водный баланс в корнеобитаемом слое почвы агрофитоценоза может быть изменен использованием привитых растений. В качестве контроля использовали корнесобственный индетерминантный сорт Дикая Роза (крупноплодный розовоплодный томат), этот же сорт использовали в качестве привоя в прививках на подвой относительно мелкоплодных детерминантных сортов (Волгоградский 5/95, Меридиан и др.). К концу вегетационного сезона (середина сентября) влажность почвы под привитыми растениями в горизонтах 10–30 см превышала таковую под корнесобственным сортом Дикая Роза с положительным балансом в этих горизонтах ~ 50 м³ воды на 1 га. Таким образом, прививка растений, в определенных сорто-подвойных комбинациях, может применяться как метод уменьшения дефицита влаги в корнеобитаемом слое почвы фитоценоза томатов.

Симпозиум 5

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

Руководители: д.г.н. С.В.Горячкин, к.г.н. Д.Е.Конюшков

УДК 576.80:631.411.2

СОСТОЯНИЕ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЭКСТРЕМАЛЬНО ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

Безлер Н.В.¹, Черепухина И.В.²

¹*Воронежский государственный университет, Воронеж, bezler@list.ru;*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы
им. А. Л. Мазлумова, Воронежская область, ВНИИСС, vniiss@mail.ru*

В последнее десятилетие на территории Центрального Черноземного региона наблюдается значительное повышение суммы эффективных температур и снижение количества выпадающих в летний период осадков, которые, в основном, носят ливневый характер. Эта тенденция в 2010 году достигла экстремальных значений. Если в 2002–2003 годах сумма эффективных температур составляла 2936°–3424°, то в 2008–2009 – 3080–3171°, а в 2010–3752° С. При этом, количество выпавших осадков сократилось соответственно с 308–359 до 191 и 223 мм. Гидротермический коэффициент при этом снизился с 1,24, 1,14 и 1,19 до 0,7 и 0,6. В июне и июле 2010 года его показатель опустился до 0,4.

Влажность почвы в слое 0–25 см составляла в 2002–2003 гг 25–30, в 2008–2009 – 18–22, а в 2010 – 12–18 %.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы на черноземе выщелоченном среднегумусном среднемощном тяжелосуглинистом на лессовидных карбонатных суглинках в 2001г был заложен многолетний опыт по изучению динамики микробного сообщества почвы.

Все крупные таксономические, физиологические и эколого-трофические группы, составляющие микробное сообщество чернозема выщелоченного, при повышении суммы эффективных температур и сни-

жении влажности почвы сократили свою численность. Количество микроскопических грибов в 2002–2003 гг достигало 80–90, в последующие годы оно понизилось до 40–50, а в 2010 г составило всего 25–30 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. (абсолютно сухой почвы). Иссущение верхней части пахотного горизонта, до влажности почвы 8–10 %, привело к еще большему снижению численности почвенных микромицетов – до 9 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п.

В годы исследований численность бактерий уменьшалась соответственно с 183 до 126 и 89 млн КОЕ в 1 г а. с. п. От высоких температур и низкой влажности почвы в большей степени страдали прокариоты, принимающие участие в круговороте азота. В 2009 и 2010 гг. численность diaзотрофов понизилась соответственно на 30 и 70 %; аммонификаторов – на 20 и 45 %; иммобилизаторов азота – почти в два раза по сравнению с 2002–2003 гг.

Зимогенная микрофлора, разлагая растительные остатки, поставляет фрагменты молекул и ферменты, которые включаются в синтез гумусовых веществ. Автохтонная микрофлора – собственно почвенная, использует гумус как источник углерода, энергии и элементов минерального питания. Соотношение этих групп микроорганизмов косвенно может характеризовать направленность процесса синтеза-распада гумуса. В годы достаточного увлажнения, при ГТК >1, численность зимогенной микрофлоры составляла 20–25, а автохтонной – 5–8 млн КОЕ в 1 г а. с. п. Повышение суммы эффективных температур и снижение количества выпадающих в летний период осадков (ГТК –0,7–0,6) подавляло развитие зимогенной микрофлоры. Ее численность снизилась в два раза, при этом численность автохтонной микрофлоры повысилась на 27 %. Эти изменения в микробном сообществе могут косвенно свидетельствовать, что процесс гумификации в экстремально засушливые годы находится в подавленном состоянии.

Таким образом, повышение суммы эффективных температур и недостаток влаги в воздухе и почве способствуют подавлению жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, участвующих в формировании эффективного и потенциального плодородия. Одновременно активизируется автохтонная микрофлора, живущая за счет разложения гумусовых веществ.

ГЕНЕЗИС И КЛАССИФИКАЦИЯ КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

Бронникова М.А., Шоркунов И.Г., Турова И.В.

Институт географии РАН, Москва, mbmsh@mail.ru

Работами В.И. Волковинцера в конце 60-х – 70-е годы XX века была показана специфика криоаридных почв, основанная на своеобразии условий их формирования, морфологии, химических и физико-химических характеристик. После этих работ, обосновавших необходимость выделения криоаридных почв в отдельный генетический тип, исследования, касающиеся генезиса и классификации этих почв, оставались единичными. В 2004 году криоаридные почвы введены в Классификацию почв России на уровне типа в отделе палео-метаморфических почв, их подтиповая классификация не разработана по причине недостаточной изученности.

Специфические почвы были исследованы авторами в средне- и высокогорных областях Юго-Восточного Алтая (1900–2300 м над уровнем моря): в полупустынных степях Чуйской котловины; между Шапшальским хребтом и отрогами хребта Чихачева: в сухостепной котловине озера Акхоль, в тундровой с элементами тундростепей котловине озера Джулуколь. Факторная обстановка, ряд морфологических и аналитических характеристик позволяют рассматривать исследованные почвы в типе криоаридных. Несмотря на различия морфологии и свойств, описанные почвы имеют ряд общих специфических черт. Они формируются на щебнисто-мелкоземистых субстратах с высокой долей скелета (фракции крупнее 1 мм часто составляют до 40 % и более), имеют на поверхности каменистую вымостку, криогенно-диссикационные полигональные структуры нескольких порядков, создающие микрорельеф. Органоаккумулятивный криогумусовый горизонт АК имеет красновато-бурую окраску и заметно сухоотторфованный характер органического вещества. Окраски подгумусовых горизонтов, диагностированных как палеометаморфические, не соответствуют индексам цветов по шкале Манселла, регламентированных «Полевым определителем почв России» для горизонтов BPL и ближе к цветовым характеристикам альфегумусовых горизонтов. Однако, такие аналитические показатели, как щелочной рН, очень низкие содержания оксалатнорастворимого железа в мелкоземе (менее 0,2 %) при заметном содержании форм железа, растворимых в дитионит-цитрат-бикарбо-

натной вытяжке, характерны именно для палевого метаморфогического горизонта. Ниже горизонтов BPL появляются натечные аккумулятивно-карбонатные горизонты VCAic.

Яркой характерной чертой исследованных почв являются сложно организованные комплексы натечных новообразований – кутан («бородок», «подвесок») на щебне, разнообразных по морфологии, составу и внутрипрофильному распределению. Основная и наиболее значимая с точки зрения диагностики процессов педогенеза особенность кутанных комплексов этих почв – сочетание в них светлых карбонатных кутан, диагностирующих процесс иллювиальной аккумуляции карбонатов, и очень темных красновато-бурых, охристо-бурых гумусовых, реже железисто-гумусовых кутан, являющихся результатом альфегумусовой миграции. Данные о составе кутан получены единичными исследованиями состава традиционными методами химического анализа в препарированном материале кутан, а также в ненарушенных образцах при помощи растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6610LV и энерго-дисперсионного анализатора элементного состава Oxford INCA Energy.

Максимумы развития этих двух основных диагностических типов кутан разнесены по глубине: гумусовые и железисто-гумусовые кутаны наиболее широко распространены в горизонтах BPL, а максимальные распространение и мощность карбонатных кутан приурочены к нижележащим горизонтам VCAic. Однако в палево-метаморфических горизонтах обычно представлены оба типа кутан: бурые гумусовые кутаны входят в качестве прослоев в состав карбонатных. Ранее похожие почвы, совмещающие иллювиирование карбонатов и гумуса, были описаны под разными названиями Г.М. Быстряковым в континентальной части Западной Чукотки и К.Е. Пустовойтовым в долине Верхней Колымы.

Существование в одном генетическом горизонте и даже в одном его локусе – внутри отдельно взятой сложной кутаны иллювиирования – признаков иллювиальной аккумуляции карбонатов и гумуса является основной генетико-классификационной проблемой и внутренним противоречием профиля исследованных почв. Такая противоречивость признаков может быть обусловлена, на наш взгляд, только их разновозрастностью, а именно формированием их на разных эволюционных этапах развития профиля. Мы предлагаем относить исследованные почвы к типу криоаридных, выделив в этом типе подтип иллювиально гумусовых.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проектам № 09-04-01742а, 10-04-00238-а

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ

Василенко Е. С., Кутовая О. В., Лебедева М. П.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Langobard@mail.ru

Многие особенности состава и строения пустынных почв связаны с взрывной деятельностью микроорганизмов в короткий период летних ливней, что предложено рассматривать биодиагностическим показателем этих почв. Прямым методом наблюдения микробиологических сообществ на стеклах Рыбалкиной-Кононенко зафиксированы активные жизненные формы в корковом (АК) 0–1(3) см и подкорковом (L) 1(3)–6(10) см микрогоризонтах крайнеаридной пустынной почвы Казахстана (Илийская впадина). Были обнаружены и морфологически идентифицированы нитчатые типы цианобактерий: *Planktothrix agardhii*, *Arthronema africanum*, *Anabaena crassa* (обладает азотфиксирующими свойствами); колониальные: *Microcystis sp.* Из зеленых водорослей самыми многочисленными оказались *Chlorella vulgaris*. Также зафиксированы клетки *Ankistrodesmus spiralis*, *Monoraphidium griffithii*, *Raphidocelis subcapitata*, *Closterium*. Обнаружены кремнеземистые панцири диатомовых водорослей пеннатного типа. Среди ксантоподовых наблюдали представителей *Rhizochloris stigmatica*, *Chlorarachnion reptans*, *Tribonema viride*. Динофлагеллаты инкрустированы известью, кремнеземом или солями железа.

Большинство водорослей и цианобактерий выделяют слизь, которая образует на поверхности обломков пород биогенную пленку, обладающую протекторными свойствами. После потери почвой влаги слизистые компоненты высыхают, склеивают частицы, фиксируются на стенках пор, образуя так называемые биологические пленки.

Зафиксировано плотное бактериальное обрастание, особенно активно развивались гигантские железобактерии. На нитях *Gallionella* обнаружены мембранные мешки и расширения, частично или полностью заполненные аморфным железом. Клетки железобактерий, мгновенно начав вегетацию при попадании влаги, стремятся занять все возможное для развития пространство, вплоть до проникновения их между минералами. Микроморфологические исследования подтверждают биогенный генезис железистых новообразований, их субмикрочаеистое строение.

Формирование отдельных везикулярных пор в корковом горизонте (АК) также может быть связано с образованием округлых расширений

и мембранных вздутых клеток железобактерий. Эти конфигурации являются физиологически значимыми структурами для микроорганизмов и накопительным резервуаром для концентрации аморфных соединений окисленного железа. Характерной особенностью некоторых видов железобактерий является способность к окислению не только железа (II), но и марганца (II) и трансформации этих элементов в гидроокиси. Талом *Leptothrix discophora* покрыт оксидами железа и марганца. Поскольку *L. discophora* образует ложное ветвление и остановившиеся клетки начинают покрываться окислами с базального конца, образуются дендровидные железисто-марганцовистые ажурные новообразования на поверхности структурных отдельностей и лаковые иссенья-черные пленки «пустынного» загара на щебне кварцитового состава из пустынной мостовой.

Кроме обычных *Gallionella* и *Leptothrix* зафиксированы клетки *Siderocapsa*, погруженные в общую капсулу, пропитанными окислами железа или марганца, а также редкий гетеротроф *Kusnezovia polymorpha*, микроорганнизм, окисляющий железо и марганец.

Микроорганизмы, развивающиеся в условиях крайнеаридного климата, обладают мощным ферментативным аппаратом и способны проводить биогенное окисление с более высокой скоростью, чем протекает чисто химический процесс.

Таким образом биологический фактор является определяющим в трансформации степени окисленности железа и марганца в минеральной составляющей почвы, что является принципиально важным для изучения биогеохимических процессов миграции и аккумуляции химических макро- и микроэлементов, определяющих макро- и микроморфологические особенности пустынных почв.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-04-00990).

ПОЧВЫ АНТАРКТИДЫ И ИХ МЕРЗЛОТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ

Гиличинский Д.А.¹, Горячкин С.В.², Абрамов А.А.¹, Демидов Н.Э.¹, Долгих А.В.², Зазовская Э.П.², Конюшков Д.Е.³, Луначев А.В.¹, Мергелов Н.С.², Федоров-Давыдов Д.Г.¹

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, gilichin@online.stack.net;*

²*Институт географии РАН, Москва;*

³*Почвенный институт им В.В. Докучаева РАСХН, Москва*

Начиная с 2008–2009 гг. систематически ведутся почвенные и мерзлотные исследования в районах расположения российских антарктических станций и полевых баз.

Самой холодной российской станцией вне ледникового купола является самая южная станция Русская, а самой теплой – самая северная станция Беллинсгаузен. Здесь на широтах 60–62 градуса проходит северная граница многолетней мерзлоты в Южном полушарии. Среди континентальных оазисов наиболее теплый – это оазис Бангера: почвы в нем протаивают более 1 м. Почвы Сухих долин (ст. Марбл-Пойнт, США) и нуна-таков на высоте более 1000 м (ст. Тролль, Норвегия) существенно холоднее, чем прибрежные и зашельфовые российские станции (–17–18 °С и –8–11 °С в среднегодовом исчислении). При оценке роли факторов почвообразования очень интересно, что среднегодовые температуры пород в окрестностях российских станций близки к таковым на тех же широтах (66–75 °) Восточной Арктики: от –7,8 °С в оазисе Бангера до –10,8 °С на станции Русская. Глубина оттаивания почв и грунтов Антарктиды колеблется от нескольких сантиметров в континентальных южных районах до нескольких метров в галечниках вблизи станции Беллинсгаузен.

Почвенного покрова континента как целого не существует, можно говорить об «островах педосферы» на Антарктическом материке, более зависящих от окружающих их ледников и от собственных размеров, чем от широтного положения. Почвенные покровы этих «островов» можно отнести к трем основным почвенно-климатическим группам – высокоантарктическим холодным пустыням (внутриконтинентальные районы материка), среднеантарктическим снежниковым криптогамным пустошам (континентальные побережья) и низкоантарктическим тундропустошам (север Антарктического полуострова и прилегающие острова). Между ними существуют и переходные варианты.

В Антарктиде преобладают почвы с микропрофилями, «безгумусовые» почвы, которые имеют слабокислую и нейтральную реакцию среды, а также эндолитные почвы (Горячкин с соавт., 2009). Почвы с макропрофилями формируются только при дополнительном привносе органического вещества птицами из моря или при периодическом обсыхании озерных органосодержащих отложений. В классификационном отношении в материковой Антарктиде, очевидно, преобладают не Криосоли (по WRB – FAO, 2006) и Гелисоли (по Почвенной таксономии США – Soil Survey Staff, 2010), так как почвы зачастую подстилаются скалами, чем мерзлотой из-за мелкого рыхлого чехла. Геокриологические данные по станции Молодежной и оазису Бангера показали, что почвы могут оттаивать глубже метра (при отсутствии криотурбаций они тогда уже не Криосоли). Преобладают же Лептосоли (WRB) или Энтисоли (Почвенная таксономия США), в основном Нудилитик Лептосоли, к которым могут быть отнесены и эндолитные почвы, или Литик Гелортенты, недавно появившиеся в Почвенной таксономии США.

Почвенный покров прибрежных континентальных оазисов характеризуется чередованием почв «влажных долин» межсопочных пространств и сухих водораздельных пространств с эндолитными и «безгумусовыми» почвами, откуда сдуваются выпадающие исключительно в твердом виде осадки. Органо-минеральные микрогоризонты почв «влажных долин» представляют собой смесь минеральных зерен и органического вещества разной степени разложённости, образованного из остатков мхов, лишайников, водорослей и грибов. Повышенная увлажненность почв талыми снежниковыми водами не приводит к уменьшению окислительно-восстановительного потенциала почвенных вод и проявлению оглеения. В почвах наблюдаются иллювиирование пылевато-песчаных частиц и криотурбации, а также повсеместное формирование каменных мостовых.

В случае дополнительного привноса органического вещества со стороны в почвах может накапливаться большое количество органического вещества, но также слабо связанного с минеральной составляющей – в этом случае может наблюдаться яркое проявление оглеения и отрицательные значения окислительно-восстановительного потенциала почвенных вод.

Первые данные об эндолитных почвах и скальных «загарах» Антарктиды свидетельствуют о многообразии этих образований, требующих современных микроскопических и микроаналитических подходов к их изучению.

**БЕНЗАПИРЕН, НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПОЧВЕ ТЕРРИТОРИЙ,
НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «РУСАЛ САЯНОГОРСК»**

Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Власова Н.В.

*Государственная станция агрохимической службы «Хакасская», Абакан,
agrohim_19@mail.ru*

Один из значимых антропогенных факторов, оказывающих существенное влияние на природные и аграрные экологические системы – техногенное загрязнение. Изучение поведения токсикантов в почве позволяет оценивать состояние и прогнозировать уровни загрязнения при различных техногенных нагрузках на территорию. Важные параметры для большинства токсикантов – их миграционная способность и подвижность в почве. Научно – производственная работа по изучению динамики бензапирена в почвах территорий, находящихся в зоне производственной деятельности ОАО «РУСАЛ (Русский алюминий) Саяногорск», проводится в течение 8 лет (2004–2011 г.г.). Обследовались почвы Алтайского, Бейского районов Республики Хакасия, Шушенского района Красноярского края. При обобщении аналитических данных использовались результаты анализов почвенных проб с двадцати реперных участков, находящихся на различном расстоянии от алюминиевого завода, на территории Республики Хакасия. Проанализированы 1000 почвенных образцов. Среднее содержание бензапирена в исследуемых почвах составляет 0,0025 мг/кг, что в 8 раз меньше ПДК – предельно допустимой концентрации (0,02 мг/кг). Фоновое количество бензапирена в почвах колеблется в пределах 0,2–12,8 мкг/кг. Рядом с автодорогами содержание токсиканта может увеличиваться до 20 мг/кг по сравнению с лесной почвой. За годы исследований средняя концентрация бензапирена в почве санитарно-защитной зоны алюминиевого завода равна 0,0069 мг/кг, что ниже допустимого уровня в 2,9 раза. В течение всего периода исследований количество бензапирена в изучаемых почвах менялось незначительно, средние его значения находятся в интервале 0,00032–0,00723 мг/кг, то есть ниже ПДК в 62–2,8 раза соответственно. В зоне производственной деятельности алюминиевого завода изучалось также нефтяное загрязнение почв. На сегодняшний день для почвенных экосистем нет значения ПДК для валового содержания нефти и продуктов её переработки. Степень нефтяного загрязнения оценивается по превышению концентрации нефтепродуктов над фоновым значением в конкретном районе. Региональный геохимический фон может изменяться в широких пределах –

от 100 до 500 углеводов мг/кг сухого веса почвы. Максимально безопасная концентрация нефтепродуктов в почвах и грунтах, когда не требуется проведения каких – либо мероприятий по санации и рекультивации почв и грунтов в разных странах составляет не более 1000 мг/кг. В течение восьми лет среднее содержание нефтепродуктов в почве остается примерно на одном уровне и колеблется в пределах 14,7–19,8 мг/кг на расстоянии 3–50 км от алюминиевого завода. Данные количества в 6,8–51 раз ниже фона (100 мг/кг). В почве санитарно – защитной зоны завода количество нефтепродуктов не отличается от их содержания в почвах, находящихся на различном расстоянии от завода. Результаты исследований свидетельствуют о том, что не установлено чёткой и закономерной зависимости концентраций нефтепродуктов и бензапирена от производственной деятельности ОАО «РУСАЛ Саяногорск».

УДК 631.48

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ТЕХНОГЕННЫХ ИЛАХ ОЗЕРА ПРОСНОГО

Дабак Е.В.

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров,
dabakh@mail.ru*

Озеро Просное расположено в пойме реки Вятки в районе Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК) и до 2010 года было последним водным объектом в системе водоотведения КЧХК. На выходе из озера оборудован измерительный лоток, вода из которого в течение десятков лет контролировалась, прежде чем смешаться с природной водой реки Просница – притоком 1 порядка реки Вятки. Притеррасное озеро Просное вытянуто в длину на 400 м, современная площадь его около 3,4 га. До начала функционирования комбината площадь озера составляла 10 га, протяженность была на 1 км больше, и озеро было бессточным. Так как в течение 25 лет до ввода в эксплуатацию шламонакопителей и хвостохранилищ огромное количество взвешенного материала попадало в озеро со стоками, на дне его накопилась масса техногенных илов объемом 330 тыс. м³, в результате чего около 70 % территории озера превратилось в заболоченную низину, на которой начинает формироваться почвенный покров. Почвообразующим субстратом являются техногенные пластичные серые глины, состоящие на 70–80 % из карбоната и сульфата кальция. В толще илов на не большой глубине (от 30 см) встречаются гипсовые корки, соответственно,

почвообразование ограничено мощностью рыхлой толщи. В формирующемся профиле можно выделить оторфованную подстилку, переходящую на глубине до 10 см в гумусовый горизонт мощностью около 3 см. Ниже до гипсовой корки выделяется сизоватая с ржавыми пятнами сырая глинистая масса, которую нельзя считать ненарушенной породой, так как в нее затеками проникает органическое вещество и проявляется глеевый процесс. В составе верхней части техногенных отложений отмечено высокое содержание ртути, свинца, цинка, стронция, кадмия, мышьяка (от 1 до 7 ПДК) и радионуклидов. Удельная активность цезия-137 достигает 1300 Бк/кг. В нижних слоях техногенных наносов значения показателей возрастают. Однако, благодаря высокой поглотительной способности органического вещества почв в гумусовых горизонтах также отмечена тенденция к концентрированию загрязняющих веществ. Эта тенденция отчетливо проявляется при сравнении прибрежных аллювиальных почв и донных отложений, а также наиболее удаленных от современной открытой водной поверхности участков техногенно заиленной поймы.

УДК 631.4(571.56-191.2)

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

Десяткин Р.В.

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск,
rvdes@ibpc.ysn.ru*

Изучение и палеогеографическая реконструкция кайнозойских отложений региона проводились весьма неравномерно. Максимальный возраст почв умеренной зоны Якутии многие исследователи относят ко времени завершения здесь последнего периода оледенения и процессов ледниково-перигляциального литогенеза. В плейстоцене происходили существенные изменения климатических условий и природной среды Центральной Якутии. Если в неогене облик этой территория была схожа природе современного Северного Китая или Аппалачей, то в раннем плейстоцене происходило постепенное вытеснение широколиственных лесов светлохвойными лесами с доминированием сосны и лиственницы, появились локальные участки злаково-полынной степной растительности. Почвообразование в конце неогена и в начале раннего плейстоцена шло по типу формирования кислых каолининовых почв, близких современным буроземам. В среднем плейстоцене началось формирование зо-

ны многолетней мерзлоты и образование почв под влиянием криогенеза. В межледниковые периоды на плакорах при близком залегании мерзлоты развивалось автономное гидроморфное почвообразование, ведущее появлению криоземов. В периоды похолоданий на территориях ледниково-перигляциальных равнин под тундростепями развивались криоморфные холодные аридные почвы. На подчиненных элементах ландшафтов доминировали мерзлотные гидроморфные почвы. Образование «вечной» мерзлоты усилилось во время зырянского оледенения (45–56 тыс. лет назад), холодный и влажный климат способствовал накоплению ледового комплекса на уровне 180–220 м. В межледниковое каргинское время (37–26 т.л. назад) повысилась роль степных сообществ. Затем наступил период похолодания климата, вызвавший наступление последнего крупного оледенения Северного полушария, в Восточной Сибири шло накопление сартанских ледников. Ледовый комплекс сартанского возраста распространен по всей Центрально-якутской равнине и занимает абсолютные высоты 140–170 м, возраст отложений колеблется от 14 до 22 тыс. лет. Анализ палеогеографической обстановки позволяет предположить, что в ледниковые периоды среднего плейстоцена здесь доминировали криоаридное и криогенное гидроморфное почвообразование: на плакорах под лесными участками были сформированы криоземы, под тундростепями – криоаридные степные; в понижениях рельефа – мерзлотные гидроморфные почвы. В межледниковые эпохи доминирующими типами почв являлись: на более обеспеченных теплом территориях мерзлотные палевые почвы, на более холодных, но увлажненных участках – криоземы, в подчиненных элементах ландшафтов – гидроморфные. Изменения климата с конца плейстоцена, выразившиеся в потеплении и усилению континентальности, а в некоторые периоды голоцена и увеличению влажности, привели к началу протаивания ледового комплекса и развитию термокарста. Началась деградация автоморфных почв и их смена аласными почвами. В течение голоцена на нетронутой термокарстом территории шло холодное аридное почвообразование. До климатического оптимума голоцена под степными группировками, лесостепями и смешанными лесами (до 6000 л.н.) в структуре почвенного покрова Центральной Якутии основным фон на плакорах создавали палевые и криоаридные степные; в понижениях – мерзлотные гидроморфные, включая аласные. В последние тысячелетия на территории Центральной Якутии биоклиматические условия приняли современные характеристики, доминирующим стало холодное аридное почвообразование в сочетании гидроморфного. В составе поч-

венного покрова господствующее положение на суглинистых породах плакора приняли палевые и на легких – оподзоленные почвы; в подчиненных элементах ландшафтов – мерзлотные гидроморфные почвы, включая аласные. На горах умеренной зоны Якутии формирование современного почвенно-растительного покрова началось только после отступления сартанский ледников. В голоцене здесь отмечается трехкратное изменение растительности. Почвенный покров Приалданской провинции горных мерзлотно-таежных и горных тундровых почв является самой молодой на территории Якутии. Такова краткая история развития почвенного покрова умеренной зоны Якутии, которая требует углубленных специальных исследований.

УДК 631.4

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК ПРОШЛЫХ ЭПОХ

Долгих А.В., Александровский А.Л.

*Учреждение Российской академии наук Институт географии РАН, Москва,
dolgikh@igras.ru*

В Европейской части России расположены многие древние урбанистические центры нашей страны. Некоторые из них перестали существовать (древнегреческие полисы, города древнерусских княжеств, хазар, болгар), другие же продолжают функционирование на протяжении многих веков, а иногда более тысячи лет. Почвы и культурные отложения древних городов являются примером наиболее трансформированных антропогенной деятельностью почвенных систем. Данные педолитогенные образования (педолитоседименты, ПЛС) имеют длительную историю развития и представляют собой сложные, быстро развивающиеся и изменяющиеся природно-антропогенные системы. В городах лесной зоны в условиях гумидного климата и затрудненного дренажа доминируют переувлажненные органические слои (торфообразная масса), в условиях свободного дренажа – слабо увлажненные органо-минеральные слои (гумифицированная масса). В условиях сухого климата в городах степной зоны формируются малогумусные сухие лессовидные минеральные слои. Педолитоседименты городов представляют собой мощные закономерно построенные толщи, формирующиеся под воздействием последовательно и/или совместно протекающих процессов антропогенной седиментации, и педолитогенной трансформации. Так как седиментация идет быстро,

почвенные процессы успевают лишь слабо переработать материал культурного слоя, который через относительно небольшое время оказывается на глубине 1,5–2 м и более, и уже подвергается воздействию иных, диагенетических процессов. Почвенные процессы выражены в формировании самостоятельных профилей слаборазвитых почв, соответствующих периодам замедления или полной остановки седиментации, а также в появлении почвенных признаков, рассеянных в толще культурного слоя. К ним относятся копролиты и ходы червей, карбонатные и железо-марганцевые новообразования, а также кутаны из вивианита (керченита) на поверхности структурных отдельностей и включений. Кроме того, на глубине протекают процессы оглеения, что вызвано поднятием уровня грунтовых вод (вслед за поднятием поверхности культурного слоя). Здесь формируется вивианит, чему способствует переувлажнение и высокое содержание фосфора. Под воздействием процессов педолитогенеза происходит разрушение артефактов, как непрочных, созданных из древесины, так и прочных (керамика, кирпич, фрагменты печей, домов, металлические изделия и др.). На геохимических барьерах наблюдается аккумуляция элементов, в том числе токсичных. Особое значение имеет сорбционный барьер, приуроченный к переувлажненному органическому слою. При развитии почв в минеральном слое процессы гумификации органического вещества приводят к формированию более темных гумусовых горизонтов, но в органическом – сопровождаются разложением и минерализацией грубой торфообразной массы и снижением содержания органического углерода в пределах профилей слаборазвитых почв. Процессы оструктурирования выделяются по появлению комковатой и копрогенной зернистой структуры, как в профилях слаборазвитых почв, так и в общей массе слоя, до глубины 2 м. по трещинам и ходам червей. Процессы накопления «антропогенных» элементов (тяжелые металлы, кальций, фосфор, углерод и др.) приводят к высокому загрязнению ПЛС, начиная с самых ранних этапов функционирования городов. Среди процессов диагенеза, протекающих на глубине, отмечаются следующие: разрушение и минерализация органического вещества, гумификация на глубине, окarbonaичивание, миграция карбонатов и других солей, ощелачивание и подкисление, оглеение, глубокопочвенное иллювиирование и др. Кроме того, на свойства ПЛС большое воздействие оказали процессы антропогенных турбаций. Рассмотренные процессы формирования ПЛС древних городов определили их существенные отличия по строению и большинству физико-химических свойств не только от естественных, агрогенных почв, но и от антропогенно-преобразованных почв внегородских ландшафтов.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОКРОВОВ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Зазовская Э.П., Осокин Н.И., Сосновский А.В., Шишков В.А.

*Учреждение Российской академии наук Институт географии РАН, Москва,
zazovsk@rambler.ru*

На температурный режим и глубину протаивания почв оказывают влияние как внешние факторы – изменчивость метеорологических элементов и параметров снежного и мохового покровов, так и внутренние – влажность и теплофизические свойства многолетнемерзлых грунтов. Целью работы является анализ изменчивости метеорологических элементов, параметров поверхностных покровов и их влияние на температурный режим почв, а также оценка возможной вариации глубин промерзания и протаивания в районе ст. Баренцбург. Исследования температурного режима почв ведутся с 2007 года с использованием автоматического оборудования (логгеров).

В ходе обработки метеорологических данных о динамике температуры воздуха и толщины снежного покрова за последние 10 лет (2000–2009 гг.) установлено, что средняя положительная температура имеет небольшой отрицательный тренд $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{год}$, тогда как средняя отрицательная температура растет с интенсивностью $0,44^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Максимальная толщина снежного покрова в 2010 г. снизилась на 25 % по сравнению с 2007–2009 гг. Также в последние годы наблюдается увеличение количества оттепелей. При оттепелях формируются ледяные прослойки в снеге, уменьшается его толщина и увеличивается теплопроводность. Это способствует ускорению промерзания почвы в позднезимние месяцы. Температура воздуха в начале холодного периода – при небольшой толщине снежного покрова – в значительной степени определяет глубину промерзания.

При максимальной толщине снежного покрова 2 м температура почвы на глубине 1 м не превышает -2°C , тогда как при толщине снега до 0,5 м температура опускается ниже -6°C .

Измерения, проведенные в почвах расположенных на разных высотах над уровнем моря, показали, что температура почвы на глубине 70 см меняется от $7,4^{\circ}\text{C}$ на высоте 65 м над уровнем моря до 0°C на высоте 380 м над уровнем моря. Ход температуры почвы в основном повторяет ход температуры воздуха на этих высотах.

Температура почвы под моховым покровом толщиной 4 см, полученная на одной площадке, в среднем на 1 °С ниже, чем при его отсутствии. При понижении температуры на 2 °С температура поверхности почвы в отсутствии мохового покрова реагирует значительно быстрее, чем при наличии мохового покрова. Измерение температурного профиля почвы под моховым покрытием мощностью 8 см показали, что глубина протаивания составляет около 1 м, тогда как на соседнем участке без мохового покрытия температура почвы на этой глубине составляет 4 °С, и расчетная глубина протаивания, исходя из линии температурного тренда может достигать 1,9 м. Разница температуры грунта под моховым покровом и без него составляет в конце теплого периода порядка 2 °С, тогда как в середине теплого времени года эта величина достигает 4 °С. Было исследовано влияние мохового покрова разного видового состава на мощность протаивания почвы. Почвы, в моховом покрытие которых преобладает *Sanionia uncinata* s. (средняя мощность мха 5 см), дает рост глубины протаивания на 20 см, по сравнению с аналогичной почвой в моховом покрытие которой преобладает *Hylocomium splendens* s.

Важно отметить, что в отсутствии (или его разреженности) мохового покрова на поверхности почвы и при наличии почти 2-метрового слоя снега температура на глубине 1 м не опускается ниже –1,5 °С при существующем климатическом режиме. Такая небольшая отрицательная температура почвы, даже при небольших климатических изменениях, может приводить к формированию непромерзающих слоев – таликов, снижению прочности почв и грунтов, потери устойчивости на склоне и формированию, особенно в период весеннего снеготаяния, оползней. Что в последние годы широко наблюдается в районе исследований.

УДК 631.47

ГЕНЕЗИС ПОЧВ КАМЧАТКИ

Захарихина Л.В.

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, zlv63@yandex.ru

Наиболее полные сведения о вулканических почвах Камчатки и фактически первые представления о влиянии вулканизма на процесс почвообразования изложены в монографии И.А. Соколова «Вулканизм и почвообразование» [1973]. Им разработана первая классификация вулканических почв региона, дана их детальная систематическая характеристика по мор-

фологическим, микроморфологическим, химическим, физико-химическим, физическим и водно-физическим свойствам, описаны особенности минералогического состава и процессов внутрисочечного выветривания.

Полученные в последние десятилетия в интересах вулканологии детальные данные об истории голоценового вулканизма на Камчатке [Брайцева и др., 1997] о распространенности вулканических пеплов крупных извержений на территории Камчатки, их возрастах, петрохимических составах и принадлежности к источникам (вулканам) позволили по-новому взглянуть на генезис вулканических почв в условиях современной активной эксплозивной вулканической деятельности Камчатки.

В самом общем виде для вулканической деятельности характерна длиннопериодная цикличность. Самая первая, наиболее молодая (базальтоидная) стадия активного роста вулкана (вулканического центра) характеризуется часто повторяющимися извержениями незначительного количества пирокластического материала преимущественно базальтового, андезито-базальтового составов. Далее наступает длительный период покоя, который может заканчиваться крупным кальдерообразующим извержением (стадия зрелого кальдерообразующего вулканизма), продукты которого имеют риолитовый, риолито-дацитовый составы. Внутри образовавшейся кальдеры может начаться формирование нового базальтового конуса, и цикл может повториться. Каждой стадии соответствуют свои комплексы пирокластических отложений, имеющие определенный петрохимический состав и характерный объем извергнутого материала. Кроме отмеченной разницы в частоте извержений и составе поставляемого материала, молодая и зрелая стадии развития вулканов отличаются дальностью разноса пеплов и их объемами.

Выделяется комплекс факторов влияния вулканизма на почвообразование, характерный для разных стадий развития вулканов, включающий масштаб (объем, дальность разноса пеплов), частоту извержений и состав их продуктов.

Особенности почвообразования, обусловленные влиянием вулканизма разных стадий его развития, прослежены путем сравнения почв, сформировавшихся в голоцене под влиянием деятельности вулканов северной группы Камчатки (находящихся в молодой базальтоидной стадии развития) и активных вулканических центров южной части полуострова (характеризующихся в голоцене преимущественно кальдерообразующими извержениями).

Установлено, что для ранней стадии развития вулканов Камчатки характерны слоисто-пепловые вулканические почвы, образованные на андезито-базальтовых вулканических пеплах. С поверхности в них развиты органогенные горизонты, не достигшие субравновесного зрелого состоя-

ния, охристые горизонты не выражены и слабо проявлены иллювиальные процессы, содержание гумуса в почвах низкое, относительно повышены насыщенность основаниями и реакция среды (рН), при этом почвы имеют более богатый элементный состав.

Редкая периодичность крупных кальдерообразующих извержений вулканов южной Камчатки способствовала образованию охристых горизонтов (BAN), формирование специфических свойств которых (выраженное явление псевдотиксотропии, аномально высокие содержания полуторных оксидов) связано с продолжительным периодом нахождения их в зоне активного почвообразования под поверхностными органогенными горизонтами. Фактически наличие охристого горизонта в вулканических почвах является индикатором длительных перерывов активной вулканической деятельности.

В целом для зрелой кальдерообразующей стадии вулканизма типичны вулканические охристые почвы, сформированные преимущественно на риолито-дацитовых пирокластических отложениях, в которых присутствуют охристые горизонты и хорошо выражены иллювиальные процессы. Они характеризуются зрелыми поверхностными органогенными образованиями, высоким содержанием гумуса, кислой реакцией среды органогенных горизонтов, низкой степенью насыщенности почв основаниями и более низким содержанием большинства химических элементов.

УДК 631.445

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В КРИОАРИДНЫХ КОТЛОВИНАХ ГОРНОГО АЛТАЯ

Зольников И.Д.¹, Смоленцева Е.Н.²

¹Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, zol@iuggm.nsc.ru;

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
parabraunerde@rambler.ru

Криоаридные котловины Горного Алтая приурочены к высокогорной области (1400–2000 м н.у.м.). К ним относятся Чуйская и Курайская степи. Для их территорий характерны особые ландшафтно-экологические условия, определяющие специфику почвообразования и разнообразие почв. Климат котловин резкоконтинентальный экстрааридный. Он обуславливает низкую продуктивность растительных сообществ, а также специфику трансформации и минерализации органического вещества. Почвообразующие породы весьма разнообразны по составу и происхождению. С учётом

экологических условий, а также выделенных в настоящее время типов экзогенеза, можно утверждать, что для территорий высокогорных котловин характерен аридный экзогенез. Он характеризуется слабым развитием процессов химического и биологического выветривания в связи с низкой активностью водообмена в зоне аэрации. Элювиальные процессы ограничены глубиной максимального промачивания. В условиях экстрааридного климата химические процессы выветривания тормозятся недостатком влаги. Поэтому преобладает физико-механическое разрушение горных пород с образованием кластических (обломочных) продуктов выветривания с различным размером зёрен, от грубого щебня до фракций глины. В результате проведённых исследований в Курайской и Чуйской котловинах Горного Алтая получены новые сведения о разнообразии почв, их свойствах, генезисе и экологии. Впервые для диагностики почв использована система типодиагностических горизонтов Классификации почв России (2004), что позволило более адекватно охарактеризовать разнообразие почв высокогорных аридных котловин Алтая. На уровне самых высших таксономических рангов классификации, почвы Курайской и Чуйской котловин относятся к двум крупным стволам: постлитогенному и синлитогенному. В составе ствола постлитогенных почв на территории высокогорных аридных котловин выделено 7 отделов почв. Под фоновыми растительными сообществами пустынными и опустыненными степями формируются криоаридные почвы, которые входят в отдел палео-метаморфических почв. Этот почвенный тип соответствует представлению о зональном почвообразовании в условиях высокогорных степей. Синлитогенные почвы занимают достаточные площади в высокогорных аридных котловинах Алтая, особенно в Чуйской. Всего на их территории выделено 2 отдела и 7 типов синлитогенных почв. Формирование этих почв связано с современным осадконакоплением, проявляющимся в результате аллювиальных, эоловых и пролювиально-делювиальных экзогенных процессов. В целом же было установлено, что почвенный покров криоаридных высокогорных котловин образован 16 почвенными типами, которые объединяются в 9 отделов. Дифференциация ПП здесь в значительной мере определяется пространственной вариабельностью свойств литогенной основы ландшафта: поверхностных седиментов и рельефа. Особенно значимыми являются мощность рыхлых отложений, их гранулометрический состав и степень каменистости. Наличие местоположений с близким залеганием к поверхности грунтовых вод определяет формирование засоленных подтипов и галоморфных почв. На разнообразии почв оказывают влияние также экзогенные процессы: эоловые и делювиально-пролювиальные, а также деятельность роющих животных, в

результате чего образуются стратифицированные и турбированные подтипы почв. Выявлено также влияние криогенных процессов на почвообразование и свойства почв. Особенностью педогенеза котловин также является развитие сложных подтипов почв, сочетающих в себе признаки нескольких качественных модификаций типодиагностических горизонтов.

УДК 553.973.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ САПРОПЕЛЕЙ

Иванова Т.А.¹, Керечанина Е.Д.²

¹*ВГСХА, Великие Луки, 3ivanovat@rambler.ru;*

²*ВФПГУПС, Великие Луки, kerechanina@rambler.ru*

Важным фактором в решении складывающихся эколого-агрогеохимических проблем может стать использование сапропелей в сельском хозяйстве. Локальное внесение сапропелей помимо сорбции химических веществ, приводит к изменению микробиоценоза почвы, в результате чего уменьшается количество фототоксичных форм, накапливаются физиологически активные вещества, повышается коэффициент использования удобрений.

Дополнительное введение в почву органического вещества, приводит к ослаблению эффекта почвоутмеления, снижению заболеваемости растений корневыми гнилями, поддержанию высокого уровня плодородия и стабильности почвы.

Имеется достаточно обширная литература, касающаяся органических удобрений, технологии их заготовки и применения. Тем не менее, анализ состояния дел показывает, что в производстве это важное требование возврата в почву органического вещества постоянно нарушается. Более того, такая практика заложена в некоторые системы земледелия.

Результаты исследований показали, что происходит накопление доступного фосфора в среднем на 10–18 % от общего его содержания, причем обогащение наблюдалось для всей толщи почвы.

Источником пополнения водорастворимого фосфора, по-видимому, является дигидрофосфаты кальция и магния, образующиеся при взаимодействии сапропелей с суперфосфатом.

Иммобилизация подвижных соединений фосфора происходит и в результате минерализации органического вещества сапропелей, в частности, фосфорсодержащих соединений. Известно, что в процессе разложе-

ния органического вещества наряду с гуминовыми – и фульвокислотами образуются активные органические кислоты – шавелевая, уксусная, молочная, масляная и другие, обладающие, растворяющей и разлагающей способностью в отношении минеральных удобрений.

Как показал анализ экспериментальных данных, вынос фосфора с оросительными водами на исследуемых вариантах был в среднем в 1,3 раза ниже, чем на контроле.

Установлено, что концентрация подвижного калия в среднем повысилась на 6–10 % от общего его содержания, причем обогащение также имело место по всему профилю почвы.

Использование сапропелей ведет к улучшению агрохимических свойств почвы и более экономному расходованию хлорида калия. При введении сапропелей повышается поглощательная способность почвы, то есть способность удерживать водорастворимые и газообразные вещества. Благодаря этому уменьшаются потери водорастворимого калия, вымываемого в нижележащие почвенные горизонты. За весь период вегетации уровень загрязнения оросительных вод калием упал исключительно на всех вариантах с сапропелями, примерно на 30–60 % по отношению к контролю.

Повысилась доля кальция и магния в среднем на 7–35 % и на 4–19 % от общего содержания.

Процесс накопления кальция можно рассматривать как средство, способствующее закреплению в верхних слоях почвы гумуса, коллоидных частиц и сохранению их от вымывания в нижележащие горизонты. За весь период вегетации минимальный вынос кальция и магния зафиксирован на всех вариантах с сапропелевой прослойкой. В среднем он оказался ниже на 40–70 % и на 30–40 % по отношению к контролю.

Под влиянием микроэлементов сапропелей усиливалась ферментативная редукция нитратов. Подавление нитрификации приводило к блокированию процессов окисления аммонийного азота, изменению соотношения катион аммония и нитрат аниона, что приводило к конверсии в почве аммонийного азота. Как показали исследования, за весь период вегетации уровень загрязнения оросительных вод азотом в аммонийной форме упал исключительно на всех вариантах с прослойкой примерно в 2,0–2,7 раза по сравнению с контролем.

Резюмируя изложенные выше результаты, следует заключить, что рациональное использование сапропелей в земледелии позволит резко повысить эффективность сельскохозяйственного производства, обеспечить его природоохранный характер и стабильность. Характер стоящих в этой

связи задач требует расширенного и углубленного изучения целого ряда фундаментальных вопросов, а также создания моделей и разработки нормативов как основ агротехнологий и систем земледелия.

УДК 631.47 551.34

ОСОБЕННОСТИ ТУНДРОВОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭВОЛЮЦИИ ОЗЕРНО-ТЕРМОКАРСТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Каверин Д.А., Пастухов А.В., Елсаков В.В.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, dkav@mail.ru

Мерзлотные торфяники широко распространены в высоких широтах и являются одним из важнейших резервуаров углерода литосферы. Прогнозируемое потепление климата, подтверждаемое различными моделями и данными термического мониторинга, может обусловить усиление термокарстовых процессов, которые приведут к кардинальным изменениям в гидрологии субарктических экосистем и изменениям их баланса углерода. Изменения количества и площадей зеркал термокарстовых озер в областях сплошного, прерывистого и островного распространения многолетнемерзлых пород в большинстве случаев связываются с региональными и глобальными климатическими изменениями, и воспринимаются многими исследователями в качестве одного из интегрирующих показателей интенсивности и направленности криогенных процессов. Климатические условия влияют на мощность развития сезонно-талого слоя (СТС) и деградацию многолетнемерзлых пород (ММП), эрозионную деятельность вод, создающую возможность дренирования озер, или их комбинации.

Деградация мерзлоты и термокарст часто является пусковыми механизмами при миграции и дренировании тундровых озер, однако осушения озерных котловин часто провоцируют противоположный процесс – аградацию ММП, которая наблюдается преимущественно в котловинах исчезнувших (дренированных) термокарстовых озер.

Исследования проведены в контуре дренированного озера Опытное, осушение акватории которого было произведено в 1970 г. Территориально участок исследований относится к урочищу Юнкашор (бассейн р.Бол.Роговая, Большеземельская тундра, Ненецкий автономный округ). В первые годы наблюдалось активное охлаждение открытых донных отложений, ставших почвенно-грунтовым субстратом для формирования растительности.

Наблюдения Н.Б.Какунова показывают, что мощность многолетнемерзлых пород в 1995 г. под бывшими озерами в среднем составляла 10–12 метров.

Осушение озер было частью программы по получению кормовых укосов для совхозов Воркутинского района Коми АССР, где активно проводилась политика по адаптации животноводства к суровым климатическим условиям крайнего Севера. В условиях рыночной экономики данное производство было оценено как нерентабельное, в настоящее время идет активное зарастание заболоченных лугов ивой, что влечет растепление почво-грунтов.

Применение геоинформационных методов в изучении почвенных комплексов озерно-термокарстовых ландшафтов, наряду с полевыми исследованиями, позволило провести детальный анализ структуры почвенного покрова котловины. При этом, использовались спутниковые снимки высокого разрешения (разрешение пикселя – 1 м и более). Для котловин дренированных озер характерна выраженная заболоченность и относительная выровненность рельефа поверхности бывшего дна. Почвы формируются преимущественно на торфяных (донных) отложениях мощностью до 1 метра, подстилаемых ленточными глинами и песками. Преобладающим типом растительности являются заболоченные травянистые луга, осложненные заболоченными ивняками. Формирование мохово-кустарничковой растительности характерно для торфяных бугров.

Из криогенных образований, возникших после дренажа озера, следует выделить образовавшиеся бугристые торфяники с близким залеганием льдистой мерзлоты (0,4–0,6 м). Торфяники охвачены морозобойным расстрескиванием, степень покрытия растительностью различна, часть торфяных бугров лишены ее. В котловине встречаются торфяные мерзлотные бугры покрытые как кустарничковой растительностью (аналог целинных биоценозов приозерных торфяных террас), так и луговой растительностью.

Исследование структуры почвенного покрова выбранной котловины показало преобладание торфяных почв, при этом подстиание многолетней мерзлотой часто обнаруживается в пределах первого метра. Торфяные мерзлотные почвы характерны как для выпученных бугров, так и для заболоченных лугов, сформировавшихся на плоском дне котловины бывшего озера. Торфяные мерзлотные почвы заболоченных лугов были предложены для включения в список редких почв, формирующихся в экотоне «южная тундра – крайнесеверная тайга». За 40 лет в контуре котловины сформировался естественный водоток, дренирующий южную часть бывшего озера. В пойме ручья формируются молодые слаборазвитые оторфованные аллювиальные почвы.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА УРБОЛАНДШАФТОВ
Г. АРХАНГЕЛЬСКА**

Корельская Т.А., Анкудинова М.А., Кротова О.В.

С(А)ФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск, takorelskaya@yandex.ru

Органическое вещество является важнейшей составной частью почвы. Количественное определение гумуса и его группового состава проводилось в образцах почв г. Архангельска, взятых из генетических горизонтов почв различных ландшафтов – селитебного (реплантоземы – Р, культуроземы – К, урбаноземы – У), промышленного (Р, У) и лугового (луговые иллювиальные – Л). В качестве контроля была взята природная дерновая маломощная легкосуглинистая почва (Д), сформированная на суходольном лугу в 35 км от г. Архангельска.

Максимальное содержание органического вещества характерно для Д (26,51 %±1,23 %). Урболандшафты по уровню его накопления можно расположить в убывающий ряд: селитебный (17,82 %±1,15 %) > луговой (14,51 %±1,53 %) > промышленный (13,00 %±0,18 %). Различия содержания органического вещества в ландшафтах связаны с поступлениями в почвы центральной части города значительных количеств сажи и углеводов от передвижных и стационарных источников, в том числе посредством аэропереноса техногенных поллютантов в сторону селитебного ландшафта. В почвах селитебного ландшафта выявлена зависимость содержания органического углерода от их типа (Д > К > У > Р). Высокое содержание органического углерода в Д (24,6–27,5 %) и К (5,4–29,1 %) связано с длительностью почвообразовательного процесса, наличием мощного растительного покрова. Низкое содержание органического углерода в Р (0,75–10,1 %) связано с наименьшей степенью их сформированности, они созданы в районе новостроек путем смешивания торфа и песка. Л по уровню накопления органического углерода (13,1–15,4 %) близки к К, а почвы промышленного ландшафта (9,38–11,6 %) к Р и У селитебного ландшафта.

По уровню накопления гумуса исследованные типы городских почв располагаются в несколько иной последовательности: К > Р > У > Д – весной, что обусловлено длительным временем формирования К и их территориальным расположением. В осенний период можно заметить резкое увеличение содержания гумуса в У, что связано с интенсификацией разложения опада прошлого года. Накопление ГК осу-

ществляется в ряду: селитебный > промышленный > луговой, а фульвокислот – в обратной последовательности. В целом для региона характерен фульватный тип гумуса, процесс гумусообразования идет по деградационному типу. В почвах селитебного ландшафта процесс гумусообразования приближается к конденсационному типу, хотя в течение вегетационного периода все же происходит снижение степени гумификации и изменение типа гумуса от гуматно-фульватного к фульватному. Процессы образования ГК преобладают в К, на что указывает и сезонная динамика соотношения ГК и ФК – весной КГ:ФК составляет примерно 1:2 во всех типах почв, к осени это соотношение сохраняется только в К, в остальных типах почв увеличивается содержание ФК относительно ГК. Это указывает на высокую способность К к самовосстановлению и проявлению ими протекторной функции в отношении различных поллютантов.

Наибольшее накопление общего органического углерода, а так же ГК и ФК кислот происходит в верхнем горизонте и снижается вниз по профилю. Однако значение коэффициента местной миграции для ГК осенью по сравнению с весенним периодом в целом увеличивается (от 1,39 до 1,82), а для ФК уменьшается (от 1,72 до 1,21), т. е. происходит большее концентрирование в верхних слоях почвы ГК и меньшее ФК, т.к. последние, как более растворимые, вымываются в нижние горизонты, а ГК связываются в комплексы с минеральными составляющими почвы и удерживаются на поверхности.

Исследования поддержаны грантом РФФИ-Север области № 11-04-98800-а.

УДК 655.637:631.427.2 (571.64)

БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ВДОЛЬ ТРАССЫ НЕФТЕПРОВОДА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Костенков Н.М., Ознобихин В.И.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, kostenkov@ibss.dvo.ru

Нефть и нефтепродукты признаны наиболее распространенными загрязнителями окружающей среды. Вследствие этого загрязнение ими почв становится одной из крупных экологических проблем островных и континентальных территорий Дальнего Востока, где в настоящее время разрабатываются нефтяные месторождения и прокладываются магистральные трубопроводы. Одним из наиболее перспективных экологически чистых методов для восстановления нефтезаг-

рязненных почв и грунтов и их возвращения в природную среду после очистки является метод биологической очистки почв – биоремедиация, который нашел широкое применение во всем мире. Сущность биоремедиации сводится к максимально возможному ускорению самоочищения и самовосстановления биоценоза, при котором мобилизуются все биоресурсы и, в первую очередь, функциональная активность углеводородоокисляющих микроорганизмов, способных усваивать нефтепродукты в качестве единственно доступного источника углерода. Целью исследований является разработка дифференцированного регламента процесса самоочищения почв от нефтепродуктов путем активизации микрофлоры в зонах добычи и транспортировки нефти (трасса нефтепровода).

В результате проведенных исследований получены следующие результаты. Составлена почвенная карта м-ба 1: 25 000 в коридоре 1 x 1 км трассы нефтепровода по Приморскому краю. Определен состав, структура почвенного покрова трассы и рассчитаны площади различных типов почв. Проведены натурные исследования по самоочищению генетических горизонтов от нефтепродуктов путем компостирования и оптимизации физико-химических и агрохимических параметров почв, которые необходимы для активной жизнедеятельности аборигенной микрофлоры. Создана база данных по горизонтам почв по трассе нефтепровода по следующим показателям: уровень кислотности (рН водный, рН солевой и гидролитическая кислотность), содержание органического вещества (гумус), суммы поглощенных оснований, гранулометрический состав, содержание подвижных форм фосфора и калия. Разработаны критерии оценки основных физико-химических, агрохимических и агрофизических величин почв трассы по уровню: оптимальные – неблагоприятные – критические. Определен состав микрофлоры – (биогенность) и их биологическая активность по горизонтам почв трассы нефтепровода.

Установлены дифференциальные дозы органических, минеральных удобрений и извести необходимых для оптимизации условий почвенной среды и активизации углеводородоокисляющей способности аборигенной микрофлоры в зависимости от типа почв и их свойств. Сопряженное сопоставление типов почв трассы и их реальных свойств с рассчитанными «оптимальными» позволяет корректировать при помощи мелиорантов содержание всех компонентов почвенной среды в нефтезагрязненном слое до необходимого уровня путем традиционных агротехнических приемов.

ЭФФЕКТЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ АНТАРКТИДЫ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ СТАНЦИЙ

Лупачев А.В.¹, Ветрова А.А.², Овчинникова А.А.², Калинин П.И.¹

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

²Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина, РАН, Пуццино, a.lupachev@gmail.com

Почвы антарктических оазисов изучались на восьми ключевых участках в ходе 55–56 Российской Антарктической Экспедиции (2009–2011 гг) – станции Молодежная, Союз, Дружная-4, Прогресс, Мирный, Оазис Бангера, Ленинградская и Русская. Антропогенные объекты и сооружения занимают от 10–15 % (ст. Прогресс, Новолазаревская) до 80 % (обс. Мирный) свободной от льда территории, а зона активного влияния человека часто перекрывает всю их площадь. Интенсивность антропогенного воздействия хорошо иллюстрирует общепринятый показатель «плотности населения»: в пересчете на площадь оазисов и нунатаков в отдельные летние сезоны он может составлять от 24 чел./кв.км (ст. Прогресс-2) до 300 чел./кв.км (обс. Мирный), что сравнимо с плотностью населения США, Китая или стран Западной Европы – и это только учет численности состава российских станций (на территории одного оазиса могут одновременно базироваться от 2–4 (оаз. Холмы Ларсеманна, оаз. Ширмахера) до 7 (о–в Кинг-Джордж) научных станций различных государств).

Вскрыты глубокие и значительные различия между естественными и антропогенно-преобразованными почвами. В ненарушенных почвах содержание мелкозема (<1 mm) от 5–10 до 30 %. Вещества-загрязнители в этом случае интенсивно мигрируют вертикально, с дневной поверхности в глубокие слои почв и отложений, а затем и латерально – по поверхности монолитных скальных пород или по верхней границе многолетнемерзлых пород. Почвы, подверженные антропогенному воздействию содержат 40–50, а порой и до 70 % мелкозема. Несмотря на слабое оструктуривание и агрегирование материала, загрязняющие вещества способны аккумулироваться на поверхностях отдельных частиц и зерен, где широко распространены пленки вторичных минералов (показатель гигроскопической влажности достигает 3–7 %, в отличие от 0,5–1 % в ненарушенных почвах). Почвы, подвергшиеся антропогенному влиянию, содержат в 3–10 раз больше As, Pb, Cd и Cs, чем их фоновые аналоги. Почвы и грунты под линейными объектами и вблизи нефтебаз накапливают также нефтепродукты – от 150 до

600, а в локальных случаях 2200 мг/кг и более, что соответствует среднему и высокому уровням загрязнения (фоновая концентрация – 40–60 мг/кг).

Почвы Антарктиды, как единственная доступная среда обитания для значительной доли живых организмов, регулятор биогеохимических циклов биогенов и загрязнителей, источник эмиссии и резервуар стока газов, сфера накопления и превращения органического вещества, требуют детального изучения, восстановления и охраны. Проведенные авторами исследования и результаты работ международных природоохранных комиссий показывают, что современное экологическое состояние российских антарктических станций можно оценить как критическое, а отдельные случаи загрязнения (прежде всего нефтепродуктами и твердыми отходами) указывают на необходимость комплексной оценки экологического ущерба и скорейшего начала мероприятий по экологической ремедиации почв и грунтов оазисов Антарктиды. В настоящее время коллективом авторов ведется работа по выделению аборигенного консорциума микроорганизмов-нефтедеструкторов и, в конечном счете, созданию биопрепарата для ремедиации почв Антарктиды в местах расположения российских научных станций.

Работа выполняется в рамках грантов РФФИ (№ 10-05-00079-а) и Президента Российской Федерации (МК-5451.2011.5).

УДК 631.4:574.4

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ПОЧВАХ АЛЬПИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Макаров М.И., Ермак А.А., Малышева Т.И.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, mikhail_makarov@mail.ru

В экосистемах холодного климата закономерности функционирования почв и биоценозов контролируются рядом лимитирующих факторов, среди которых немаловажное значение принадлежит низкой доступности ресурсов питания, в первую очередь – азота. На примере экосистем субарктических и арктических тундр показано, что регулирование биогеохимического цикла азота в экстремальных условиях происходит с участием ряда специфических процессов, среди которых можно выделить: 1) прайминг-эффекты, возникающие в результате неоднократного замерзания и последующего оттаивания почв; 2) разделение потребления ограниченного ресурса между разными видами во времени, пространстве или по формам поглощаемых соединений, включая ассимиляцию азота органических соединений; 3) адаптацию биологической фиксации атмосферного азота к низкой температуре.

Исследования, проведенные в Тебердинском заповеднике с использованием изотопных методов, позволяют оценить, насколько активно вышеперечисленные процессы участвуют в контроле биогеохимического цикла азота в альпийских экосистемах Северного Кавказа. Оказывается, что некоторые показатели состояния азота в системе почва–микроорганизмы–растения в альпийских экосистемах отличаются от показателей, характерных для тундровых экосистем, что в целом отражает более высокую доступность элемента для питания организмов в первом случае. Об этом свидетельствует снижение роли микоризы в азотном питании альпийских растений, выявленное на основе анализа естественного изотопного состава растений, принадлежащих к разным функционально-микоризным группам. Другое отличие состоит в малой активности ассимиляции органических соединений азота (аминокислот) растениями, которая выявлена в экспериментах с изотопными метками ^{15}N и ^{13}C лишь для нескольких видов, получающих за счет этого не более 15 % общего азотного питания. Чередование процессов замерзания и оттаивания и связанные с этим пики доступности азота также не характерны для почв большинства альпийских сообществ. Лишь для почвы лишайниковой пустоши (сообщества малоснежных местообитаний) характерно промерзание зимой и наличие циклов замораживания–оттаивания осенью и весной. В результате этих процессов в наиболее бедной азотом альпийской почве создается необходимый запас азота, доступного для растений в начале вегетационного периода. Переход температуры через 0 °C в почвах других альпийских сообществ, характеризующихся большой мощностью снежного покрова и поздними сроками его таяния, является крайне редким событием, наблюдающимся только осенью в случае позднего формирования снежного покрова. Поэтому активизация процессов трансформации соединений азота за счет этого абиотического фактора в почвах альпийских лугов не имеет большого значения.

Вместе с тем, в альпийских экосистемах хорошо выражено разделение ресурса почвенного азотного питания между растениями и микроорганизмами, а также между отдельными видами растений. Микроорганизмы более эффективно используют азот органических соединений, в то время как растения предпочитают нитратный и аммонийный азот. При этом разные виды растений различаются по своим предпочтениям в минеральном азотном питании. Например, *Carex* sp. предпочитает нитратный азот, тогда как *Festuca ovina* и *Campanula tridentata* более эффективно поглощают аммонийный азот. Кроме того, среди растений выделяются некоторые виды (*Carex* sp., *Festuca ovina*, *Anemone speciosa*, *Campanula tridentata*), характе-

ризующиеся наиболее высокой эффективностью ассимиляции доступного азота и, следовательно, обладающие конкурентным преимуществом в азотном питании. В условиях ограниченности ресурса почвенного азота в альпийских экосистемах большое значение приобретает повышение доступности элемента вследствие его симбиотической фиксации из атмосферы. За счет фиксации атмосферного азота разные виды бобовых растений получают от 30 до 95 % общего азотного питания. Присутствие бобовых в составе фитоценоза локально активизирует процессы трансформации азота в почве, способствуя повышению доступности элемента и для других видов.

УДК 631.47

СКАЛЬНЫЙ «ЗАГАР» КАК ПРОДУКТ ЭНДОЛИТНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ГРАНИТОИДАХ В АНТАРКТИКЕ

**Мергелов Н.С.¹, Горячкин С.В.¹, Шоркунов И.Г.¹, Заповская Э.П.¹,
Черкинский А.Е.²**

¹Институт географии РАН, Москва, mergelov@igras.ru;

*²Центр прикладных изотопных исследований, Университет штата
Джорджия-Атленс, США, acherkin@uga.edu*

Скальный «загар» и эндолитные организмы – два широко распространенных феномена на Земле, которые подробно изучены по отдельности, однако их взаимодействие и генетическая связь практически не исследовались. Оба явления представляют безусловный интерес для почвенной науки – эндолитные организмы в качестве фактора почвообразования, а скальный «загар» как возможный продукт почвообразования. Они наиболее ярко выражены в экстремальных условиях антарктических оазисов, высокогорных регионов, пустынь и др. Эндолитные организмы – важные первичные продуценты в лишенных ледникового покрова участках Антарктики (Friedmann, 1982); активно заселяют структурные полости внутри породы и часто невидимы с поверхности. Другой характерной особенностью антарктических оазисов является красно-бурый оттенок скальных пород (гранитов, гнейсов и др.), который принято связывать с наличием на поверхности Fe-Mn-содержащих пленок и корок скального «загара». Задача исследования – изучить воздействие эндолитных организмов на породу и на формирование скальных «загаров» при помощи методов и методологии почвоведения (на примере гранитоидов в оазисах Восточной Антарктиды). Проведенные исследования показали, что у системы «эндолитные организмы–порода–продукты выветривания» имеются все признаки почвы: 1) есть слой породы, подверженный воздействию внешних

абиогенных факторов, 2) в нем функционируют живые организмы, синтезирующие и разлагающие органическое вещество (ОВ), 3) в результате воздействия биогенных и абиогенных факторов происходит трансформация исходной породы *in situ*, накапливаются и выносятся продукты трансформации, формируется вертикальная неоднородность в виде горизонтов, закладывается профиль. В приповерхностном объеме породы эндолитные цианобактерии, зеленые водоросли и лишайники синтезируют ОВ (фотосинтез возможен, так как порода содержит пропускающие свет зерна кварца и полевых шпатов) (Friedmann, 1982). Живая и мертвая биомасса эндолитных организмов организуется в виде отдельного микрогоризонта в пределах 1 см от поверхности, проникает на первые миллиметры в породу, покрывая зерна минералов пленками толщиной до десятков микрон. Компоненты ОВ участвуют в (био)химическом выветривании силикатов, физической дезинтеграции и биогенном/криогенном структурировании выветрелой минеральной массы. Такие функции эндолитного органогенного горизонта роднят его с «классическими» поверхностными органогенными горизонтами почв. В эндолитных органогенных горизонтах в гранитоидах оазиса Ларсеманн содержание углерода варьирует в пределах 0,2–3,3 %, азота – 0,02–0,47 %. Радиоуглеродный возраст ОВ – 480 ± 25 лет (ВР), что составляет среднее время пребывания ОВ в горизонте. Помимо мелкозема продукты выветривания представлены многочисленными, часто многослойными пленками и натеками на поверхности породы и нижней части десквамационной корки мощностью от первых микрон до первых миллиметров. Основными элементами в пленках являются O, C, Si, Al, Fe. По морфологии пленок соединения Si и Al в основном аморфные. Главные отличия в составе пленок и чистых поверхностей минералов: 1) относительное обеднение пленок Na, K, Al; 2) появление в их составе или накопление Mg, Ca, S, Fe и реже Cl; 3) высокое содержание C (10–50 %). Содержание Si близко или ниже чем в полевых шпатах. Выявлено сходство морфологии и состава пленок скального «загара» и органо-минеральных пленок в интерьере породы с эндолитным сообществом: 1) пленки скального «загара» тоже содержат биоту (мертвую или покоящуюся), 2) биогенные гроздевидные структуры скального «загара» схожи со структурами биопленок в интерьере эндолитной системы, 3) в обоих типах пленок присутствует выраженная Al-Si-аморфная составляющая, накапливаются Fe, Ca, S и др. Таким образом, некоторые разновидности скального «загара» могут являться продуктами эндолитного почвообразования, которые в результате десквамации были экспонированы, а затем трансформированы внешними факторами среды. Высказанная гипотеза не претендует на объяснение генезиса всех видов скального «загара», который может иметь различный, в том числе и аллохтонный генезис.

**ПОЧВЕННАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ
МАСШТАБА 1:1000000**

Михайлов И.С., Конюшков Д.Е., Михайлов С.И., Хохлов С.Ф.

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, Москва,
is-mikhaylov@yandex.ru*

Почвенная карта Российской Арктики в масштабе 1:1000000 охватывает территорию суши северной части Евразии и островов морей Северного Ледовитого океана, расположенных севернее 72° северной широты. При ее составлении использованы опубликованные и фондовые материалы Александровой В.Д., Васильевской В.Д. Говорухи Л.С., Городкова Б.Н., Горячкина С.В., Еловской Л.Г., Караваевой Н.А., Михайлова И.С., Орлова М.В., Сиско Р.К., Таргульяна В.О., Тетериной Л.В. Карта составлялась на основе космических фотопланов масштаба 1:1000000 с использованием тематических карты масштаба 1:1 млн и мозаики спектрональных космических снимков LANDSAT ETM+ с пространственным разрешением 30 м. Карта составлялась на основе стандартного топографического планшета масштаба 1:1 000000 в проекции Гаусса-Крюгера.

В результате создана цифровая карта, отображающая почвенный покров, почвообразующие породы, характер рельефа и почвенно-географические районы. На карте почвенного покрова отображаются почвенные выделы, характеризуется их внутренняя структура и входящие в них почвы. Всего обособлено 60 типов почвенных выделов. На карте почвообразующих пород показаны ареалы распространения поверхностных пород, как рыхлых, так и плотных осадочных и интрузивных пород. Особое внимание уделено регионам распространения жильных льдов. Карта рельефа отображают те формы рельефа, которые влияют на характер почвообразование. Карта почвенно-географических районов показывают территории, различающиеся экологическими условиями почвообразования. Всего на территории Арктики выделено 54 почвенно-географических района.

Почвенный покров Арктики развивается в суровых экологических условиях, на большей части территории, недавно освободившейся от ледниковых покровов. На крайних северных и молодых территориях (острова Комсомолец, Грейем-Белл, Хейса) на мелкозёмном субстрате развиваются почвы-плёнки под сине-зелёными водорослями, среди которых локально распространены «карманы» почв с маломощным, но

развитым профилем под моховой дерниной с участием высших растений. В более южных районах (остров Большевик, Северный остров Новой Земли) растительность образует сплошные бордюры по трещинам, под которыми развиваются маломощные почвы которые традиционно называются арктическими, или почвами мерзлотных трещин. Вероятнее всего, их можно называть фриозёмами. Они образуют сетчатый нанокомплекс с почвами-плёнками, расположенными под оголёнными пятнами. На участках, орошаемых талыми водами ледников и снежников преобладают арктические гидроморфные неоглеенные почвы (криозёмы). На возвышенностях, сложенных плотными породами, преобладают примитивные щелнистые почвы, образующие каменные многоугольники (литозёмы).

На более южных территориях на полуостровах Таймыр и Ямал в условиях хорошего дренажа также развивается сетчатый нанокомплекс слабogleевых гумусированных почв с почво-плёнками, расположенными под оголёнными пятнами. На лёгких и щелнистых породах формируется комплекс подбуров светлых также с почво-плёнками. На участках с плохим дренажем преобладают комплексы глеезёмов торфянистых, торфяно-перегнойных, торфяных. Часто встречаются реликтовые торфяники. При пересечённом рельефе глеезёмы могут образовывать сочетания со слабogleевыми гумусированными почвами, подбурами.

Существенно отличается почвенный покров восточного сектора Арктики, не пережившего оледенения. Большие площади заняты древними аллювиальными и озёрными отложениями с включением жильных льдов. На этих территориях располагаются тетрагональные болота, которые характеризуются комплексами глеезёмов торфянистых и торфянистых почв над ледяными жилами в северной части и глеезёмов торфяных и торфянистых в более южных регионах. При таянии жильных льдов образуется целый ряд эволюционных почвенных комбинаций, отображённый на карте. Свообразием почвенного покрова обладают территории дельт рек Лены, Пясины, образующие дельтовые комплексы.

Цифровая версия карты, по сравнению с традиционными печатными вариантами, обладает тем преимуществом, что позволяет использовать геоинформационные методы для осуществления пространственного анализа почвенного покрова, а также создавать и визуализировать карты по каждому параметру, внесённому в атрибутивную базу данных.

УДК 631.4

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ РОССИИ И СИСТЕМАТИКА
ГОРОДСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ****Прокофьева Т.В.¹, Лебедева И.И.², Герасимова М.И.², Мартыненко И.А.¹**¹*МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва,
tatianaprokofjeva@yandex.ru;*²*Почвенный институт им В.В. Докучаева РАСХН, Москва*

До настоящего времени городские почвы не были включены в «Классификацию и диагностику почв России» (КиДПР) по той причине, что ко времени ее издания в литературе отсутствовали достаточные фактические основания для рассмотрения городских почв как самобытных образований, которые целесообразно рассматривать в рамках почвенной классификации. Авторы КиДПР во многом отождествляли городские почвы с общей группой Техногенных поверхностных образований (ТПО).

Специфические типы городских почв были выделены на территории г. Москва в результате многолетних исследований группы М.Н. Строгановой, но могут быть приняты и для других городов таежно-лесной и других природных зон. Анализируя накопленные за последние десятилетия сведения, в том числе собранные в рамках разработки подзаконной документации к Закону г. Москва «О городских почвах», сотрудники факультета Почвоведения внесли предложение о введении в КиДПР городских почв и соответствующих диагностических элементов, что давно назрело и находится сейчас в процессе обсуждения.

Общей платформой, определяющей возможность включения систематики городских почв в КиДПР, является приоритет диагностических горизонтов и их систем в диагностике почвенных типов. При выделении диагностических горизонтов городских почв учитываются их положение в профиле, морфология, вещественный состав и диапазон значений химических свойств. Авторы предложения уточнили набор и определения диагностических почвенных и породных слоев-горизонтов; охарактеризовали центральные образы типов антропогенных почв, встречающихся на территории города, и границы между ними.

Уточнено определение горизонта урбик (UR) – горизонт аккумуляции и биогенной трансформации органо-минерального и искусственного материала формирующийся синлитогенно на дневной поверхности под воздействием поселений. Содержит не менее 10 % антропогенных включений (строительный мусор, угли, кости, слабо разложившиеся растительные остатки и др.).

Диагностический признак *ur* используется при менее выраженных проявлениях влияния городской среды, например содержании урбо-артефактов менее 10 %.

Таким образом, серогумусовые горизонты с признаками урбопедогенеза обозначаются индексом *A_{Yur}* – горизонт аккумуляции гумуса, формирующийся на поверхности преимущественно за счет постлитогенной проработки урбоседимента почвообразовательными процессами или, в условиях незначительного поступления и интеграции урботехногенного материала в естественные поверхностные горизонты.

Для техногенных грунтов целенаправленно или стихийно сформированных, слагающих разные элементы городских поверхностных образований, предложен индекс *TCH* (от греческого *téchnikos*). Для описания поверхностных образований полученных в результате рекультивации предложено ввести обозначение для слоев-горизонтов рекультивационных смесей. *RAT*–обогащенный гумусом минеральный материал с включениями органических остатков, *RT* органический рекультивационный горизонт – торфосодержащая смесь.

Урбаноземы можно выделять как отдел в стволе Синлитогенных почв. В этот отдел (с основным диагностическим горизонтом урбик) могут войти типы: урбанозем собственно с профилем *UR-D*, урбанозем на погребенной почве *UR-[ABC]*. В отделе «Аллювиальные почвы» могли бы появиться подтипы, отражающие процесс изменения состава аллювиальных отложений за счет добавления городского мусора, например, подтип аллювиальных серогумусовых глеевых с признаками урбопедогенеза.

Рассматриваемые классификационные разработки не имеют принципиальных расхождений, как в отношении общей идеологии, так и в конкретных ее проявлениях. Кроме того, накапливающиеся сведения о субстратах, почвоподобных образованиях и почвах городов и других антропогенных объектов позволяют представить постепенность пространственных и функциональных переходов и связей для пар «почва-непочва» и несколько смягчить жесткость разделительных рубежей между этими образованиями.

**ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПЕЩЕР
И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК****Семиколенных А.А.***Факультет почвоведения МГУ им. В.М.Ломоносова, Москва, aasemik@list.ru*

К настоящему времени описан ряд специфических подземных экосистем в пещерах и горных выработках. В зависимости от типа организмов низшего трофического уровня эти экосистемы можно разделить на следующие: 1) сапротрофный тип I (потребление органического вещества с поверхности или привнесенного человеком); 2) сапротрофный тип II (потребление органического вещества горных пород или газообразных углеводородов глубинного происхождения); 3) автохемолитотрофный тип (ассимиляция углекислоты воздуха при окислении соединениями серы, железа, марганца, водорода); 4) автофотолитотрофный (представленный водорослями, цианобактериями и мхами, формирующийся в искусственно освещенных пещерах под лампами или в привходовых зонах со слабым рассеянным светом). Возможны также смешанные типы из вышеуказанных. По способу связи с поверхностью подземные местообитания могут быть также классифицированы как: 1) активно связанные (развивающие карстовые системы, как правило, периодически или постоянно обводненные, или с интенсивным инфильтрационным питанием); 2) слабо связанные (как правило, глубинные полости, сформированные в иные климатические эпохи или гипогенного происхождения, вмещающие экосистемы 2-го и 3-го типов, где эндогенные потоки вещества и энергии преобладают); 3) фоссилизированные (местообитания не имеющие значительных современных потоков вещества и энергии, вмещают реликтовые экосистемы – стабильные или медленно деградирующие).

Зоны контакта и взаимодействия организмов и минерального субстрата, исследованные на стенах пещер, функционально выполняют роль почв на дневной поверхности, осуществляя регуляторную, структурную и биоаккумулятивную функции в подобных экосистемах. Они обладают твердофазным каркасом и имеют систему генетических горизонтов субпараллельных фронту действующих факторов при мощности от нескольких миллиметров до 5 сантиметров. Это позволяет рассматривать их не только функционально, но и структурно в качестве биокосных природных почвоподобных тел, имеющих инситный вертикально-анизотропный профиль. Предполагается, что подходы и методы генетического почвоведения могут быть наиболее эффективны в изучении состава, организации, генезиса и функционирования

почвоподобных тел как компонентов экосистем карстовых пещер. Оценка функциональной роли почвоподобных тел пещер, позволяет разработать подходы к изучению и оценке продуктивности малых условно изолированных автохемолитотрофных экосистем, в том числе при поиске жизни в подповерхностной среде других планет солнечной системы.

В ранних публикациях посвященных исследованию пещеры Лечугия (США) для наименования почвоподобных тел пещер использовался термин «corrosion residue» (Cunningham, Northup et al., 1994), при этом отмечалось, что «..остаточный порошкообразный материал, обнаруживаемый в пещере, оказывается нетронутым продуктом микробиальных процессов, участвующих в почвообразовании на поверхности известняковых и доломитовых пород» (перевод). Позднее нами был употреблен термин «cave soil» (Maltsev, Korshunov, Semikolenykh, 1997) или «почвоподобные тела пещер» (Семиколенных, Таргульян, 2010) при описании процессов в пещерах хребта Кугитангтау (Туркменистан). В поздних публикациях американские авторы уже уверенно используют термин «спелеопочвы» – «Speleosol: a subterranean soil» (Spilde M., Kooser A., Boston P., Northup D., Proc. of 15th Int. Congress of Speleology, Vol.1, pp. 338–344, 2009).

УДК 631.10

ПОЧВЕННЫЕ МИКРОКАТЕНЫ НА СКЛОНАХ КАРСТОВЫХ ВОРОНОК

Смирнова М.А., Геннадиев А.Н.

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

Современные представления о географии почв карстовых районов бо-реальных областей базируются, в основном, на изучении почв, находящихся в автономных условиях почвообразования и формирующиеся на разных почвообразующих породах. Следует отметить, что в районах с широким развитием поверхностного карста преобладающими являются почвы, формирующиеся в пределах склонов карстовых форм рельефа. Особенности изменения почв в пределах микрокатен карстовых форм рельефа описаны в литературе в общих чертах и часто имеют теоретический характер. Наиболее распространенными карстовыми формами рельефа являются карстовые воронки, представляющие собой конусообразные отрицательные формы рельефа со слабоволнистыми склонами и средними углами наклонов склонов 25–30 градусов. Объектом нашего исследования были склоновые сопряжения почв карстовых воронок северотаежных (Архангельская область,

заповедник «Пинежский», четыре ключевых участка) и южнотаежных ландшафтов (Пермский край, один ключевой участок), а так же ландшафтов широколиственных лесов (республика Башкирия, заповедник «Шульган-Таш», один ключевой участок). На каждом ключевом участке, характеризующимся литогенной однородностью, были исследованы по три карстовые воронки – малая (диаметром до 10 метров), средняя (диаметром от 10 до 20 метров) и большая (диаметром более 20 метров). Почвенные разрезы закладывались на межворонковых пространствах, средних и нижних частях склонов (для всех воронок), а так же в верхних частях склонов (для воронок большого диаметра).

В пределах почвенных микрокатен по направлению от верхних частей склонов к почвам нижним частям склонов происходит увеличение мощности и уменьшение гумусированности верхних гумусово-аккумулятивных горизонтов на всех исследованных участках. Формирование более мощных гумусовых горизонтов в нижних частях склонов карстовых воронок связано с латеральным поступлением органоминерального материала с более высоких гипсометрических позиций и его аккумуляцией в почвах нижних частей склонов. Более низкие содержания органического вещества в гумусово-аккумулятивных горизонтах нижних частей склонов карстовых воронок связаны с его преимущественно аллохтонным происхождением и активным протеканием процессов его автохтонной минерализации. Содержание органического углерода в гумусово-аккумулятивных горизонтах нижних частей склонов, в среднем, в 1,5–2 раза меньше, чем в почвах верхних частей склонов. Степень морфологической выраженности и мощность элювиальных (подзолистого, элювиального и гумусово-элювиального) и срединных (иллювиально-железистого, текстурного, структурно-метаморфического) горизонтов в пределах микрокатен по направлению от верхних частей склонов к нижним частям склонов уменьшаются. Таким образом, почвы нижних частей склонов в радиальном отношении менее контрастны, чем почвы верхних и средних частей склонов. Следует отметить, что почвы нижних частей склонов микрокатен карстовых воронок, приуроченных к разным биоклиматическим и топо-литологическим условиям, более сходны между собой по морфологическим, физическим, физико-химическим свойствам, чем почвы средних и верхних частей микрокатен. Таким образом, процессы массопереноса в пределах почвенных микрокатен по направлению от верхних частей склонов к нижним отмечается конвергенция морфологических, физических и физико-химических свойств почв, формирующихся на разных почвообразующих породах и в разных биоклиматических условиях.

ЭКСТЕРРАСОЛИ – ПОЧВОПОДОБНЫЕ ТЕЛА НА МАРСЕ

Таргульян В.О., Мергелов Н.С., Горячкин С.В.

Институт географии РАН, Москва, votargulian@gmail.com

Термин «почвы» используется в зарубежной литературе для обозначения любых рыхлых покровов Марса и Луны, независимо от их генезиса (Retallac, 2001; Soderblom, 2004). С ортодоксальных научных позиций это не почвы, т.к. эти планеты не имеют биоты, а Луна не имеет и атмосферы. Кроме того, такое определение не разделяет инситно образованные рыхлые покровы от перемещенных осадочных. Почвоведение определяет почву как открытую биокосную систему, формирующую *in situ* твердофазный почвенный профиль – память о факторах и процессах почвообразования. Среди абиотических реголитов Марса вероятно распознавание инситно дифференцированных профилей, связанных с действием абиогенных кислых или засоленных водных растворов на исходные базальты или продукты их переотложения (Астросоли по Amundson et al, 2008; Certini et al, 2009). Можно ли такие инситные экзогенные тела считать почвами? Предлагается расширенная концепция формирования планетарных экзогенных тел и покровов – экзонов (E), различающихся по генезису: ситоны (ES) – инситно образованные вертикально-анизотропные тела, трансоны (ET) – слоистые осадочные покровы, образованные латеральным переносом вещества, трансситоны (ETS) – тела и покровы, образованные одновременным или попеременным действием инситных и латеральных экзогенных процессов. Эта концепция является расширением формулы почвообразования

$[S = f(c1, o, r, p)t]$ на Земле, как на биосферной планете, – до универсальной формулы любого планетарного экзогенеза, экзон (E) является функцией взаимодействия любых биотических и/или абиотических экзогенных агентов (a) с материнской породой

$[E = f(a1, a2, a3 \dots c1, r, p)t]$, где $a1, a2, \dots$ могут быть любыми самыми экзотическими факторами (солнечный ветер, микрометеоритная бомбардировка и др.) в сочетании с планетарным климатом (c1), рельефом (r), породой (p). Ситоны и трансситоны отражают и запоминают действие экзогенных факторов и процессов *in situ*, в «точке», в каждом месте их взаимодействия (Таргульян и др., 2010). В таком смысле ситоны и трансситоны Марса, как инситная память экзогенеза $[ES$ (или ETS) = $f(c1, r, p) t]$, являются абиотическими аналогами земных

почв – биокосных ситонов и трансситонов Земли как биосферной планеты; они отличаются от почв отсутствием биоты, но сходны – наличием инситного профиля как памяти о процессах и факторах экзогенеза. Их можно относить к группе внеземных экзогенных почвоподобных тел. Предложенное ранее название Астросоли кажется не вполне удачным, так как латинское слово «astrum» означает – звезда, но совершенно понятно, что ни о каких почвах и даже рыхлых покровах на звездах не может быть и речи. Речь идет о рыхлых покровах на землеподобных планетах (terrestrial planets) с силикатной литосферой и о почвоподобных внеземных (extraterrestrial) объектах. Более точно их можно было бы называть Экстеррасоли, понимая под ними ситоны и трансситоны планет земной группы и их спутников (Меркурий, Луна, Венера, Марс) Традиционно в качестве земных аналогов экстеррасолей Луны и Марса рассматриваются почвоподобные тела земных экстремальных местообитаний, прежде всего, Антарктиды, хотя абсолютно абиотических субстратов не удается найти даже на самых близких к южному полюсу сухих и холодных нунатаках. Наибольшее сходство с марсианскими экстеррасолями представляют вертикально стратифицированные почвоподобные тела на рыхлых субстратах без признаков макробиоты (“ahumic soils” по Уголини, Тедру), в которых вертикальная неоднородность создается преимущественно абиотическими процессами, включая физическое выветривание, миграцию солей и оксидогенез Fe. Особую категорию микростратифицированных объектов составляют загары и эпи/эндолитные ситоны на и под поверхностью скальных пород в Антарктиде (Горячкин и др., 2009). Другими возможными аналогами экстеррасолей могут служить вертикальные солевые профили почв жарких ультрааридных областей пустыни Атакамы (Amundson et al, 2008).

УДК 631.4

УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ОАЗИСЕ ШИРМАХЕРА (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)

Фёдоров-Давыдов Д.Г.¹, Зазовская Э.П.², Седов С.Н.³, Дергачева М.И.⁴,
Кривушин К.В.¹, Мионов В.А.¹

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушино, muss@orc.ru;*

²*Институт географии РАН, Москва, zazovsk@rambler.ru;*

³*Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México;*

⁴*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
mid555@yandex.com.*

Оазис Ширмахера (70°44'–70°46' ЮШ, 11°21'–11°55' ВД, общая площадь – около 34 км²) имеет форму узкой полосы свободной ото льда суши, вытянутой в субширотном направлении и отделенной от моря шельфовым ледником Лазарева. Он представляет собой мелкосопочник, сложенный преимущественно докембрийскими кислыми метаморфическими породами. Согласно новейшим представлениям, заключительный этап дегляциации территории происходил в интервале 6700–2200 лет назад, стало быть, возраст педогенеза исчисляется здесь несколькими тысячами лет. Почвообразующие породы представлены полимиктовыми песками, супесями и легкими суглинками, для которых характерно высокое содержание фракции крупной пыли и значительная каменистость.

Климат оазиса холодный и сухой. По данным станции Новолазаревской среднегодовая температура воздуха равна –10,3 °, температура августа – (–17,9 °, а января – (–0,4) °С. Вместе с тем, за счет высокой солнечной радиации поверхность рыхлых отложений в летние дни может нагреваться до 25–30 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 52 %, а скорость ветра – около 10 м/с. Отсутствие непрерывного снежного покрова обуславливает чрезвычайную контрастность условий увлажнения, главным источником которого служат сезонные и многолетние снежники, формирующиеся в ветровой тени сопок и интенсивно тающие в летний период. В свою очередь, это определяет контрастность температурного режима и сезонного протаивания почвогрунтов. На сухих склонах и террасах мощность деятельного слоя равна 40–50 см, а средняя температура января на глубине 20 см – 2,6–3,4 °С, на влажных же участках долин и озёрных котловин глубина протаивания равна 70–100 см, а средняя температура – 4,1 °С.

Протекание химических и биохимических гипергенных процессов наиболее вероятно в днищах долин, озёрных котловин и на некоторых склонах преимущественно северо-западной экспозиции (подветренных), вблизи от снежников, то есть в тех ландшафтных фациях, которые испытывают летом нормальное или избыточное увлажнение. В непосредственной близости от снежников часто встречаются моховые сообщества, площадь которых может достигать до десятков м². К ним приурочены почвы с органопрофилем, включающим целый набор органо-аккумулятивных горизонтов: подстилочный О, образованный мертвыми, но не потерявшими морфологического строения подушками мхов; обычно фрагментарно выраженный торфянистый горизонт ТJmг и органоминеральный горизонт ТВ, представляющим собой песок или супесь, слабо скрепленные ризоидами мха. В гумусированном минеральном горизонте часто встречаются линзочки оторфованного материала, погребённые в результате эоловой деятельности или криогенных процессов. Микроморфологически в этом горизонте диагностируются глобулярные формы организации органического вещества. Общая мощность профиля подобных почв может достигать 15–20 см, но чаще составляет 3–10 см. В большинстве случаев они характеризуются фульватным типом гумуса (соотношение Сг.к./Сф.к. составляет 0,26–0,47), в составе гуминовых веществ преобладают компоненты первой фракции. Радиоуглеродное датирование, проведенное для одного из подобных профилей, позволило оценить возраст нижней части органогенной толщи в 250–300 лет.

Во влажных днищах долин и вблизи озер, где наблюдается обильный рост сине-зеленых водорослей, имеет место образование примитивных почв, включающих своеобразные горизонты К или ОК, хорошо отделимые от нижележащего почвогрунта. Эти горизонты имеют вид маломощных (до 0,5 см) ломких корочек, минеральный материал которых пронизан нитчатыми водорослями. Отношение Сг.к./Сф.к. в этих почвах очень узкое – 0,11–0,14.

В сезонно затопляемых участках котловин некоторых солёных озер с морским типом минерализации были описаны почвы, сформированные в восстановительных условиях. В составе их профиля присутствует водорослевой мат, сульфидный и глеевый горизонты. Отдельного внимания заслуживают так называемые «безгумусовые почвы», локально встречающиеся на сухих и лишенных растительности озерных террасах и имеющие охристо-бурую окраску верхнего горизонта. Есть основания считать их реликтами гидроморфных стадий развития террас.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЯМ СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ

Чугунова М.В., Бакина Л.Г., Маячкина Н.В., Капелькина Л.П., Бардина Т.В., Герасимов А.О.

*НИЦ центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург,
bakinalg@mail.ru*

Постоянно усиливающийся техногенный прессинг и загрязнение окружающей среды обуславливают чрезвычайную актуальность исследований по устойчивости экосистем к поллютантам и экологическое нормирование загрязнений. Очевидно, что решение данных вопросов невозможно без проведения длительных натуральных экспериментов по изучению влияния разных доз загрязнителей на компоненты экосистем и динамики процессов самовосстановления.

Устойчивость разных типов почв к нефтяному загрязнению изучалась в условиях многолетних полевых опытов на территории Ленинградской области. Были изучены минеральные и автоморфные почвы:

- дерново-подзолистая суглинистая почва на карбонатной морене под разнотравно-злаковой залежью (выбрана как пример экологически устойчивой почвы);
- подзол иллювиально-железистый песчаный на водно-ледниковых отложениях, растительность – сосняк лишайниково-зеленомошный (пример уязвимой в экологическом отношении почвы с низкой величиной ассимилятивной емкости); а также
- гидроморфная органогенная почва (торфяно-болотная олиготрофная).

Для оценки степени нарушенности (ненарушенности) важнейших биологических составляющих экосистем и их экологических функций в результате нефтяного загрязнения выбраны следующие интегральные показатели:

- дыхание почв (продуцирование CO_2) и средорегулирующая активность (скорость и интенсивность ответной реакции микрофлоры на нарушение химического равновесия) – как показатели функциональной активности микробоценоза, его экологической пластичности и ассимилирующей активности;
- надземная биомасса, видовой состав растений и некоторые общие показатели состояния растительного покрова как показатели продукционной способности биогеоценоза;

- показатели токсичности природных вод, для которых данный биогеоценоз является транзитным (для исключения риска загрязнения сопредельных сред и экосистем).

Установлено, что исследованные биогеоценозы существенно различаются как по величине ассимиляционной емкости по отношению к нефти, так и механизмами реализации ассимилирующей (самоочищающей) способности.

Биоценозы песчаного подзола оказались значительно более чувствительными к ингибирующему воздействию загрязнения, чем биоценозы дерново-подзолистой почвы. Однако в обеих минеральных почвах уменьшение содержания нефтепродуктов было обусловлено активностью аэробных микроорганизмов.

В ряду исследованных почв по характеру и направленности восстановительных процессов торфяно-болотная почва занимает особое положение. При высоких уровнях загрязнения в этой почве, по всей видимости, происходила не аэробная деструкция углеводородов нефти до углекислого газа и воды, а их трансформация в результате абиотических процессов, а также деятельности анаэробной микрофлоры.

Различный уровень естественного иммунитета и устойчивости почв в условиях нефтяного загрязнения должен быть учтен при экологическом нормировании и определении предельно допустимых (критических) экологических нагрузок поступления загрязняющего вещества (нефти) на почвы.

Симпозиум 6

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕРТИФИКАЦИИ, НОРМИРОВАНИИ, ОЦЕНКЕ И МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.4

РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю.

ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт - Петербург, soilmuseum@bk.ru

В историческом времени масштабы коренного преобразования почвенного покрова на планете возросли более, чем в 30 раз. В последние десятилетия изменения почв в результате деятельности человека приобрели качественно новые черты. На обширных территориях антропогенные формы почв замещают естественные почвы. При этом, человек не может создать почвы подобные природным аналогам, он лишь конструирует почвоподобные тела, используя материал гумусовых горизонтов естественных почв.

В настоящее время практически повсеместно естественные почвы испытывают возрастающее прямое (загрязнение) или косвенное (потепление климата) воздействие. В результате климатские почвы переходят в неустойчивое состояние.

Оценить масштабы изменений экологических функций почв (газрегулирующая, санитарная, сохранение биоразнообразия, воспроизводство плодородия и другие), и построить модели прогноза их последствий для экосистем возможны только при организации сети почвенно-экологического мониторинга в различных типах ландшафтов. Одной из главных задач в организации мониторинга, от которой зависит его эффективность, является выбор реперных объектов в наибольшей степени отвечающих целям наблюдений. Почвенные коллекции могут особенно эффективно использоваться при выборе объектов мониторинга.

Собрание почвенных монолитов Центрального музея почвоведения имени В.В. Докучаева насчитывает более 2 тыс. единиц. Монолиты, отобранные в различных природных зонах по одной методике, хранят

бесценную информацию о морфологическом строении, составе и некоторых свойствах на момент взятия. Значительная часть почвенных монолитов имеет точную географическую привязку места отбора, что позволяет провести повторное взятие монолита (образцов) и сделать сравнительную оценку состава и свойств почв за известный промежуток времени.

Коллекции музея создавались в течении ста лет. Часть монолитов была отобрана более 50–60 лет назад, т. е. до начала периода активного техногенного воздействия на почву. Особое значение коллекции почвенных монолитов заключается в сохранении образа эталонов типов почв разных природных зон. В музее настоящее время начата работа по созданию базы данных коллекции почвенных монолитов для цели мониторинга.

Одной из наиболее перспективных территорий на Северо-Западе России для организации почвенно-экологического мониторинга является Лисинское учебное лесничество. Аргументами для этого являются:

1. наличие серии почвенных монолитов, имеющих точную пространственно-временную привязку,
2. разнообразие типичных для Северо-запада экосистем,
3. хорошо изучена история двухсотлетнего освоения территории,
4. удобное географическое расположение в крупном агропромышленном регионе и относительная удаленность от промышленных объектов.

Регулярное исследование почв в лесхозе были начаты А.А. Роде 80 лет назад, и уже в 1930 году участникам II Международного конгресса почвоведов была продемонстрирована серия почвенных разрезов на территории Лисино (сотрудникам музея в 2011 году удалось точно установить все места заложения разрезов). Генетические исследования почв лесхоза связаны с именами известных ученых – И.В. Тюрина и В.В. Пономаревой. Разнообразные по тематике почвенные исследования проводились сотрудниками Лесотехнической академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербургского государственного университета, Центрального музея почвоведения имени В.В. Докучаева.

На основании изучения коллекций почвенных монолитов, анализа и обобщении материалов изучения почвенного покрова Лисинского лесхоза планируется организовать почвенно-экологический мониторинг на 11 полигонах. Определены цели, задачи и содержание мониторинга.

ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г., Гусейнова С.М.

*НАН Азербайджана Институт Почвоведения и Агрохимии, Баку,
maharram-babayev@rambler.ru*

Одним из глобальных важных и актуальных проблем XXI века является рациональное использование почвенных ресурсов. Почва является важнейшим фактором, обеспечивающий продуктивность сельского хозяйства, сохранение природных биоценозов, а также выполняет обеспечение экологической безопасности.

Несмотря на огромное количество информации о почвах и почвенном покрове, накопившиеся за долгие годы почвенных исследований в виде табличных материалов, текстов, описаний, схем в Азербайджане отсутствует почвенно-информационная система базы данных, которая бы по новому оценила инвентаризацию, паспортизацию земельных ресурсов для рационального использования, охраны и восстановления почв. Все эти существующие материалы, отражающие биологическое разнообразие генефонда, должны входить в банк данных, отвечающие уровню мировых стандартов. В связи с этим давно созрела необходимость создания почвенно-географической база данных и в Азербайджане.

Учитывая опыт составления базы данных Евросоюза, почвенной службы США и ООН по Продовольствию и Сельскому Хозяйству, а также почвоведов России, нами была сделана попытка в первичном варианте создать почвенно-географическую базу данных республики.

Азербайджан – страна с музейным набором почв, что связана с ее географическим положением территории, которая расположена в двух климатических термических зонах суббореальной субтропической. Для удобства использования все разнообразие почв сгруппированы по биологическим ландшафтным зонам:

Почвы альпийских, субальпийских лугов и луговых степей (луговые-*Umbrisols*; лугово-лесные и лугово-степные – *Phaeozems*).

Почвы мезофильных лесов (бурые–лесные – *Cambisols*).

Почвы влажных и полувлажных субтропиков (желто-бурые–*Stagnic Luvisols*, желтоземы –*Luvisols*, желтоземы глеевые – *Acrisols*).

Почвы ксерофильных лесов и кустарников (коричневые и лугово-коричневые – *Kastanozems*, черноземы – *Chernozems*).

Почвы сухих субтропических степей и полупустынь (серо-коричневые, серо-коричневые луговые – Kastanozems, серо-бурые – Qypsisols, сероземы, лугово-сероземные – Calcisols),

Почвы пойм и низинных лесов (лугово-лесные – Fluviols, луговые – Gleysols, болотные – Gleysols, солончаки – Solanchoks, пески, комплексы почв).

Антропогенно преобразованные почвы (желтоземно-орошаемые – Irraqri Acrisols, серо-коричневые орошаемые – Irraqri Kastanozems, сероземы, серо-бурые орошаемые – Irraqri Qypsisols), ирригационно-аккумулятивные сухостепные – Irraqri–Accumulic Antrartivic Kastanozems, ирригационные–аккумулятивные полупустынные – Irraqri–Accumulic Anthric calcisols.

Техногенно-нарушенные (нефтезагрязненные – Oil Pollotinq, Почвы грунты – Soil Ground).

Нами сделана попытка в первичном варианте создание почвенно-географической база данных республики. Практическая работа предусмотрена провести в три этапа.

Создание общенациональной почвенно-географической база данных в масштабе 1:500 000. Почвенная карта содержит информацию о границах ареалов распространение генетических типах, подтипах почв (85 наименований, 29 антропогенно измененные), в том числе гранулометрического состава почв, почвообразующих пород, степень эрозии и засоление почв.

Создание профильной информационной базы данных по почвам Азербайджана. Отбор типичных профилей, имеющих географическую привязку и обеспечение полным набором морфологических и физико-химических свойств на основе легенды почвенной карты.

Обобщение и генерализация экоморфогенетических показателей, степень антропогенного использования типологических единиц Почвенной Карты Азербайджана. Для каждого почвенного типа и подтипа подобрать типичные усредненные почвенные профили. С целью систематизации данных о строении типичных-эталонных почвенных профилей разработана единая форма показателей в последующей последовательности: классификационные положения почв, экологические условия, морфологическое строение, генетические горизонты, химический состав, агрофизические показатели, биологические и агрохимические показатели. Предложенная система проверена на примере орошаемых серо-коричневых почв – Irraqri Gleyic Kastanozems.

ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ СУХОЙ СТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

Батхишиг Очирбатийн¹, Голованов Д.Л.², Ариунболд Е.¹, Бажа С.Н.³,
Гунин П.Д.³, Данжалова Е. В.³, Петухов И.А.⁴, Сорокина О.И.², Энх-Амгалан С.¹

¹Институт географии АН Монголии, Улан-Батор;

²Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,
dm_golovanov@mail.ru;

³Институт Проблем Экологии и Эволюции имени А.Н. Северцова РАН, Москва;

⁴ФГУП «Госземкадастръёмка» ВИСХАГИ, Москва

В экотонной полупустынно-сухостепной зоне Монголии отклик экосистем на климатические изменения наиболее резок. Именно здесь отмечается тенденция климатической аридизации, в отличие от собственно пустынь, где ситуация стабильна и даже несколько увеличилось количество осадков (Гунин, Бажа, 2005). По четырем метеостанциям Среднегобийского аймака до 2009 года устойчиво росли среднегодовые температуры воздуха и почвы, особенно вегетационного периода. В Центре Среднегобийского аймака с 50-х годов отмечено снижение на 30 % годового количества осадков (со 160 до 120 мм). Существенно возросло число дней с сильными ветрами.

Как следствие аридизации происходит активизация геоморфологических процессов – водной и ветровой эрозии, усыхание озёр, понижение уровня грунтовых вод, повышение их минерализации. В итоге происходит снижение продуктивности пастбищ, снижение их ёмкости на фоне возрастания поголовья домашних животных.

По данным мониторинга растительного покрова на значительных площадях происходит замещение сухостепных злаковых сообществ луковыми из лука многокорешкового (*Allium polyrrhizum*) – доминанта пустынных степей и остепненных пустынь Монголии. В результате это приводит к смещению южной границы подзоны сухих степей на 100–120 км к северу по сравнению с картографическими материалами, опубликованными в 1974 и 1981 году, что диагностируется как процесс биологического опустынивания (Гунин и др., 2009, 2010).

Наряду с дегумификацией верхних горизонтов светло-каштановых почв, происходят и другие изменения, сближающие их с бурыми аридными: засоление, отакыривание, опесчанивание, гаммадизация. Наиболее ярким процессом, обуславливающим опустынивание почв и экосистем южных вариантов степей, является субэаральное ощелачивание почв во-

доразделов в результате эолового выноса на промытые от солей и сложенные легким материалом плакоры засоленного мелкозема из солончаковых и озерных депрессий. Плотная поверхностная корневая система лука приводит к иссушению почв ниже 0,7 максимальной гигроскопичности, слоеватому сложению почв.

Сочетание перевыпаса с засушливой климатической фазой многолетнего цикла приводит к триггерному эффекту взаимного усиления климатической аридизации и антропогенной деградации:

- разрушение дернины – активизация водно-эрозионных процессов;
- снижение кормовой ценности плакоров – увеличение нагрузки на гидроморфные и полугидроморфные экосистемы – активизация эолового выноса песка на водоразделы;
- переуплотнение почв – активизация физического испарения – засоление почв – снижение кормовой ценности растительных сообществ;
- вынос из солончаковых депрессий не только песка, но и солей – субаэральное засоление и ощелачивание почв плакоров, формированию условий для смещения биотического равновесия в сторону более гало- и алкалофильных полупустынных и пустынных видов.

УДК 631.4:528.8

ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ ПОЧВЕННОМ ДЕШИФРИРОВАНИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Березин Л.В., Ли М.А., Невенчанная Н.М., Жданов А.В.

ФГБОУ ВПО ОмГАУ им.П.А. Столыпина, Омск, adm@omgau.ru

В связи с упразднением системы Росгипрозем, созданной в 1937 г. во исполнение решений Выездной сессии ВАСХНИЛ (Омск, 26–28 июля 1936 г.), руководители и специалисты землепользований вынуждены работать на основе почвенных карт 30–40-летней давности. Поэтому кадастровая служба проводит определение объема земельного налога по устаревшим почвенным материалам. Провести корректировку почвенных карт по ранее утвержденной методике почвенного картирования в этих условиях не представляется возможным.

Основным путем необходимой корректировки почвенных материалов является использование материалов дистанционного зондирования Земли. Согласно новой методике таких работ, разработанной ВНИИ агрохимии им.Д.Н.Прянишникова и Почвенным институтом им. В.В.Докучаева в осно-

ву составления новой почвенной карты должна быть положена цифровая модель рельефа. Она сравнительно легко устанавливается на основе анализа стереоснимков, получаемых с целого ряда космических аппаратов (G. Mitchell). Однако в условиях обширных равнин Западной Сибири, Канады и др. невозможно с высоты орбит спутников обеспечить точность соответствия характера почвенного покрова колебаниям развитого микрорельефа.

Для внедрения принципов «точного земледелия» и адаптивно-ландшафтных технологий экологически сбалансированных систем земледелия, каждому землепользователю необходимо иметь достаточно точные оперативно обновляющиеся почвенные планы. Для корректировки устаревших почвенных карт по материалам дистанционного зондирования требуется обосновать эталоны коэффициентов спектральной яркости (КСЯ), характеризующих отражательную способность агрогеоценозов.

Исследования были начаты в 2004 г. по снимкам Landsat-7. В настоящее время используются снимки спутников ALOS и RapidEye с разрешением соответственно 10 и 5 м. Первые приобретены в собственность группой фермеров одного из районов Омской области, а вторые безвозмездно предоставлены компанией Совзонд. Целью работы является анализ обоснованности объема земельного налога, поскольку в период реформирования землевладений фермерам почвенные планы не передавались. В связи с отказом компании «Госземкадасръемка» предоставить во временное пользование для решения поставленной задачи ранее составленные почвенные планы, при подготовке новых почвенных карт линейный анализ проводился на основе планов землепользования и геопривязки космических снимков, а выбор мест закладки почвенных разрезов и прикопок диктовался различием спектра цветоотражения после синтеза снимков в системе RGB по программному комплексу ENVI по лицензии компании Совзонд.

Основная сложность методики синтеза мультиспектральных снимков обусловлена тем, что в большинстве случаев типовая принадлежность почв в агрогеоценозах маскируется различным состоянием культурной и сорной растительности, светоотражение которых имеет строго региональный характер. При этом крайне трудно определить диапазон различия КСЯ почв на паровых полях или свежеспаханных массивах вследствие их крайне низкой отражательной способности. Решение задачи осуществлялось использованием трехмерного статистического анализа спектров отражения паровых полей и преобладающих в регионе посевов пшеницы и ячменя ярового типа при различных сочетаниях каналов видимого и инфракрасного диапазонов съемки, а объективность принятого варианта синтеза

рования базировалась на основе дендрологического варианта кластерного анализа этих спектров. Установлено, что КСЯ посева яровой пшеницы в системе RGB выражался статистически существенными различиями между отделами разных типов черноземов, солонцов и серых почв, которые коррелируют с уровнем продуктивности агроценозов.

УДК

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Будажапова М.Ж.¹, Черников В.А.¹, Будажапов Л.В.², Дмитриев Н.Н.³

¹*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева, Москва, taiyab@mail.ru;*

²*Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П.Филиппова, Улан-Удэ, nitrolu@mail.ru;*

³*Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, Иркутск, dmirik@mail.ru*

Своеобразие серых лесных почв Прибайкалья предопределяют специфику качественного состава органического вещества. Характеристика дана на основе термогравиметрического анализа образцов серой лесной почвы с участка целины, краткосрочного и длительного применения минеральных удобрений, систематического внесения навоза. Суммарная потеря массы в интервале 300–700 °С отражает потерю от сгорания «всего» органического вещества почвы, в состав которого входит «свободное» (потеря массы при 300–500 °С) и «связанное» органическое вещество (потеря массы в области 500–700 °С).

На целине выявлены две фракции «свободного» органического вещества: менее связанная (320 °С) и более прочно связанная (460 °С). «Связанное» органическое вещество достигает максимальной скорости сгорания при 510 °С, а эффект при 650 °С обусловлен сгоранием более устойчивого компонента центральной части органического вещества. В образцах с краткосрочным внесением минерального удобрения общая потеря массы увеличивалась в основном за счет «свободного» органического вещества. После длительного применения удобрений произошло упрощение качественного состава гумуса за счет «свободной» органики (остался один эффект 320 °С) при возрастании доли «связанного» органического вещества. При этом общая потеря массы

оказалась наименьшей соответственно и для органического вещества в суммарной потере массы составила наименьшую величину. Внесение навоза сопровождалось наибольшей потерей массы по сравнению с другими образцами. Последний эффект сгорания органического вещества при 680 °С оказался наивысшим, что свидетельствует о явном закреплении органического вещества и большей устойчивости почвы в этом случае в сравнении с другими вариантами.

Во всех образцах почвы наблюдалось увеличение количества адсорбционной воды. Краткосрочное применение минеральных удобрений приводит к увеличению количества легкоудаляемого «свободного» органического вещества с одновременным уменьшением связи с минеральной частью почвы (уменьшение количества трудноудаляемого «свободного органического вещества»). Длительное применение минеральных удобрений приводит к уменьшению последней фракции и переводу ее в «связанную» форму. Под воздействием длительного внесения навоза возрастает количество как «свободного», так и «связанного» органического вещества. Во всех вариантах оценки наблюдается заметное увеличение количества «связанного» гумуса в области температур 505–510 °С.

При краткосрочном внесении удобрений и длительном применении навоза происходит увеличение «свободного» органического вещества, длительное же применение удобрений сопровождается значительным уменьшением этой фракции. Аналогично действовали эти факторы на количество «всей» органики. Однако, внесение навоза в большей степени способствовало его накоплению. Длительное внесение удобрений обеспечивало в большей степени его накоплению при уменьшении доли «свободной» органики в случае с длительным внесением удобрений по сравнению с целиной. В случае с краткосрочным минеральным удобрением доля «свободной» органики увеличивалась незначительно.

В целом, длительное применение удобрений приводило к закреплению органического вещества и переводу из менее прочносвязанного с минеральной частью, т.е подвижного или доступного для минерализации, в более прочносвязанную форму. Наибольшее количество (относительное) «свободной» органики выявлено при краткосрочном, а наименьшее – при длительном внесении минеральных удобрений.

**СЕРОЗЕМЫ, СФОРМИРОВАННЫЕ НА ТРЕТИЧНЫХ
КРАСНОЦВЕТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И НА ЛЕССАХ:
ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛОДОРОДИЕ**

Гафурова Л.А.

Национальный Университет Узбекистана, glazizakhon@yandex.ru

В поясе сероземов наряду с лессовыми аккумуляциями широко распространены почвообразующие породы третичного периода, которые в большинстве своем имеют глинистый состав, сильно уплотнены и обуславливают более экстремальные режимы, что не может не отразиться на почвообразовании и плодородии. Агрономическая ценность исследованных почв невысокая. Низкое потенциальное плодородие усугубляется сравнительно неблагоприятным устройством рельефа, степенью выраженности эрозионных процессов. По гумусу, азоту и фосфору они бедные, по калию – среднеобеспеченные. Самыми низкими показателями обладают почвы инсолируемых склонов. Почвы высококарбонатные, слабощелочные, незасоленные, местами слабо и реже средnezасоленные. Характеризуются невысокой ёмкостью обмена и насыщенностью основаниями, некоторой обогащенностью поглощенным магнием. В составе групп железа преобладают силикатные формы над несиликатными, окристаллизованные формы над аморфными. Физические свойства почв, сформированных на третичных красноцветных отложениях, принципиально отличны от почв, сформированных на лессах: тяжелым механическим составом, плотным сложением, низкой порозностью, высокой степенью линейной и объемной усадки, т. е. показатели потенциала почвенного плодородия неблагоприятные. Выход макроструктурных агрегатов в исследованных почвах повышенный, однако структурные отдельности характеризуются высокой степенью слистости, т. е. структура агрономически менее ценная. Микроагрегированность выражена слабее, чем у сероземов на лессах. Особенности механического состава при низкой гумусированности обусловили повышенную максимальную гигроскопичность, максимальную молекулярную влагоемкость, влажность завядания, невысокий диапазон продуктивной влаги, низкие показатели водопроницаемости почвы. Почвы, сформированные на третичных красноцветных отложениях, несколько отличаются по содержанию подвижных Cu, Zn, Mn, B, F от почв на лессах. Исследованные почвы относятся к необеспеченным подвижной медью, цинком что обусловлено тяжелым

механическим составом, большим содержанием илистой фракции, карбонатностью, слабощелочной реакцией, богатством глинистых минералов. Содержание бора повышенное, что связано с особенностями почвообразующей породы. По минералогическому составу легкой фракции ($u.v. < 2,9$) почвы полево-шпатово-слюдисто-кварцевые. Минералогический состав глинистых фракций почв представлен диоктаэдрическими гидрослюдами (иллитами), палыгорскитами, монтмориллонитами, хлоритами с большим присутствием смешаннослойных образований типа иллит-монтмориллонит, а также тонкодисперсного кварца, полевого шпата и аморфных и кристаллических полуторных окислов. Почвы по участию основных компонентов оцениваются как калиево-магниево-ферри-алюмо-кремниевые и относятся к карбонатно-сиаллитному типу выветривания. Роль почвообразующих пород проявляется в том, что почва имеет довольно высокое содержание K_2O , Fe_2O_3 , MgO , что свидетельствует о наличии в данной фракции гидрослюд, магнезиальных силикатов, палыгорскитов и хлоритов.

Разнообразие агрохимических и физических показателей почв, связанных с особенностями почвообразующих пород, осложненных степенью выраженности эрозионных явлений, отражается на биологических условиях. Наиболее обширную группу в микробном населении почв составляют бактерии, причем их численность доминирует в верхних слоях почв. В составе бактерий значительное место занимает группа спорообразующих *Bac.vulgarus*, *Bac.cereus*, *Bac.subtillus*. Почвам присуще высокое содержание актиномицетов, среди которых преобладают *Str.violaccus*, *Str.albus*, *Str.coclicola*, *Str.rimosus*. Микроскопические грибы представлены по сравнению с другими группами микроорганизмов меньшим количеством, в основном, грибами из рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ulocladium*, *Mic. Sterilia*, *Mucor* и др.

По активности гидролитических ферментов (уреаза, фосфатаза) и окислительно-восстановительных (каталаза) и по интенсивности «дыхания» почвы можно расположить в следующий убывающий ряд: намытые-несмытые-среднесмытые. Учитывая резкие отличительные особенности морфологического строения, агрохимического, физико-химического, механического и минералогического состава, физических, биологических свойств почв, сформированных на третичных красноцветных отложениях, от сероземов на лессах, считаем целесообразным усовершенствование и уточнение классификационно-таксономического положения изученных почв.

**ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РОСТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОРЕАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА
КОНТИНЕНТАЛЬНОМ УРОВНЕ**

Глазунов Г.П., Гендугов В.М., Титарев Р.П., Евдокимова М.В., Шестакова М.В.

МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, glazng@mail.ru

Сравнительный анализ динамики показателей функционирования экосистем дает основу для оценки их состояния и нормирования качества компонентов природной среды. Основой для оценки являются количественные показатели динамики нарушенных и ненарушенных (эталонных) экосистем. Источником показателей динамики могут служить вегетационные индексы, рассчитанные по материалам космического мониторинга. Повышение информативности индексов может быть достигнуто путем анализа их динамики на основе теоретической модели хода роста. Данная работа посвящена апробации кинетической модели биологического роста (Гендугов, Глазунов, Евдокимова, 2011) на литературных данных по динамике индекса NDVI для бореальных экосистем Северной Евразии. Подгонка теоретической модели к экспериментальным данным по регистрации показателя роста (индекса NDVI) в течение года позволяет получить значения трех коэффициентов модели: коэффициента скорости роста, коэффициента скорости отмирания и масштабирующего коэффициента. Эти коэффициенты необходимы для нахождения особых точек модели, разграничивающих интервалы роста с однородными кинетическими характеристиками. Типичная кривая хода роста имеет график в виде деформированного колокола, то есть носит экстремальный характер. Анализ модели позволил выявить шесть особых точек: максимума, наибольшей вогнутости слева от максимума, наибольшей вогнутости справа от максимума, наибольшей выпуклости слева от максимума и перегибов – и слева и справа от максимума. Каждая экосистема характеризуется собственными значениями коэффициентов модели и особых точек, которые характерны для данного вегетационного сезона. Теоретический анализ модели хода роста позволил свести ее к уравнению с одним коэффициентом, что подразумевает всеобщность модели роста. Критерием всеобщности может служить результативное обобщение в одном графике экспериментальных данных, характеризующих ход роста разных экосистем в течение одного и того же сезона. Основой обобщения служит обезразмеривание экспериментальных данных. В нашем случае обезразмеривание не-

зависимой переменной, времени, осуществляли путем деления значений времени на время достижения максимума показателем роста (индексом NDVI) данной экосистемы, а обезразмеривание зависимой переменной, индекса NDVI, производили путем деления экспериментальных значений индекса на максимальное для данной экосистемы. Таким образом и зависимая и независимая переопределенные переменные изменяются от нуля до единицы. По экспериментальным данным С.А. Барталева и др. (2010), собранным для выявленных ими типов земного покрова (леса, кустарники, травы, болота, тундра, смешанная растительность, без растительности) в пределах территории, ограниченной 42–75 град. с.ш. и 5–180 град. в.д., за период с третьей декады марта по первую декаду ноября 1999 года, способом наименьших квадратов с использованием ПЭВМ получены коэффициенты модели и их особые точки. Установлено, что обезразмеренные переменные модели роста для этих экосистем удовлетворительно описываются обобщенной моделью роста с одним коэффициентом. Это открывает определенные перспективы в деле количественного описания и анализа динамики экосистем в масштабах континента на основе индекса NDVI с использованием разработанной модели.

УДК 631.471

ПОДГОТОВКА ПОЧВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ

Голозубов О.М., Литвинов Ю.А.

Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону, omgolozubov@sfedu.ru

В «Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» Минсельхоза РФ поставлена задача формирования информационной базы данных о состоянии плодородия почв и цифровых слоев границ земельных участков (полигонов). Объектами мониторинга являются:

- «контур» сельскохозяйственных земель, являющийся территорией, ограниченной естественными природными или искусственными объектами;
- «сельскохозяйственный полигон», часть земель внутри контура сельскохозяйственных земель, занятых однородной растительностью;
- «поле севооборота», часть пашни, включенной проектом внутрихозяйственного землеустройства в севооборот.

Можно сказать, что в основу выделения объектов мониторинга положены принципы кадастрового учета и внутрихозяйственного землеустройства, а не почвенные контуры.

С другой стороны, в методике государственной кадастровой оценки земель сельхозназначения (Минэкономразвития РФ) для каждого земельного участка требуется определение перечня почвенных разновидностей и площади, которую занимает каждая из них. Перечень почвенных разновидностей определяется на основе данных почвенных обследований территории субъекта РФ. Таким образом, в качестве элементарного объекта учета при оценке земель выступает элементарный участок, полученный пересечением кадастровых границ и границ почвенных контуров.

Для целей землеустройства, земельного кадастра и мониторинга земель использовались

планы масштабов 1:10000 и 1:25000, почвенные (контурные) карты бывшего Гипрозема, которые не обновляются с 90-х, а во многих случаях и с 80-х годов. Другая проблема: почвенные карты выполнялись в рамках границ хозяйств (колхозов и совхозов). В современной системе с частой сменой собственников, объединением и укрупнением, планы внутрихозяйственного землеустройства порой представляют собой несмежные разбросанные поля.

Подготовка почвенных данных, то есть выделение элементарной картографической единицы является основой для задач мониторинга и оценки. Исходными данными являются почвенные таксоны (тип, подтип, род, вид, разновидность) по классификации 1977 г. в картах Гипроземов. В процессе векторизации почвенных контуров с коррекцией по цифровой модели современного рельефа обнаруживается ряд проблем: ошибки в выделении почвенных таксонов; применение местной классификации; использование различных подходов в выделении почвенных контуров, почвенных комплексов. Поэтому перед векторизацией выполняется первичный анализ архивных данных, формирование классификаторов. А после векторизации проводится выборочное уточнение границ контуров и атрибутивной информации на местности.

Элементарные картографические единицы определяются методами цифровой почвенной картографии путем формирования растровой многослойной модели. Сведение векторной и разномасштабной точечной информации в единую сетку, модель с минимальным разрешением позволяет:

- учитывать комплексность как процент вхождения признака;
- использовать цифровую модель рельефа (имеется в свободном доступе для большей части территории РФ) с площадкой порядка 30 м;

- преобразовать векторные описания контуров в растровые с возможностью «размытия» границ; послойно по каждому показателю (гранулометрический состав, тип, подтип, мощность и т.п.);
- учитывать степень доверия к источнику информации;
- подключать в модель другие показатели.

Методами геостатистического анализа с учетом взаимовлияния факторов выделяются контуры почвенных разновидностей (в терминах Минэкономразвития) и наложение их на постоянно меняющиеся контуры кадастровых границ земельных участков (согласно Росреестра). Их пересечение формирует элементарные картографические единицы.

В соответствии с принципами цифровой почвенной картографии накопление и хранение данных осуществляется в их первичном виде, а формирование границ объектов выполняется по запросу на текущий момент времени.

В рамках опробования описанного подхода были векторизованы несколько тысяч контуров (более 250 тыс. Га, 16 колхозов) Белокалитвенского района Ростовской области. Составлена почвенная карта, карта внутрихозяйственного устройства с выделением элементарных объектов для собственника 12 тыс. Га земель сельхозназначения в границах трех колхозов площадью 50 тыс. Га.

УДК 631.4 + 004.652

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗБОР И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПИСАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ

Иванов А.В., Рыбальский Н.Н., Сафрошкин В.Ю., Колесникова В.М.

Факультет почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, avi@soil.msu.ru

Информационные технологии предоставляют уникальные возможности хранения, обработки, визуализации и обмена данными, которые можно сопоставить только с достижениями письменности по сравнению с устной речью. Поэтому можно ожидать, что развитие информационных технологий позволит значительно расширить возможности письменного и перейти к формализованно-точному электронному языку почвоведения.

Ключевой задачей в этой проблеме является разработка информационных методов описания центрального понятия – почвы, реализуемая в разнообразных моделях почвенных баз данных. Однако, проектируемые под идею хранения данных, переводимых из бумажных носителей в электронную форму, они обладают существенными недостатками. К ним относятся:

- ограниченный списочный состав хранимых данных,
- разный списочный состав хранимых данных.

До сих пор нерешенной остается проблема фиксации происхождения каждого занесенного базу данных данного. В результате разные модели несовместимы друг с другом и требуют трудоемкой ручной работы с ними, что практически сводит на нет эффект электронной формы хранения данных.

Целью исследования являлась разработка модели описания почвы, лишенная перечисленных недостатков.

Информационный анализ показывает, что каждый почвенный документ может быть представлен дискретным набором высказываний, фиксирующих экспериментальный или теоретический факт в форме простого утверждения:

значение v показателя i , определенного методом m , принадлежит объекту o , где: o – имя объекта, i – имя показателя, характеризующего объект, v – имя значения показателя, характеризующего объект, m – имя метода определения значений показателя.

Это утверждение, являющееся связующим звеном информационного обмена данными между субъектами исследования, обладает нетривиальными свойствами:

- оно имеет однородный состав элементов, определяющих предметную область высказывания,
- формула утверждения фиксирует смысловые отношения между его элементами как базовыми понятиями предметной области – показателями, значениями показателей, методами определения значения показателя и объектами,
- полное утверждение – с пустыми элементами o , i , m , v представляет исследователю принять и оперировать в отношении факта двумя решениями – TRUE или FALSE.

Использование этих свойств позволяет построить простую информационную модель описания почвы с прозрачным разделением ее на описание предметной области и хранилище почвенных данных.

Предметная область описывается четырьмя первичными сущностями. Формализация элементов i , v , m и их внутренних отношений для перевода электронной формулы сводится к составлению и поддержанию актуальных списков имен понятий и определений их метаданных в трех первичных сущностях – *indicator*, *value* и *method*, определяющих точность и полноту хранимых почвенных описаний. Почвенные объекты – элементы иерархической структуры или часть почвенного тела, характеризующиеся зна-

чением v показателя i как целостная, однородная часть почв формализуются в сущности объект.

Факты – набор данных конкретных почвенных описаний, связанных реляционными отношениями с элементами описания предметной области, хранятся в отдельной сущности – хранилище данных.

Рассматриваемая модель дает простую математическую интерпретацию описанию каждого почвенного объекта – как ассоциированного массива показателей свойств почв, и почвенному профилю в целом – как дерева ассоциированных массивов показателей свойств почв в пространстве почвенных объектов.

Преимуществами описанной модели являются: гибкость настроек системы под персональные нужды с сохранением всех возможностей глобальной системы, сохранение алгоритмов обработки данных и извлечения информации при изменении списочного состава индексированных показателей и ее открытость.

Описание модели приведено в Интернет по адресу <http://open.soil.msu.ru>, а результат использования модели для хранения данных и реконструкции описаний почвенных разрезов Почвенно-географической базы данных России по адресу <http://db.soil.msu.ru/soil.php>.

УДК 631.471+528.88

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Кириянова Е.Ю.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, kiryan4ik@mail.ru

В рамках традиционного почвенного картографирования определение пространственной смены почвообразующих пород все еще остается существенной, но трудоемкой и не всегда практически реализуемой задачей. Поскольку почвообразующие породы значительно определяют свойства почвенного покрова, в том числе его агроэкологические характеристики, выделение контуров их распределения является необходимым условием получения объективной информации о почвах.

В силу своих особенностей спутниковая информация на сегодняшний день достаточно широко используется в процессе цифрового почвенного картографирования. Почвообразующие породы при этом рассматриваются как сопутствующий элемент и их границы оцениваются по данным

почвенного обследования, которые не обновлялись в течение значительного промежутка времени.

Использование спутниковой информации для определения смены почвообразующих пород позволит не только уменьшить трудоемкость почвенного обследования, но и повысить точность и достоверность получаемых картографических материалов. Кроме того, существует возможность автоматизации процесса картографирования на основе связей между спектральными характеристиками почвенного покрова и его свойствами.

В докладе рассматриваются возможности применения данных радарной съемки, а также оптической спутниковой информации среднего и высокого разрешения для автоматизированного картографирования почвообразующих пород. При этом изменение микроморфологии и характера поверхности, влияющих на спектральную отражательную способность почвы и ее отображение на космических снимках, выступают в качестве индикаторов пространственной смены почвообразующих пород.

УДК 631.4

ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РОСТА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Лотвина Е.Р.¹, Гендугов В.М.², Глазунов Г.П.³

¹*МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, selenalotvina@gmail.com;*

²*МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва;*

³*МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, glazng@mail.ru*

Отсутствие общепринятой методики экологической оценки состояния почв в значительной степени объясняется нерешенностью теоретических проблем. В данной работе для оценки экологического состояния почв используется кинетическая модель биологического роста. Модель описывает рост в зависимости от начальной концентрации ведущего компонента субстрата и времени. При фиксированном времени модель описывает рост в зависимости от концентрации ведущего компонента. Работа посвящена апробации модели на примере надежных литературных данных по зависимости показателей роста сельскохозяйственных растений от концентрации загрязняющих и питательных веществ в почве при фиксированном времени роста. Показано, что зависимость показателей роста сельскохозяйственных культур 1) от времени при фиксированных значениях концентрации пита-

тельных и загрязняющих веществ в почве и 2) от мультипликативно выраженной концентрации питательных и загрязняющих веществ в почве при фиксированном времени наблюдения адекватно описывается уравнением модели. Тем самым открывается возможность количественного выделения интервалов с одинаковыми кинетическими характеристиками роста на кривой отклика на внесение в почву питательных и загрязняющих веществ на основе исследования особых точек модели. Обосновано нормирование состояния почвы по результатам исследования отклика показателей роста на загрязнение и удобрение почвы. Проиллюстрированы возможности модели по анализу систем минерального удобрения на уровне региона. На примере анализа с использованием модели данных по урожайности зерновых в зависимости от доз минерального удобрения в Татарстане (по литературным данным) показано, что дальнейшее наращивание доз минерального удобрения не целесообразно в условиях сохранения остальных элементов систем земледелия в существующем виде.

УДК 631.46

МАТРИЦЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ

Макаров О.А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, oa_makarov@mail.ru

Одной из важнейших задач современного прикладного почвоведения является разработка экологических нормативов качества почв. Решение этой задачи (равно как и задачи разработки экологических нормативов вообще) представляется настолько сложным даже концептуально, что руководством природоохранных ведомств России стала высказываться идея о создании комплекса наилучших существующих доступных технологий (НДТ), применяемых при определенных значениях показателей качества природных объектов (и почв в том числе), взамен системы экологического нормирования.

В тоже время почвоведы не оставляют попыток создания экологических почвенных нормативов. Так, в научной среде сложилось принципиальное понимание того, что унифицированный подход к разработке экологических нормативов качества почв, реализованный в системе санитарно-гигиенического нормирования (когда величина предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества одинакова и для тучного чернозема, и для альфегумусового подзола), является неприемлемым.

Целью проведенных исследований явилось определение и последующая группировка факторов, которые необходимо учитывать при создании экологических нормативов качества почв. Указанные факторы сгруппированы в таблицы (матрицы), часть из которых заполнена конкретными значениями показателями качества почв – по сути, экологическими почвенными нормативами.

Установлено, что разработка экологических почвенных нормативов – фонового и предельно допустимого содержания загрязнителей, параметров физической и технологической деградации и др. – осуществляется для административных регионов (субъектов Российской Федерации) с учетом биоклиматических, литолого-геоморфологических особенностей их территории, а также категориальной принадлежности и вида хозяйственного использования земель. Для городских почв учитывается назначение функциональных зон.

Необходимость учета этих факторов определяется следующими причинами:

- четкий промышленный и сельскохозяйственный статус административного региона, его определенные экологические и медико-демографические характеристики несут в себе значительный ресурс управления, а, следовательно, – и возможности экологического нормирования; был разработан примерный перечень показателей качества почв для «усредненного» региона России;
- зонально-климатические особенности обуславливают устойчивость экосистем территории административного региона к техногенному воздействию и влияют на скорость процессов трансформации загрязняющих веществ в почве, а также предельный потенциал самоочищения (ППС);
- характер землепользования территории (естественноисторический и современный) в пределах административного региона в значительной степени определяет их способность противостоять воздействию конкретных деградационных факторов, а также возможность перехода токсичных веществ в сельскохозяйственную продукцию и организм человека;
- принадлежность к определенной функциональной зоне (рекреационная, селитебная, промышленная и др.) города, с одной стороны, обуславливает определенный уровень и характер антропогенной нагрузки, а, с другой, – требования к выполнению экологических функций городскими почвами;
- литолого-геоморфологические условия определяют возможность и скорость миграции загрязняющих веществ в пределах ландшафта

и переход в сопредельные среды, модифицируют особенности физико-химических и биологических свойств почв в пределах данной почвенно-биоклиматической зоны, обуславливая интенсивность трансформации или накопления загрязнителей в почве и существенно влияя на величину ППС.

УДК 631.05: 528.2/.5

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Мамедов Г.Ш.

Государственный комитет по Земле и Картографии (ГКЗК) Азербайджанской Республики, Баку, g.mammadov@mail.ru

Охрана окружающей среды и рациональное использование ее ресурсов в условиях бурного роста промышленного производства стала одной из актуальнейших проблем современности. Темпы преобразования окружающей среды и нагрузка на почву нарастает в связи с разработкой и внедрением новых интенсивных технологий. Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, добыча полезных ископаемых привели к серьезным нарушениям природных ландшафтов, загрязнению почвы, воды и воздуха различными отходами. Факторы, создающие чрезвычайные ситуации, можно подразделить на антропогенные и стихийные. Кавказский регион и Южное побережье Каспийского моря с геологической точки зрения считаются одними из самых активных и опасных зон. Здесь постоянно повышенная геодинамическая активность и поэтому наблюдаются процессы активной коровой деформации. Это выражается в интенсивности землетрясений, извержении вулканов, оползней и других природных явлений. Деформации также являются причиной разрушения дорог, территорий, трубопроводов. За последние годы в Азербайджане был отмечено большое количество природных катастроф самого разного рода. Геодинамические процессы, деформации, происходящие в Кавказском регионе и на побережьях Каспийского моря являются основными объектами исследования не только ученых нашего региона, но и Европы, Америки.

В решении этих проблем использование новейших информационных технологий играет огромную роль. Аэрокосмические (дистанционные) методы экологического мониторинга включают систему наблюдения при помощи самолетных, аэростатных средств, спутников и

спутниковых систем и систему обработки данных дистанционного зондирования. К ним также относится постоянно действующая система позиционирования – AZPOS (Azerbaijan Continually Operating Reference Stations), ортофотоплан, аэрофотосъемки и тд. В современном, динамично развивающемся мире высоких технологий одним из ключевых направлений развития являются системы глобального позиционирования – GPS. Базовые станции, идеальны для инфраструктурных проектов и предназначены для организации автономной базовой GPS-станции или для создания сети непрерывно действующих станций для задач геодезии, геодинамики и мониторинга инженерных сооружений. Ортофотоплан играет большую роль при мониторинге окружающей среды. Его используют для обновления кадастровой системы, карт орошаемых земель, земель городского и сельского типа, изготовление плановых цифровых изображений местности с наложением масштабной сетки любого размера (всегда самые точные и свежие данные об участке) + GPS привязка, можно исследовать труднодоступную местность, используют его также при инвентаризации земельно-имущественного комплекса, аэрофотосъемка городской застройки, для управления лесными и земельными ресурсами. Также возможно обнаружить почвы, загрязненные нефтью и нефтепродуктами и иными отходами. При использовании аэрокосмических фотосъемок и ортофотоплана возможен мониторинг чрезвычайных ситуаций, можно оценить масштабы в районах бедствий и оказать своевременную помощь населению, возможна оперативная аэросъемка зон бедствий. В настоящее время в рамках Проекта, финансируемого Всемирным Банком и Правительством Азербайджанской Республики составлены ортофотопланы масштабом 1:1000 на все районные центры, крупные города, Баку и прилегающую территорию (порядка 5000 км²). Совсем недавно завершена аэрофотосъемка остальной части территории республики с целью получения ортофотопланов масштабом 1:5000. Выполнена космическая съемка всей приграничной полосы и высокогорных территорий для получения ортофотопланов масштабом 1:10000.

ГКЗК Азербайджана в рамках проекта Всемирного банка «Регистрация недвижимого имущества в Азербайджане» разработал ортофотопланы 65 тыс. км² территории страны. Ортофотопланы масштабом 1:1000, 1:1500 и 1:10 000 разработаны на базе аэрофото- и космической съемки.

Все эти материалы будут использоваться в будущем для конкретно поставленных целей, а также для обновления топографических карт и планов территории Азербайджанской Республики.

МОНИТОРИНГ ПОЧВ ПАШЕННЫХ УГОДИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

Мухина Н.В.¹, Ознобихин В.И.²

¹*Приморская государственная сельскохозяйственная академия,
Уссурийск, txhina-847@mail.ru;*

²*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, oznobikhin@yandex.ru.*

Актуальность почвенного мониторинга не вызывает сомнений. Перестройка народного хозяйства России и появление новых форм хозяйствования предопределили необходимость пересмотра методики мониторинга. Наблюдения за плодородием пашенных угодий ранее осуществляла Агрохимслужба при министерстве сельского хозяйства. Мониторинг осуществлялся сплошным обследованием по элементарным участкам определенной площади с пятилетней периодичностью. Сейчас эта служба практически не дееспособна в связи с её очередной реорганизацией и отсутствием прямого финансирования.

Для слежения за состоянием пашни в пределах муниципального района предлагается вместо сплошного обследования перейти на систему реперных участков. Это упрощает и намного удешевляет систему слежения за экологическим состоянием почв.

Однако она требует серьезных подготовительных и организационных работ. Это заключается:

1. В детальном районировании территории пашенных угодий муниципального района по топо-экологическим группам почв, по комплексному агрохимическому показателю КАП (по Синельникову и Слабко), учитывающему сочетание агрохимических показателей, по факторам возможного негативного воздействия (по степени загрязнения, по степени различных видов деградации почв – эрозии, дефляции, подтопления, техногенного и агрогенного воздействия), по особенностям пользования (пашня не мелиорируемая, осушенная дренажная, осушенная открытой сетью каналов, орошаемая дождеванием, орошаемая затоплением, орошаемая внутрпочвенно и т. д.). Всё это районирование проводится в границах сельскохозяйственных округов, выделяемых в пределах границ бывших совхозов, колхозов, подсобных хозяйств, т.к. на их территории осуществлялись ранее хозяйственные мероприятия (известкование, фосфоритование, внесение удобрений в «запас», внесение мелиорирующих доз органических удобрений и т. д.).

2. В определении местоположения (системы координат и привязок к местности в системе ГЛОНАС или GPS) реперных участков на карте районирования и закрепление их границ в натуре.

Общее число таких участков в пределах района определяется исходя из максимальной изменчивости (вариабельности) свойств почв. Специальные исследования показали, что вариабельность (по коэффициентам вариации) зависит от территориального уровня оценки и от характера определяемого показателя. Наибольшая изменчивость территории характерна для края, меньшая – для составной части реперного участка. Наиболее изменчивы данные по подвижному фосфору, наименее – по pH солевой вытяжки. В определении по известной формуле необходимого число повторностей индивидуальных образцов для уровня значимости 0,90. Так, для Михайловского муниципального района Приморского края число реперных участков равняется 159.

4. В ограничении числа лабораторно определяемых показателей, т.к. сокращается число необходимых показателей, тесно связанных между собой. Используется метод восстановления пропущенных дат. Так, это касается различных форм кислотности, содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов.

Таким образом, переход на реперную систему контроля требует обязательного использования и тщательного обобщения данных предыдущих исследований, в том числе картографических для планирования и выполнения мониторинговых работ.

УДК 504.75

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Одорская А.В.

*Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова,
stationary.Alina@mail.ru*

Поймы и дельты рек – это специфические территории, характеризующиеся быстрой и направленной эволюцией. Волжский бассейн является крупнейшим в Европе (1 358 млн км²) с протяженностью речных систем около 3 530 км. Бассейн включает обширную дельту, заболоченная территория которой считается наиболее хорошо сохранившейся в Европе. Природная среда в дельте чрезвычайно динамична, что связано с одной стороны, с антропогенными факторами: зарегулирование стока и интенсивное хозяйственное ос-

воение; а с другой стороны – с естественными изменениями гидрологического режима, а именно, подъемом уровня Каспийского моря.

В дельте Волги с древнейших времен развивались такие формы хозяйствования, как земледелие и животноводство. Однако, существующие системы оценки землепользования на базе сельскохозяйственного районирования, зачастую, не отражают многообразия ландшафтов и характеристик почвенного покрова, базируясь на общей информации о природно-территориальных особенностях того или иного административного района. Отсутствие полной информации о данной территории приводит, в ряде случаев, к нерациональному землепользованию и ухудшению ландшафтных характеристик.

В данной работе предлагается создание на базе анализа строения почвенного покрова и ландшафтной неоднородности системы оценки структуры землепользования с учетом природных и антропогенных факторов.

В ходе работы был выбран ключевой участок общей площадью 47694 га на территории Камызякского района Астраханской области, который отличается высокой продуктивностью и представлен как антропогенными, так и естественными ландшафтами. В июне 2011 г. во время полевых исследований был сделан ряд почвенно-растительных описаний. На основе снимков Spot 2 и Spot 4 был построен ряд картосхем (почвенного покрова, почвенно-экологического районирования и землепользования), подсчитаны и проанализированы статистические данные, а также подсчитан вегетационный индекс NDVI.

NDVI характеризует также плотность растительности, позволяет растениям оценить всхожесть и рост растений, продуктивность угодий. Индекс рассчитывается как разность значений отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра, деленная на их сумму.

Однако, только на основе данных NDVI не всегда можно сделать выводы о соответствии продуктивности растительных, почвенных и ландшафтных характеристик. Тем более в отношении речных и дельтовых участков.

Разработанная система оценки структуры землепользования является инновационной и универсальной для речных и дельтовых систем.

Благодаря применению созданной системы разрабатываются рекомендации природоохранных мероприятий для наиболее деградационно опасных районов. Это: регулирование водного режима, ограничение выпаса крупного рогатого скота или регулирование его численности (западный и восточный сектора), изменение характеристик пастбищ (западный и восточный сектора), применение рациональных севооборотов (центральный и южный сектора), создание стационарных участков для изучения динамики изменения характеристик почвенного покрова (все сектора) и др.

УДК 631.471

**ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ПОЧВ, КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
И РЕЛЬЕФА АГРОЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА АДАПТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
ПРИАМУРЬЯ**

Онищук В.С., Бурлаков Д.В.

*Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации
и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии, Благовещенск,
v-onishchuk@yandex.ru*

Амурская область занимает верхнюю и среднюю часть Приамурья Дальнего Востока России. Земледелие на её территории сосредоточено на Зейско-Буреинской и Амуру-Зейской равнинах.

Для развития и внедрения точного (прецизионного) земледелия используются современные технологии геоинформационных систем, в том числе такие как создание цифровых почвенных и климатических карт, а также построение моделей рельефа территории.

Разрабатываются компьютеризированные средства информационно-поискового земельно-ресурсного блока и автоматизированной базы данных оценки природных системообразующих факторов для агроландшафтной дифференциации территории Амурской области, мониторинга и совершенствования зональной системы технологий и машин.

Ландшафтная информация состоит из современных сведений о почвенном покрове, рельефе земельной территории области, агроклиматических ресурсах, гидрологических условиях территории. Сведения о почвах включают: электронные почвенные карты среднего и крупного масштабов с их номенклатурой и классификацией; диагностику почв; запасы и баланс гумуса; эрозию почв и эрозионное районирование; бонитет почв и оценку их экологического состояния. Сведения о рельефе содержатся в разработанных трёхмерных моделях рельефа для ряда территорий Амуру-Зейской равнины Амурской области. Сведения об агроклиматических ресурсах включают систему управления базами данных, бонитет климата, биоклиматический потенциал и карту агроклиматического районирования территории области.

Разработана и апробирована методика составления цифровых электронных карт почв, природно-сельскохозяйственного районирования, бонитировки почвенных и климатических ресурсов районов и области (масштаб 1:200 000). Она включает в себя пять этапов. Работа проводится в растровом и векторном графических режимах с использованием прило-

жений Microsoft Paint, Adobe Photoshop, средств ArcMap 9.3. Цифровая карта эродированности и эрозионного районирования земель сельскохозяйственной территории Амурской области в масштабе 1:300 000, составлена по аналогичной методике.

Разработана методика построения карт 3D рельефа и оценки рельефа районов Амурской области, она включает 5 этапов. По этой методике изготовлены цветные цифровые векторные карты в масштабах 1:6300 и 1:10000. Использована программа ArcGIS 9.0 в векторном режиме. При помощи этой программы были также составлены карты климатического районирования Амурской области за период наблюдений с 1974 по 2010 гг. и по 10-летним циклам данных тридцати метеостанций области. Выделяется новая умеренно-жаркая тепловая зона, которая характеризуется показателями среднегодовой температуры 0...+2 °С.

Средствами геоинформационной системы ArcMap 9.3. получены матрицы (растры) высот рельефа, уклона рельефа и экспозиции рельефа по 20 районам Амурской области, они служат фундаментальной основой для формирования многослойных карт и результирующих карт пригодности территорий для проведения сельскохозяйственных работ. Поверхности рельефа, растры высот, уклона, экспозиции, рабочие материалы и пространственная база данных в совокупности занимают свыше 11 гигабайт дискового пространства. Проведена оценка рельефа всех районов Амурской области.

Образцы этих работ размещены на сайте профессора В.С. Онищука и доступны в сети Интернет по адресу www.v-onishchuk.narod.ru/files.html

УДК 631.416

ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АГРОЭКРСИСТЕМЫ

Помазкина Л.В.

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,
lvp@sifibr.irk.ru*

Современные экологические проблемы диктуют необходимость изучения воздействий на экосистемы изменяющихся факторов среды и их негативные последствия. Важнейшая задача экологического нормирования оценить допустимую нагрузку на экосистему. Функционирование естественных наземных экосистем обеспечивается эволюционно сложившейся сбалансированностью процессов вещественно-энергетического обмена вследствие сложных механизмов саморегуляции. В антропо-

погенно преобразованных агроэкосистемах функционирование обусловлено импортом вещества в систему. Однако для формирования устойчивости, или способности сохранять структуру и связанные с ней параметры функционирования без изменения режима, основополагающим является сбалансированность потоков азота и углерода во внутрисочвенном цикле (потоки информации). Антропогенное воздействие за пределами допустимой нагрузки приводит к деградации агроэкосистем. Теоретически концепция экологического нормирования экосистем должна учитывать природные механизмы поддержания устойчивости или неустойчивости, когда способность к саморегуляции снижается. Отсюда необходимость изменение режима функционирования агроэкосистемы в зависимости от нагрузки оценивать интегрально. Однако научно обоснованный подход к экологическому нормированию, в частности оценка нагрузки на агроэкосистему в целом, отсутствует.

Предлагаемый подход основан на методологии системного анализа. Агроэкосистема исследуется как взаимодействующие компоненты (почва–микроорганизмы–растения–атмосфера), интегрированные потоками азота и углерода. Как целостная открытая система, она существует вследствие когерентных взаимодействий ее компонентов, благодаря обмену вещества и энергии внутри и с внешней средой. Режим функционирования и нормирование нагрузки на агроэкосистему оцениваются интегрально по соотношению во внутрисочвенном цикле потоков азота или углерода. Минерализовавшееся (М) органическое вещество почвы («вход») формирует два потока: нетто-минерализованный (Н-М) – «выход» и реиммобилизованный (РИ) – «возврат на выходе», обеспечивающий поддержание ресурса (обратная связь). Его формирование, связанное с функционированием почвенного микробного комплекса и посева, рассматривается как гомеостатический механизм поддержания динамически-равновесного состояния агроэкосистемы. Экспериментально выявлено, что при скомпенсированности потоков (показатель Н-М:РИ) формируется режим гомеостаза. Повышение воздействия на агроэкосистему меняет режим функционирования (стресс, резистентность, адаптационное истощение, репрессия), соответственно нагрузка «допустимая», «предельно допустимая», «критическая» и «недопустимая». Разработана шкала критериев.

В полевых экспериментах выявлено, что при одинаковом уровне загрязнения почв фторидами (оценка по ПДК) негативное действие (согласно шкале) в агроэкосистеме на агросерой почве выше, чем на агро-темногумусовой. При низком загрязнении функционирование агроэко-

систем на агротемногумусовой почве соответствует режиму стресса, а на агросерой резистентности («предельно допустимая» нагрузка). Высокий уровень загрязнения агросерой почвы способствует формированию режима адаптационного истощения и даже репрессии (нагрузка «критическая» и «недопустимая»), тогда как на агротемногумусовой резистентности (нагрузка «предельно допустимая»). Следовательно, в агросерой почве содержание фторидов не должно превышать 25 ПДК («критическая» нагрузка), то в агротемногумусовой может быть выше, что демонстрирует устойчивость агроэкосистем на этой почве. По существующей в России градации («Методические рекомендации ...», 1995) допустимый уровень загрязнения почв фторидами (независимо от типа), может достигать 50 ПДК. Однако для агросерой почвы такая нагрузка недопустима. Низкая всхожесть и гибель всходов демонстрируют деструкцию не только одного из компонентов, но и агроэкосистемы в целом. Экологическая нагрузка на агроэкосистему, существенно зависящая от негативных изменений свойств техногенно загрязняемых почв, указывает только на ориентировочное применение санитарно-гигиенических нормативов для отдельных компонентов агроэкосистемы. Предлагаемая оценка нагрузки на агроэкосистему пригодна и для выявления эффективности приемов ремедиации загрязненных почв. Экологическое нормирование нагрузки на агроэкосистемы позволяет прогнозировать последствия изменяющихся факторов среды на функционирование и устойчивость агроэкосистем. Ее использование вносит вклад в решение задач рационального земледелия и природопользования, включая реабилитацию нарушенных агроландшафтов.

УДК 528.9 (470.63)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ

Приходько С.В., Фурсов А.Д.

*Федеральное государственное учреждение государственной агрохимический
центр «Ставропольский», Михайловск, stavhim@mail.ru*

Эффективность сельскохозяйственного производства на различных уровнях, начиная от отдельного хозяйства и заканчивая Ставропольским краем в целом, в существенной мере зависит от наличия оперативной, объективной и регулярно обновляемой базы информационных ресурсов.

С 2009 по 2011 годы выполнялись работы по переводу на электронные носители в виде растровых изображений и атрибутивной информации материалов почвенного обследования по земельным участкам и муниципальным образованиям Ставропольского края. Данные почвенных обследований наработанные многими поколениями почвоведов и землеустроителей в государственном фонде Росреестра хранятся на бумажных носителях. Весь архивный материал специалистами сканировался, фотографировался и был внесён в банк данных ФГУ ГЦАС «Ставропольский». С учётом реалий допускалось введение неполной, частично полной информации, и, соответственно, последующие дополнения и уточнения введённой информации. Вся собранная информация каталогизирована и хранится на основном файловом сервере в форматах разработанных специально для хранения сканированных документов (ECW, DjVu). Общий объём собранных материалов насчитывает 1058 файлов и составляет более 3 ГБ.

С помощью полученных материалов почвенных обследований в настоящее время решаются следующие задачи:

- Планирование агрохимического и почвенно-мелиоративного обследования почв земель сельскохозяйственного назначения.
- Обновления информации о состоянии плодородия почв, включая почвенные характеристики (гранулометрический состав, запасы органического вещества в метровом слое, и др.).
- Прогноз развития негативных почвенных процессов (эрозия, засоление, каменистость, опустынивание и др.).
- Составление проектов на пригодность земельных участков для закладки многолетних насаждений (сады, виноградники, ягодники).
- Составление землеустроительных планов размещения сельскохозяйственных культур (в том числе и трансформации земельных угодий).
- Разработка проектов на применение агрохимикатов.
- Подготовка рекомендаций и проектов по химической и агробиологической мелиорациям почв (гипсование, плантажная, ярусная вспашка и др.).

Таким образом, в результате накопления информации за многие годы создан информационный ресурс, позволяющий решать многие задачи по мониторингу земель.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС «ПОЧВЫ РОССИИ» ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИНДЕКСА И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ РОССИИ

Рухович Д.И., Булгаков Д.С., Карманов И.И., Вильчевская Е.В.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, landmap@yandex.ru

Оценка качества земель, мониторинг землепользования и мониторинг состояния земельного покрова при развитии науки требуют все возрастающего объема информации о состоянии земель территории России. Со времен первых работ В.В. Докучаева стало ясно, что оценка почвенных ресурсов страны требует знаний о множестве различных факторов формирующих или влияющих на почвенные ресурсы. Информационный бум последних десятилетий сделал доступными почвоведу множество новых информационных потоков, таких как: цифровые модели рельефа (ЦМР) и данные дистанционного зондирования (ДЗ). Так до 1990 года не существовало данных ДЗ пригодных для работ по оценке земель на всю территорию России. К 2002 году не только появились подобные данные с пространственным разрешением до 15 метров, но эти данные стали общедоступны. Общедоступными становятся и ЦМР на всю территорию страны. Развитие компьютерных технологий облегчает использование и традиционных данных, характеризующих земельный покров – почвенных, топографических, геологических карт и климатических данных. Постоянно возрастающий объем данных требует определенного математического и технического аппарата для их использования во всей полноте. Оптимальными свойствами для объединения, хранения и использования данных о земельном покрове обладают ГИС. Так в ГИС «Почвы России» собраны десятки различных слоев в растровой и векторной форме. Накопленный объем позволил произвести расчеты почвенно-экологического индекса (ПЭИ) для каждого административного района России, а также, в случае высокой пространственной неоднородности районов, разделить по ПЭИ такие административные районы на несколько объектов. Для расчета были использованы данные по: гранулометрическому составу почв, видам почв, рельефу, ДЗ, семи параметрам климатическим и десяти по основным с.х. культурам. Созданная система расчетов и хранения данных позволяет осуществлять и мониторинг земель. Мониторинг в ГИС «Почвы России» осуществляется в нескольких направлениях: 1) мониторинг оценки земель в связи с изменением факторов, используемых при расчетах; 2) мониторинг почвенного покрова на основе коррекции почвенных

карт по разновременным материалам ДЗ; 3) мониторинг землепользования. Методики ведения мониторинга землепользования проработаны достаточно хорошо, что позволяет провести не только фиксацию по времени способов эксплуатации земельного покрова, но и указать причины смены типа землепользования. В частности одной из причин может являться изменение качества почвенного покрова и климатические флуктуации.

УДК 631.471+528.88

СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ПОЧВ

Савин И.Ю.¹, Кирьянова Е.Ю.²

¹*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, savigory@gmail.com;*

²*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, kiryan4ik@mail.ru*

Осуществленный в последние годы переход от визуальных методов дешифрирования почв по космическим снимкам к автоматизированному анализу спутниковой информации открыл новые перспективы для инвентаризации и мониторинга как отдельных свойств почв, так и почвенного покрова. Существующий в настоящее время набор спутниковых данных позволяет осуществлять очень детальный анализ как непосредственно открытой поверхности почв (или их поверхностных горизонтов) или же характера неоднородностей растительного покрова, которые могут быть использованы в качестве индикатора неоднородностей почвенного покрова.

Несмотря на очевидный технологический прогресс, проблема автоматизированного картографирования почв по спутниковым данным до сих пор остается недостаточно разработанной.

Связано это с одной стороны с недостаточностью информации о связях свойств открытой поверхности почв со свойствами нижележащих почвенных горизонтов. С другой стороны до сих пор недостаточно изучена специфика формирования отражательной способности поверхности почв и ее динамичности, а также индикационная роль растительного покрова, особенно посевов.

Отражение на спутниковых данных реальных пространственных неоднородностей свойств поверхности почв (или растительности) в их реальной динамике входит в противоречие с необходимостью определения границ классификационных выделов почв при их картографировании. Это значительно ограничивает возможности использования спутниковых данных для точного картографирования почв в детальном и крупном мас-

штабе, но не делает этого невозможным. В докладе приводятся примеры возможных путей разрешения этой проблемы. Более того, для ряда практических приложений необходима информация о реальной географии отдельных конкретных свойств почв, а не традиционной почвенной карты. В этом случае спутниковая информация может быть в некоторых случаях использована в качестве основного источника информации.

УДК 631.164.25

ЕДИНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ, ЗЕМЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

Сапожников П.М., Булгаков Д.С., Карманов И.И.

Почвенный институт им. В.В.Докучаева, Москва, sap-petr@yandex.ru

Для эффективного управления земельными ресурсами России с ее разнообразными природно-хозяйственными условиями, а также в целях разработки комплекса почвозащитных мероприятий, мероприятий по экономическому стимулированию собственников и пользователей в рациональном использовании и охране почв и земель, крайне необходимы пространственно распределенные, регионально систематизированные данные о количественном и качественном состоянии сельскохозяйственных угодий.

Основные задачи создания единого информационного ресурса (ЕИР) сельскохозяйственных угодий сводятся к следующему:

- формирование цифровой картографической основы для целей оценки сельскохозяйственных угодий и выделения в натуре долевой земельной собственности;
- создание единого реестра почв в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях с оценочными характеристиками (нормативной урожайностью и технологическими затратами) для целей «прозрачности» определения стоимостных показателей земель;
- создания актуализированного экологического паспорта плодородия земельного участка, необходимого для контроля качественного состояния земель.

Исходной информацией для векторизации материалов служат карты почвенных обследований М 1:10000 или 1:25000. Для точного позиционирования используется слой «кадастровое деление» из базы данных (БД) Государственного кадастра недвижимости (ГКН). Результатом работ является совмещение слоя «Границы земельных участ-

ков» из БД ГКН со слоями «Кадастровое деление» и «Границы почвенных контуров». Создание цифровой картографической основы земельных участков, постановленных на государственный кадастровый учет, позволяет определить качественное состояние земель конкретного земельного участка, что необходимо при купле-продаже (аренде), выделении долевой собственности.

В единый реестр будут включены почвы, расположенные в субъекте или муниципальном образовании, характеристики почв, влияющие на оценку земель – содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины, негативные факторы, влияющие на плодородие почв. Также в данный реестр будут включены параметры, определяющие размер земельной ренты (нормативная урожайность и технологические затраты).

Экологический паспорт плодородия земельного участка является документом, характеризующим уровень почвенного плодородия и его изменения в процессе хозяйственного использования.

Необходимо отметить, что экологический паспорт плодородия законодательно утвержден в Московской области, принят в Ставропольском крае. Характеристики качества земель в обязательном порядке учитываются в законодательстве Ростовской области и республики Дагестан. Паспорт заполняется на основании выписок из государственного земельного кадастра, фондовых материалов почвенного, агрохимического, экологического и токсикологического, почвенно-мелиоративного, геоботанического и других обследований, а также данных, полученных в результате проведения мониторинга плодородия сельскохозяйственных земель, научных исследований. Паспорт содержит следующие сведения о земельном участке: кадастровый номер, площадь, местоположение, разрешённое использование, права и ограничения, наличие (отсутствие) особого режима землепользования, наличие особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодий. Совершенно очевидно, что экологический паспорт плодородия земельного участка должен быть законодательно утвержден на федеральном уровне и финансироваться из федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ и муниципальных образований. Необходима разработка структуры (показателей) экологического паспорта плодородия земельного участка и в зависимости от состояния плодородия земельного участка у собственника (арендатора) должны применяться либо штрафные санкции, либо поощрительные, в виде снижения земельного налога. Должен быть разработан механизм купли-продажи (аренды) земельного участка, по которому собственник не может продать или передать зе-

мельный участок в аренду, не представив актуализированный экологический паспорт плодородия земельного участка. В связи с этим необходима практическая реализация экономического стимулирования использования земель и применение штрафных санкций при земельном контроле в случае их нерационального использования.

УДК:528.032.6

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ПЛАСТИКА РЕЛЬЕФА КАК СПОСОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Степанов И.Н., Зайцев В.Н., Степанова В.И., Баранов И.П.

Институт биологического приборостроения РАН, Пуцзино, tobil@rambler.ru

Важнейшим фактором почвообразования является рельеф, определяющий перераспределение биогеохимических потоков. Однако, он исследован недостаточно. Анализ карт пластики рельефа природных объектов позволяет выявить, что земная поверхность представлена разными по размерам и формам древовидными системами, а, следовательно, преобразование энергии обуславливает формирование структур земного (почвенного, геологического) вещества по типу «древовидных» образований. Картографические образы ветвления древовидных структур, как в плане, так и по вертикальному профилю показывают специфику, динамику влияния естественных условий на формирование литодинамических потоковых структур. Анализ карт пластики рельефа позволяет установить сходственность форм (изоморфность) потоковых структур. Очевидно, что изоморфность является результатом длительного воздействия гидро-термических и других факторов на земную кору в течение эволюции (до 1 млрд лет назад). На традиционных почвенных картах рельеф не отображается, а, следовательно, не учитывается важнейший почвообразующий фактор, выявляющий динамику изменения почвенного покрова в пространстве и времени. Таким почвообразующим фактором является неоднородность распределения физико-химических условий по рельефу. Разрабатываемый метод пластики на рельефообразующем уровне позволяет выделить почвы по их биологической ценности. Технология составления потоковых карт для опытных полей вычленяет почвы по границам (изолиниям равной кривизны) и таксонам почв: выпуклостей (нормальные), вогнутостей (анормальные), склонов (переходные). Это дает возможность картографическим методом дифференцировать (квантовать) почвенную неоднородность рельефа. Такая дифференциация является при-

родно-обусловленной информационной оптимизацией, которая вычленяет почвенные участки с более благоприятными условиями жизнеобеспечения для оптимального использования почвенных ресурсов организмами. В настоящее время, ориентация делается преимущественно на разработку цифровых моделей рельефа (ЦМР) и построение геоинформационных систем (ГИС) для создания информационных баз данных о рельефе. Считается, что методологической основой в создании тематических карт ЦМР должна быть технология построения изображения по структурным линиям (12 шт.) рельефа, так как они, охватывают более широкий круг педометрических данных. Поэтому, подразумевается, что составление карт пластики рельефа по профилю нулевой плановой кривизны (морфоизографе) также включается в совокупность вышеозначенных структурных линий. Однако, необходимо отметить, что системнообразующая основа метода пластики, (а именно: выявляемая древовидность), в этом случае, будет «затушевываться» и не проявится, результатом чего будет карта графического портрета рельефа с приложенной ГИС-базой данных. Несмотря на совершенствование технических приемов составления карт с помощью компьютерной техники, фундаментальная основа такой методологии разработки ЦМР-рельефа останется традиционной. Необходимость составления традиционных почвенных карт несомненна. Однако, почвенные, геологические тела литодинамических потоков, структур и систем пластики рельефа, т. е. основные объекты изучения, составляющие природно-территориальные комплексы как компоненты биосферно-литосферной системы, выпадают из такой ЦМР-модели. Поэтому, составление картографических моделей по такой технологии не даст представления о системности распределения, динамической направленности миграции земного вещества под действием сил земного тяготения, эрозионно-дефляционных процессов. Подтверждением этого являются многочисленные данные по культивированию агроценозов на эрозионно расчлененных почвах рельефа. Связь значимости рельефа в жизнеобеспечении и даже его влиянии на эволюционное видообразование выявлена также и при сопоставлении на картах пластики рельефа характера распределения древовидности потоковых, почвенных структур по рельефу с нахождением моллюсков в нижней, верхней части потоков. Расхождение видообразования обуславливается случайным попаданием организмов из общего водного бассейна в динамический поток, ориентированный физическими полями. Поэтому, месторасположение в потоке выступает как экологическая ниша, определяющая метаболические адаптации, рост, эволюцию биологических тел, что обуславливает целесообразность информационной оптимизации использования почвенных ресурсов по рельефу.

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Цытрон Г.С.¹, Матыченков Д.В.¹, Северцов В.В.²

¹РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, soil@tut.by;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, soil-soligorsk@tut.by

На протяжении нескольких лет в республике создается Почвенная Информационная Система Беларуси (ПИСБ) – компьютерная база пространственно-координированных и атрибутивных данных о почвах и почвенном покрове, имеющая 5-ти уровневую структуру обобщения и строящаяся на административно-территориальном и хозяйственном ранжировании нашей страны (рабочий участок – сельскохозяйственное предприятие – административный район – административная область – Республика Беларусь). Необходимость же эффективного использования и применения накопленных данных для задач рационального землепользования назрела уже давно. Международный опыт показывает, что создание информационных экспертных систем для оценки рационального использования почв с использованием баз данных информации о свойствах и характеристиках почвенного покрова становятся в наши дни фактором, определяющим ведение экологически безопасного, ресурсосберегающего и прибыльного сельскохозяйственного производства.

В основе программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь лежат база данных (Почвенная Информационная Система Беларуси) и база экспертных знаний (справочники и наборы правил оценки состояния почвенного покрова для различного сельскохозяйственного использования). База данных в этом случае является характеристикой современного состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель определенного уровня обобщения ПИСБ по типам почв, степени увлажнения, гранулометрическому составу и строению почвообразующих и подстилающих пород, агрохимическим и экологическим показателям. База знаний обобщает и накапливает теоретический и практический опыт специалистов в области определения пригодности почвенного покрова для различного его использования.

В основу экспертной оценки положены общая агропроизводственная группировка почв республики по их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур, включающая в себя 15 агрогрупп почв, а так-

же частные агропроизводственные группировки почв по степени их пригодности для возделывания наиболее требовательных к почвенным условиям культур, разработанные к данному моменту для озимой яровой и пшеницы, озимого тритикале, ячменя, льна, сахарной свеклы и озимого рапса. Основным критерием отбора почвенного покрова для его рационального использования в сельскохозяйственном производстве является принадлежность его компонентов к той или иной агропроизводственной группировке почв, а также степень их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур. Критериями же выделения агрогрупп являются генетическая однородность почв, гранулометрического состава и строения пород; близкая степень агрохимической окультуренности или деградации почв; одинаковый характер мелиоративного воздействия при одинаковых, лимитирующих почвенное плодородие, факторах.

Средством, объединяющим эти два основных компонента создаваемой экспертной системы, является создаваемая объединенная информационная база данных компонентного состава почвенного покрова и пригодности отдельных его компонентов для различных целей использования. Эта система позволит повысить качество и оперативность принимаемых решений об использовании почвенных ресурсов Беларуси на различных уровнях землепользования и управления.

УДК 631.4:528.92.94

СОЗДАНИЕ НОВОЙ ЦИФРОВОЙ КАРТЫ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ХАКАСИИ НА ОСНОВЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

Черноусенко Г.И., Калинин Н.В., Рухович Д.И., Королева П.В.

Почвенный институт им.В.В. Докучаева, Москва, chergi@mail.ru

Цель работы – составление цифровой карты засоления почв Хакасии с привлечением доступных картографических, дистанционных и аналитических материалов в ГИС среде ArcInfo для инвентаризации и оценки почвенных ресурсов страны.

Методика исследования: 1. Сбор доступных картографических материалов на бумажных и электронных носителях; 2. Сканирование бумажных карт и их геореференсирование; 3. Подбор космоснимков и цифровых моделей рельефа; 4. Перевод картографических электронных материалов в одну проекцию для их корректного совмещения; 5. Создание проекта ГИС. 6. Сбор сведений о засолении почв из литературных источников и их геореференсирование; 7. Маршрутно-ключевые полевые ис-

следования с геореференсированной привязкой точек опробования для оценки актуального засоления и проверки противоречий картографической информации разных источников; 8. Создание атрибутивной базы данных, включающей сведения из литературных источников и авторские полевые данные (на текущий момент база содержит информацию о 82 разрезах засоленных почв Хакасии); 9. Корректировка каждого контура электронной карты на основе всей совокупности данных.

Для создания карты был собран ГИС проект, включающий в себя 12 основных растровых и векторных слоев. Информацию о засоленных почвах брали с нескольких карт: Почвенные карты районов Хакасии М 1:200000; Карта Почвенно-мелиоративного районирования М 1:0,5 млн; Карта типов химизма М 1:2,5 млн; Карта Засоления почв России М 1:2,5 млн; Почвенная карта (ГПК) М 1:1 млн; Почвенная карта РСФСР М 1:2,5 млн; Топографические карты М 1:100000. Информацию о химизме и степени засоления брали с карты типов химизма, Карты засоления почв России, по аналитическим данным, с карты почвенно-мелиоративного районирования, в ряде случаев экспертно. Границы контуров проводили с использованием почвенных и топографических карт, а также цифровой модели рельефа и космоснимков.

В результате была создана новая цифровая карта засоления Хакасии в масштабе 1:2,5 млн с детализацией тематической информации по засолению почв в масштабе 1:0,5 млн состоящая из нескольких слоев: распространение засоленных почв по глубине засоления и доле участия засоленных почв в контуре, химизм засоления почв и распространение солончаков, солонцов и солонцеватых почв.

На созданной карте выделен 101 контур с засоленными почвами. По каждому контуру в атрибутивную базу данных заносилась информация о засолении по 81 показателю. Из них 21 показатель внесены экспертно и являются индивидуальными для каждого контура, остальные 60 получены расчетом. По полученной карте оценены площади засоленных почв Хакасии по следующим показателям: 1) общая характеристика контуров засоленных почв; 2) глубина залегания верхней границы солевого горизонта; 3) распространение засоленных почв, различающихся по степени засоления верхнего метра почвенного профиля (сильное, среднее и слабое); 4) оценка площади солончаков; 5) распространение площади почв разного химизма засоления; 6) распространение солонцов; 7) распространение солонцеватых почв.

В Хакасии засоленные почвы с разной долей участия в контуре встречаются на площади 1,22 млн га. По средним оценкам непосредственно засоленные почвы занимают 311 тыс га. В новом варианте карты

поменялась структура засоленных почв. Возросла доля солончаков, солончаковых почв и особенно доля автоморфных солонцов – в 3 раза. Изменилась и структура засоленных почв по химизму засоления – появилась категория содовозасоленных почв, ранее не выделявшихся в Хакасии и хотя сульфатнозасоленные почвы в Хакасии все равно доминируют, их доля уменьшилась.

УДК 631.47

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ МЕТОДОМ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ПОЧВЫ, УТРАЧЕННОЙ
ПРИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССАХ**

Шестакова М.В.¹, Глазунов Г.П.²

¹МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, marykash@rambler.ru;

²МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, glazng@mail.ru

Охрана почв от деградации, в частности эрозии – одна из важнейших экологических проблем, с которой человечество уже имеет дело. Успешное ее решение возможно лишь на основе глубокого всестороннего изучения причин и условий воздействия эрозии, разработки научных основ охраны почв и рационального использования земельных ресурсов.

В основе метода определения толщины слоя почвы, утраченного в результате эрозионных процессов, по сравнению с эталоном лежит идея о том, что распределения показателей свойств по глубине в эталонных и эродированных почвах являются коррелированными. Это обстоятельство позволяет из разных «наложений» графика показателей эродированной почвы в зависимости от глубины на график эталонной выбрать «наилучшее» по критерию максимального значения корреляционного момента. В найденном положении профилей расстояние между поверхностями эталонной и эродированной почв определяет толщину утраченного слоя.

В связи с выше изложенным был разработан метод оценки состояния эродированной почвы по потере гумуса и результатам определения толщины утраченного слоя по измерениям профиля легко определяемых свойств почвы, определено распределение запаса гумуса в эталонной почве по глубине, а затем по общепринятому введено пять категорий. Откладывая от поверхности толщину слоя утерянной почвы, определяется категория ее состояния по степени эродированности.

Распределения концентрации гумуса с глубиной имеют вид экспоненциальной зависимости.

Профили распределения электрического сопротивления по глубине, полученные измерением на стенке разрезов и ВЭЗ (вертикальное электрическое зондирование), подтверждают известные представления о том, что при прочих равных условиях удельное электрическое сопротивление снижается с глубиной. Закономерности профильного измерения электрического сопротивления отражают детали строения почвенного профиля и в целом следуют той же закономерности, что и распределение с глубиной гумуса.

Статистическая зависимость между величинами удельного электрического сопротивления, измеренными для точек на одинаковой глубине методами ВЭЗ, с поверхности, и на стенке разреза имеет вид многочленов, степени которых определяются через степени экспонент.

УДК 631.4

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ, УКРАИНЫ И БЕЛАРУСИ

Шоба С.А.¹, Алябина И.О.¹, Иванов А.В.¹, Колесникова В.М.¹, Красильников П.В.², Урусевская И.С.¹, Медведев В.В.³, Лактионова Т.Н.³, Бигун О.Н.³, Накисько С.Г.³, Шейко С.Н.³, Савченко К.В.³, Цыгрон Г.С.⁴, Матыченков Д.В.⁴, Шульгина С.В.⁴, Калюк В.А.⁴, Шибут Л.И.⁴

¹Факультет почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, mail@soil.msu.ru;

²Карельский научный центр РАН, Петрозаводск, kras@bio.krc.karelia.ru;

³ННЦ Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского, Харьков, pochva@meta.ua;

⁴РУП Институт почвоведения и агрохимии, Минск, soil@tut.by

В рамках совместного проекта трех стран начата работа по созданию единой базы данных почвенных ресурсов России, Украины и Беларуси. Целью настоящей работы является интеграция почвенных данных трех стран, информационное обеспечение совместных научно-исследовательских работ и образовательных программ, включение трех стран в единое почвенно-информационное пространство Евросоюза и мира. Предпосылками создания в каждой из стран своих национальных баз данных явилось множество причин. В первую очередь, это необходимость перевода в электронный формат многочисленных накопленных данных о свойствах почв, значительное отставание в развитии почвенно-информационных систем нового уровня по сравнению с ме-

ждународным сообществом и необходимость создания научной основы для рационального землепользования. Несмотря на то, что каждая из баз данных имеет свои особенности организации данных и решает в первую очередь свои проблемы, существует единство взглядов на общие принципы построения баз данных. Это послужило основой для проведения совместных работ, которые были начаты в 2011 году. Картографическими основами баз данных являются Почвенная карта РСФСР масштаба 1: 2 500000 под редакцией В.М. Фридланда, 1988 г., (Скорректированная цифровая версия, 2007), Почвенная карта Украины масштаба 1:1 500 000, под ред. Н.К. Крупского, 1977 (Скорректированная цифровая версия, 2004) и Почвенная карта Республики Беларусь с легендой (М 1:1 250 000) (Национальный атлас Беларуси, 2002; цифровая версия). Концепция единой базы данных основана на представлении о почве, как многоуровневой системе. Создаваемая единая база данных имеет иерархическую многоуровневую структуру. Наполнение единой базы данных почвенных ресурсов осуществляется путем инвентаризации и формализации данных о свойствах почв с отбором репрезентативных почвенных профилей. Каждая из стран-участниц привлекает обширные сведения о разнообразии почвенного покрова на разных уровнях структурной организации в тесной связи со всеми экологическими факторами его дифференциации. Необходимыми условиями отбора репрезентативных разрезов являются: строгая координатная привязка каждого почвенного разреза (профиля), максимально полное описание морфологических свойств почв, максимальный набор аналитических показателей свойств почв. Обязательно должен быть указан метод исследований и единицы измерения каждого показателя, заносимого в базу данных. Для этого разработаны единые стандарты унификации почвенной информации. Составлены списки классификаторов, включая разработки российской, украинской и белорусской сторон. В атрибутивную часть базы данных включается информация о региональных особенностях мезо-, макро- и мегаструктур почвенного покрова, характере растительности, рельефа, почвообразующих пород, климатических параметрах и других факторах почвообразования. Разработанный раздел о классификационном положении почв включает наименование почв согласно принятым в России, на Украине и в Беларуси классификациям. В качестве основы единой базы данных решено использовать программу для ввода, редактирования данных и администрирования при подключении к Интернет Soil-DB (Web-ver.), программу для локального ввода почвенных данных Soil-DB (ver.2).

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

Яковлев А.С.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, yakovlev_a_s@mail.ru

В федеральном законе «Об охране окружающей среды» почвы и земли рассматриваются как два самостоятельных компонента окружающей среды (ОС). В тоже время, в современной нормативно-методической литературе отсутствуют сведения об их экологических функциях, а так же правила экологической оценки и нормирования, что затрудняет использование понятий «почвы» и «земли» в практической реализации природоохранного законодательства.

Экологические функции почв могут быть разделены на две категории: глобальные или внешние, ориентированные на связь с другими компонентами ОС (гидросферные, атмосферные, литосферные, общебиосферные и этносферные) и биогеоценоотические – внутренние, непосредственно связанные с физическими, химическими, физико-химическими и биологическими свойствами почв.

В современной практике медицинского и экологического нормирования учитывается обобщенная оценка внутренних и внешних показателей экологических функций почв, что позволяет представлять их в виде единых норм качества почв (предельно допустимые концентрации, допустимое остаточное содержание нефти в почве, класс опасности отходов). На основании установленных норм качества, определяются нормы допустимого воздействия, например, предельно допустимые выбросы в атмосферу, предельно допустимый сброс в водные среды и на рельеф местности, предельно допустимые лимиты образования и размещения отходов. В тоже время, в настоящее время практически не разработана система экологической оценки и нормирования земель как компонента ОС.

Объединяющим началом всех рассматриваемых вариантов земель служит их территориальная приуроченность и сосредоточенный в пределах земельного выдела природный комплекс. Эта особенность отличает земли от других компонентов ОС, приведенных в законе «Об охране окружающей среды». Территория не исчезает, как это может случиться с другими компонентами ОС (животный и растительный мир, почвенный покров), а служит постоянной ареной взаимоотношений человека и природы. На ней может быть оценено и нормировано экологическое состояние представленного в ее границах природного комплекса.

В этой связи, под экологической функцией земель, как конкретного территориального образования, мы понимаем внутреннее и внешнее (по аналогии с двойным функционированием почв) функционирование сложившегося в рамках этой территории природного комплекса при всех возможных факторах антропогенного воздействия.

До настоящего времени в природоохранной практике отсутствует единый методологический подход к комплексной оценке экологического состояния и экологического нормирования территорий разного уровня организации. Такой подход может быть выработан на основе принятого в России административно-территориального деления земель: регион (республика, край, область); муниципальное образование (населенный пункт, район); земельный участок, учтенный в установленном порядке в государственном кадастре недвижимости.

Учитывая, что современная земельная политика в нашей Стране в области землеустройства и землепользования ориентирована на работу на местах преимущественно в рамках муниципальных образований, целесообразно начинать экологическую оценку и нормирование земель как компонента ОС с территорий земельных участков. Земельный участок в данном случае может рассматриваться как элементарное звено комплексной экологической оценки территории муниципального образования.

Основным критерием экологического нормирования может служить граница устойчивости всего рассматриваемого природного комплекса, приуроченного к его территории. Общим показателем экологического состояния, как почв, так и природного комплекса земель служит реакция на антропогенное воздействие их биоорганического потенциала. Утрата 20–30 % биоорганического потенциала всего природного комплекса земель и почв, как правило, сопряжена с массивным переносом мелкозема и загрязняющих веществ в контактирующие природные среды и необратимой потерей устойчивости системы в целом, например, в процессе опустынивания и загрязнения земель, разрушения гумусированного слоя почв. При экологической оценке и нормировании почв и земель целесообразно применять единые подходы к их оценке, используя принятые в природоохранной практике шкалы ранжирования показателей и критерии оценки допустимых значений качества природных сред и допустимого уровня воздействия на них.

Симпозиум 7

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Руководители: акад. РАСХН В.Г. Минеев, В.Г. Сычев

УДК 631.4.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ИХ ПОДВИЖНЫМИ ФОСФАТАМИ

Адрианов С.Н., Шаброва Е.В.

ГНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Москва, shafran 38@mail.ru

Содержание подвижных фосфатов в почве является одним из важнейших показателей ее плодородия, от которого зависит не только эффективность фосфорных удобрений, но и других видов удобрений. Оно определяет уровень и устойчивость урожаев сельскохозяйственных культур, особенно в неблагоприятных погодных условиях и кризисных ситуациях в экономике.

Первый цикл агрохимического обследования почв показал, что в стране 51 % пашни характеризуется очень низким и низким содержанием подвижных фосфатов. За годы интенсивной химизации земледелия обеспеченность почв фосфатами существенно улучшилась. Тем не менее из-за недостаточного применения удобрений в большинстве областей продолжается рост площадей бедных почв, на которых без улучшения реакции среды и фосфатного режима нельзя получать полноценный урожай сельскохозяйственных культур. В настоящее время около 25 % сельскохозяйственных угодий имеют очень низкое и низкое содержание подвижных фосфатов. Вследствие этого страна недополучает значительное количество сельскохозяйственной продукции.

В ВНИИА обобщены результаты полевых опытов с удобрениями, проведенных в стране в течение 50 лет. По этим данным на почвах с низким содержанием подвижных фосфатов урожайность зерновых культур составила до 2,4 раз ниже, чем на почвах с повышенным и высоким содержанием.

Статистический анализ показал четко выраженное влияние вариации содержания подвижных фосфатов в почвах на изменчивость при-

бавок урожайности культур от внесения фосфорных удобрений. Корреляционное отношение между ними составляет 0,54–0,88. Остальные агрохимические показатели почвы на эффективность удобрений оказывали более слабое влияние.

Наиболее высокие прибавки урожайности озимой пшеницы от внесения фосфорных удобрений на всех почвах получены при низкой обеспеченности их подвижными фосфатами. На почвах с повышенным и высоким содержанием урожайность от удобрений изменялась слабо.

В Центральном федеральном округе на дерново-подзолистых почвах при низкой обеспеченности их подвижными фосфатами от внесения 30–120 кг/га P_2O_5 прирост урожайности озимой пшеницы составил 5,7–7,7 ц/га, при пониженной – 2,5–3,3 ц/га, при средней – 1,4–1,9 ц/га, при повышенной – 0,8–1,0 ц/га. Таким образом, по мере повышения обеспеченности почв фосфатами прибавки урожайности снизились от 2,3 до 7,4 раза. Расчеты окупаемости показывают, что при сложившихся в 2010 г. ценах на удобрения и зерно пшеницы затраты на применение фосфорных удобрений в год внесения окупаются только на почвах с низким содержанием фосфатов, при внесении малых доз – на почвах с пониженным содержанием фосфатов.

На серых лесных почвах, черноземах выщелоченных и оподзоленных при низкой обеспеченности их фосфором прибавки урожайности озимой пшеницы от доз P_2O_5 составили 3,8–6,4 ц/га, при пониженной – 1,7–2,6 ц/га, при средней – 0,9–1,5 ц/га.

На типичных и обыкновенных черноземах прибавки урожайности от фосфорных удобрений были примерно в 2 раза ниже, чем на дерново-подзолистых почвах.

В Приволжском федеральном округе на серых лесных почвах и черноземах выщелоченных, обыкновенных и южных прибавки были примерно такие же, как в Центральном округе.

В Южном федеральном округе на черноземах слабовыщелоченных урожайность выросла на 1,3–4,2 ц/га, черноземах южных – 1,8–5,8 ц/га, черноземах мицеллярно-карбонатных – 1,6–5,6 ц/га.

СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ РОССИИ

Аристархов А. Н.,

ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, Москва, Shafran38@mail.ru

Анализом материалов крупномасштабного (М 1:10000 или 1:25000) агрохимического обследования почв на содержание в них подвижных форм микроэлементов, а также их 20-летней динамики и составленных нами в целом по стране соответствующих картограмм, установлена достаточно высокая нуждаемость земледелия страны в применении микроудобрений (на почвах с низкой и средней их обеспеченностью).

По бору в целом по стране целесообразность его внесения выявлена на 26,8 % обследованных площадей почв, в т. ч. в Центральном Федеральном округе на 48,6 %, в Северо-западном – на 54,5 %, а в Приволжском – на 34,5 %, тогда как в Дальневосточном – на 98,8 %. В Южном, Уральском и Сибирском Федеральных округах преобладают почвы с высоким содержанием бора (60–99 %).

По молибдену очень высокая недостаточность выявлена на 84,5 % площадей, в т. ч. в Северо-Западном Федеральном округе – на 99,3 %, в Центральном – на 78,1 %, в Южном – на 97,6 %, в Приволжском – на 86,7 %, в Уральском – на 87,7 %, в Сибирском – на 82,1 % и в Дальневосточном – на 93,6 %.

По цинку установлена практически повсеместная нуждаемость в его применении – на 96,9 % площадей обследованных почв. При этом свыше 80 % почв имеют только низкое содержание цинка в Центральном, Южном, Уральском, Сибирском Федеральном округах, а в Северо-Западном, Приволжском и Дальневосточном Федеральных округах их площади также достаточно велики и составляют 61–79 %.

По меди потребность также достаточно велика. В целом по стране в её внесении нуждается 71,6 % обследованных почв, в т. ч. в Центральном Федеральном округе – 70,3 %, Северо-Западном – 71,8 %, Южном – 92,7 %, Приволжском – 67,4 %, Уральском – 87,6 %, Дальневосточном – 94,5 % и только в Сибирском – лишь менее 50,0 %.

По марганцу необходимость его применения установлена на 74,5 % обследованных площадей почв. По Федеральным округам различия по этому показателю незначительны, за исключением Дальневосточного округа, где процент почв с недостаточным содержанием марганца составляет всего 31,4 %.. Наиболее острая потребность в марганце (бедных почв

до 50–90 %) выявлена в регионах с преобладанием черноземных и каштановых почв степной и сухостепной зон.

По кобальту потребность земледелия в его применении выявлена на 87,9 % обследуемых площадей почв. При этом низкое его содержание в Северо-Западном, Южном, Приволжском и Уральском Федеральных округах превышает 50 %, составляя в некоторых из них даже 80–90 %. Таким образом, данные сплошного крупномасштабного мониторинга почв страны на содержание подвижных форм микроэлементов дают объективную картину состояния почвенного плодородия и определяют необходимость более широкого использования микроудобрений. Анализ этих показателей за 20-летний период показал их системное ухудшение и возрастание потребности в микроудобрениях. В целом по стране площади почв, нуждающиеся в микроэлементах, возросли: по цинку с 84,5 до 96,9 %, по меди – с 28,7 до 71,6 %, по марганцу – с 68,1 до 74,5 %, по кобальту – с 86,1 до 92,6 %. Снижение содержания подвижных форм микроэлементов в почвах страны установлено и при проведении локального мониторинга плодородия почв на реперных участках (РУ) страны. Так, по результатам обобщения материалов 48РУ Тверской области выявлено, что на дерново-подзолистых почвах легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава за пятилетний период наблюдений произошло снижение содержания: гумуса – с 3,1 до 2,3 %, калия – с 205 до 114 мг/кг, кальция – с 6,1 до 5,9 и магния с 1,2 до 1,1 мг-экв/100г, серы – с 8,0 до 6,7 мг/кг и микроэлементов (мг/кг): – В – с 0,7 до 0,5; Си – с 3,0 до 1,7; Мп – с 113 до 66. Аналогичная динамика показателей плодородия почв установлена и в других регионах и на других типах почв. Таким образом, выявленная определенная корреляция содержания подвижных форм микроэлементов с другими основными агрохимическими показателями плодородия почв обуславливает необходимость комплексного подхода к применению агрохимических средств с участием микроэлементов.

УДК 631.43.ДВ

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЗОННО-МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Асеева Т.А.

ГНУ ДВНИИСХ Россельхозакадемии, Хабаровск, dvniish@mail.kht.ru

Сезонно-мерзлотные почвы Среднего Приамурья характеризуются повышенной кислотностью. По данным первого цикла обследования в 1965 году сильнокислые и среднекислые почвы составляли 82,7 % пашни.

В результате их систематического известкования доля кислых и среднекислых почв сократилась до 27,3 %. Наиболее изменчивы площади почв с крайними значениями рН сол.: сильно- и среднекислые, близкие к нейтральным и нейтральные. Эти группы почв за счет подщелачивания при известковании или естественного подкисления поддерживают относительную стабильность почв со слабокислой реакцией среды.

Так как почвы Приамурья формируются при периодическом переувлажнении, которое активизирует в них полуторные окислы и благоприятствует образованию труднорастворимых фосфатов, они все бедны их подвижными формами. В начале их освоения 89,8 % пашни имели очень низкую и низкую обеспеченность подвижным фосфором. В процессе интенсивной химизации земледелия площадь таких земель сократилась практически вдвое. Применение высоких доз органических и фосфорных удобрений в картофельных и овощных севооборотах обусловило появление почв с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора. Положительные изменения в фосфатном режиме почв сохранились до настоящего времени.

Калийный режим почв в основном зависит от их механического состава и водного режима. Для пахотных земель Хабаровского края характерно доминирование трех групп почвы по содержанию обменного калия: с низкой, средней и повышенной обеспеченностью. Они сохраняют устойчивость на протяжении длительного периода пользования и связаны в основном с минералогическим составом почв.

Содержание обменных оснований зависит от емкости катионного обмена почв (т. е. содержания гумуса и глинистых минералов) и их кислотности. При доминировании в поглощающем комплексе почв кальция в крае преобладает пашня со средним, высоким и очень высоким его содержанием. В 1990 году, который завершал продолжительный период интенсивной химической мелиорации земель в регионе, значительные площади занимали группы почв с повышенным и высоким содержанием кальция. При отсутствии известкования в последние годы площадь под этими группами сократилась более чем в 2 раза. Как по содержанию кальция, так и магния наиболее стабильны площади земель со средними их показателями.

По данным агрохимического обследования, в крае практически половина площади пашни имеет очень низкую и низкую гумусированность. Третья часть пашни имеет среднюю гумусированность и более устойчивое эффективное плодородие.

Содержание подвижных форм микроэлементов зависит от степени окультуренности и, в первую очередь, от реакции почвенной среды. В ус-

ловиях Приамурья подвижность соединений микроэлементов зависит от механического состава почв: чем он тяжелее, тем ниже их обеспеченность бором, молибденом, цинком, медью, но выше марганцем.

Расчет баланса элементов питания в земледелии Среднего Приамурья выявил устойчиво отрицательный его показатель для двух элементов питания – азота и калия.

При сравнении показателей за 1999 и 2005 гг. отрицательный баланс по азоту и калию снизился почти в 2 раза. Однако дефицит этих элементов неодинаково влияет на изменение почвенного плодородия, так как их валовое содержание различно – азота до 0,3–0,5, а калия до 2,5–2,7 %. С 2003 года, благодаря внесению более высоких доз фосфорных удобрений, наметился положительный баланс в земледелии по фосфору.

УДК 633.11

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Бирюкова О.А.¹, Божков Д.В.¹, Паршина О.А.², Купров А.В.²

¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, olga_alexan@mail.ru;

²Ростовский филиал ФГУ «Госсорткомиссия»

Решение продовольственной проблемы зависит в первую очередь от уровня развития зернового производства, определяющего во многом экономическую стабильность и продовольственную безопасность страны. Озимая пшеница является основной зерновой культурой в Ростовской области, где занимает свыше 1,5 млн га и составляет 15...20 % площади ее посевов в России. Новые высокоурожайные сорта и гибриды зерновых культур в большой степени определяют конкурентные преимущества современных агротехнологий.

Исследования проводили в условиях полевого опыта на базе государственного сортоиспытательного участка «Целинский» Ростовской области. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный со следующей агрохимической характеристикой (0–30 см): содержание гумуса – 3,83 %, подвижного фосфора – 24,0 мг/кг, обменного калия – 331 мг/кг, рН – 7,8. Площадь учетной делянки 50 м², повторность четырехкратная. Технология возделывания культуры – общепринятая для зоны. Использовали удобрения: сульфаммофос (N:P = 20:20) и аммиачная селитра (34 N %).

Изучали сорта мягкой озимой пшеницы иностранной селекции (Германия) – Кларион, Менестрель; Всероссийского научно-исследователь-

ского института (ВНИИЗК) им. И.Г. Калининко – Аскет, Регата, Ростовчанка 7; Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства (КНИИСХ) – Гром, Иришка, Этнос, Курень, Бригада, Калым, Юка, Вершина.

Установлено, что реализация потенциальной продуктивности у сортов идет по-разному и зависит от их генотипических особенностей, устойчивости к абиотическим и биотическим условиям произрастания.

В среднем за годы исследований, по урожайности выявлено преимущество сортов Гром, Аскет, Калым, Юка (75, 5; 73,7; 73,4; 72, 1 ц/га соответственно против 61,1 ц/га у сорта-стандарта). Немногим меньшее увеличение урожая в сравнении со стандартным сортом (7–8 ц/га) отмечено у сортов Ростовчанка 7, Этнос, Менестрель.

Среди изучаемых сортов озимой пшеницы по содержанию белка можно выделить две группы. Первая группа – содержание белка выше 14 %. В нее вошли сорта Аскет, Бригада, Иришка, Курень, Ростовчанка 7, Этнос, Регата, Юка. Вторую группу (содержание белка меньше 14 %) составляют Вершина, Кларийон, Менестрель, Гром, Калым. Высокоурожайные сорта требуют значительно большего количества питательных веществ. Химическая диагностика минерального питания растений озимой пшеницы показала, что высокопродуктивные сорта испытывают недостаток питательных веществ, особенно азота.

Следует отметить, что используемая в Госсортосети методика сравнения продуктивности разных сортов и гибридов полевых культур на одинаковом питательном фоне, несовершенна, так как не учитывает их генотипические особенности и специфические требования к качеству питания.

Зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, полеганию и осыпанию, практически всех сортов была высокая. Однако в условиях 2011 года растения озимой пшеницы сорта Кларийон вымерзли, а поражение септориозом пшеницы сорта Гром в 4 раза сильнее, чем сорта-стандарта. При этом урожай и качество зерна исследуемых сортов озимой пшеницы были выше, чем в предыдущие годы.

По продуктивности и приспособленности к почвенно-климатическим условиям изучаемые сорта селекции ВНИИЗК и КНИИСХ превосходят ранее широко распространенные сорта. Адаптированность сорта Кларийон к условиям произрастания низкая.

Таким образом, внедрение в производство новых перспективных сортов озимой пшеницы повысит ресурсосберегающий потенциал агротехнологий за счёт их высокого адаптационного потенциала и увеличения эффективности факторов регулирования продуктивности.

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ СОРТОВ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****Божков Д.В.¹, Бирюкова О.А.¹, Паршина О.А.², Купров А.В.²**¹*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, bozhkov-dmitrii@mail.ru;*²*Ростовский филиал ФГУ «Госсорткомиссия», Ростов-на-Дону*

Известно, что урожай создается в процессе фотосинтеза, когда в зеленых растениях образуется органическое вещество из диоксида углерода, воды и минеральных веществ. Эффективность этого процесса и, в конечном счете, урожай зависят от функционирования посева как фотосинтезирующей системы. Принято сравнивать посева между собой, а также различные состояния одного посева в динамике по площади листьев, отождествляя ее с понятием «ассимиляционная поверхность».

Исследования проводили в условиях полевого опыта, заложенного на ГСУ «Целинский» Ростовской области в соответствии с требованиями методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: содержание гумуса 3,83 %, подвижного фосфора по Мачигину – 24,0 мг/кг, обменного калия – 331 мг/кг; нитрификационная способность (по Кравкову) – 18 мг/кг. Площадь учетной делянки 50 м², повторность четырехкратная. Размещение делянок последовательное. Система подготовки почвы и уход за посевами озимой пшеницы – общепринятая в зоне. Предшественник – черныш пар. Число и размер листьев озимой пшеницы определяли согласно методике учета морфо-биометрических показателей.

Изучали 13 сортов мягкой озимой пшеницы: Кларифон, Менестрель, Аскет, Регата, Ростовчанка 7, Гром, Иришка, Этнос, Курень, Бригада, Калым, Юка, Вершина.

В результате исследований установлено, что максимальной величины площадь одного листа достигла у сорта Юка как в фазе кущения, так и в фазе молочной спелости. Минимальные значения площади одного листа в фазу кущения наблюдались у сортов Кларифон (2,6 см²) Иришка (3,8 см²) и Ростовчанка – 7 (3,8 см²), однако к фазе молочной спелости для данных сортов отмечено увеличение изучаемого показателя до 5,3 см², 7,0 см² и 5,8 см² соответственно, что лежит в пределах средней по опыту площади листьев (6,0 см²).

Максимальной ассимиляционной площадью листовой поверхности одного растения в фазу кущения отличились сорта Гром (45,3 см²), Юка (35,4 см²)

и Иришка (33,8 см²), а к фазе молочной спелости среди этих сортов первенство сохранил лишь сорт Юка (49,1 см²). Данный факт свидетельствует о варьировании данного показателя в течение вегетации, так как к моменту созревания колоса начинает преобладать перераспределение и отток веществ из вегетативных органов в генеративные, а боковые непродуктивные побеги желтеют и отмирают. Так за период от кушения до молочной спелости число побегов у сорта Гром уменьшилось на 1, а у сорта Иришка на 2.

Аналогично площади листовой поверхности одного растения изменялась и площадь ассимилирующей поверхности всего посева. Следует отметить, что для сорта Клариян наблюдался очень низкий фотосинтетический потенциал (149,4 тыс. м²*дни/га) в межфазный период от кушения до трубкования, что связано с плохой перезимовкой данного сорта. Низкие значения индекса листовой поверхности, не превышающие 3, свидетельствуют о том, что оптическая фотосинтезирующая система всего опыта работала не в оптимальном режиме, то есть большая часть активной радиации не улавливалась растениями.

Корреляционный анализ позволил выявить прямую среднюю зависимость урожайности сортов от размера листьев как в фазу кушения, так и в фазу молочной спелости.

УДК 631.416.1

ИММОБИЛИЗАЦИОННЫЙ ПУЛ АЗОТА КРИОАРИДНЫХ ПОЧВ: РАЗМЕРЫ И КИНЕТИКА ФОРМИРОВАНИЯ И КОМПЕНСАЦИИ ВЫНОСА ПОЧВЕННОГО АЗОТА, АКТИВНАЯ ФАЗА ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА

Будажаров Л.В.

*Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ, nitrolu@mail.ru*

Иммобилизационный пул азота криоаридных почв снижался в ряду: лугово – черноземная мерзлотная (53.3 %) → серая лесная (47.9 %) → чернозем южный (41.1 %) и каштановая (41.1 %). Высокая иммобилизация азота согласуется с принципом Ле-Шателье: при поступлении дополнительных источников энергии (азот удобрений) почвенная система стремится максимально увеличить низкое энергетическое состояние за счет высокой ассимиляции, ослабляя целый ряд негативных параметров их функционирования. Поступление азотных удобрений способствует микробной сукцессии и усилению активности микрофлоры почв, которая выражается константа-

ми (k) и если их величина превышает кинетику скорости роста, то наблюдается кинетическое усиление ассимиляции вносимого азота. Доказано, что рост кинетической активности микрофлоры обеспечивает высокую иммобилизацию азота удобрений в почвах с наибольшей активностью актиномицетов, константа (k) которых, независимо от состава и численности почвенных микроорганизмов, режимных процессов и азотного их фонда, значительно выше грибов. Константа активности (k) актиномицетов в почвах снижалась по модулю от лугово-черноземной ($k = 0.434$ в год) к серой лесной ($k = 0.165 \text{ год}^{-1}$) и каштановой ($k = 0.129$ в год), а грибов достоверно ниже. Значительный рост активности актиномицетов в почвах под влиянием азотных удобрений наблюдали при близких кинетических константах (k) роста почвенных микроорганизмов.

Кинетической предпосылкой высокой иммобилизации азота удобрений выступала высокая константа (k) скорости уменьшения содержания азота (^{15}N) удобрений, которая не имела существенных различий по почвам и находилась в пределах одного порядка ($k = 0.665\text{--}0.867 \text{ сутки}^{-1}$), обеспечивая высокое закрепление вносимого азота. Снижение азота удобрений в почвах за счет активной иммобилизации микрофлорой имеет схожий характер в виде экспоненты с разной направленностью процессов. Это характеризует очень высокую ответную реакцию криоаридных почв на поступление азота удобрений – с одной стороны, и стремление почвенной системы максимально быстро повысить энергетическое состояние на неопределенно долгое время – с другой, при общем высоком характере возбуждения процессов. В этом смысле кинетические характеристики отражают фундаментальный закон превращения (сохранения) энергии (азота) в частном проявлении, характеризуя разную оборачиваемость процессов внутрпочвенной трансформации азота.

В результате проведенных оценок установлено, что кинетика (k) закрепления минерального азота ^{15}N удобрений в органическую форму в криоаридных почвах полностью компенсирует скоростные затраты выноса азота почв на создание продукции. Наибольшая скоростная (k) компенсация отмечена при низких размерах выноса азота каштановой почвы ($+0.113$ в сутки) и южном черноземе ($+0.174$ в сутки), несмотря на высокую константу (k) скорости выноса азота почв. При высоких размерах выноса азота с продукцией (серая лесная и лугово-черноземная) кинетическая компенсация наименьшая ($+0.094$ в сутки). Эти оценки подтвердили высокую эколого-агрохимическую значимость иммобилизации азота в этих почвах и ключевую роль в поддержании азотного их фонда и по скоростным параметрам.

Содержание азота в «активной» фазе органического вещества почв не превышает 4.0 % от общего азота. В результате высокая интенсивность иммобилизации азота удобрений в почвах не сопровождается адекватно высокой его минерализацией. При этом, запасы азота в «активной» фазе органического азота криоаридных почв не могут служить ощутимым резервом доступного азота и характеризуют слабую оборачиваемость азота в цикле внутрипочвенных иммобилизационно – минерализационных превращений.

УДК 631.416.4:631.8

ИЗМЕНЕНИЕ КАЛИЙНОГО ФОНДА СИБИРСКИХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Гамзиков Г.П., Бурховецкая А.К., Степанов М.И.

*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,
gamolgen@rambler.ru*

В последние два десятилетия сибирское земледелие практически не применяет калийные удобрения. Систематическое безвозвратное отчуждение калия устойчиво ведёт к дисбалансу элемента в питании растений и снижению плодородия пахотных почв.

Системное изучение калийного фонда основных пахотных почв Сибири позволяет судить об особенностях содержания и распределения форм калия в них. Валовое количество его возрастает в ряду почв: дерново-подзолистые<серые лесные<черноземы выщелоченные< южные<обыкновенные<каштановые. Основная часть элемента представлена силикатной формой (90–98 %). Количество необменного калия и распределение его по профилю почв обусловлено проявлением в них дернового и подзолистого процессов. Содержание обменной формы подвержено значительным колебаниям по типам почв: в дерново-подзолистой и серой лесной почвах – от 6 до 24, в чернозёмах – 16–87 мг/100 г. На долю подвижной формы приходится 0,4–2,5 % от валового калия.

Материалы агрохимического обследования пахотных почв Сибири свидетельствуют, что дерново-подзолистые и серые лесные почвы имеют низкую и очень низкую, чернозёмы и каштановые – высокую и повышенную обеспеченность подвижным калием. В целом пахотные почвы Западной Сибири на 80 %, Восточной – на 60 % имеют высокую и очень высокую обеспеченность, тем не менее, на значительной территории (около 5 млн га) представлены почвы с очень низким, низ-

ким и средним содержанием, где без применения калийных удобрений невозможно получать хорошие урожаи качественной продукции. Мониторинг изменения количественных параметров доступного калия в сибирских почвах показывает, что наблюдается постепенное его снижение на полях без внесения удобрений и стабилизации или повышения обеспеченности при их применении. Наибольшая потребность в калийном удобрении полевых культур проявляется на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, тогда как на чернозёмах, темно-серых и каштановых почвах – при низкой и средней обеспеченности. При интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур для реализации потенциала сортов и средств защиты растений, азотные и фосфорные туки необходимо применять только в сочетании с калийными удобрениями. Многолетними полевыми исследованиями установлено, что в основных почвенно-климатических зонах региона длительное систематическое применение калийсодержащих минеральных и органических удобрений позволяет наряду с повышением урожайности культур, компенсировать не только вынос и отчуждение калия с продукцией, но и поддерживать качественный и количественный статус калийного фонда пахотных почв, сохраняя один из важных элементов плодородия. Под влиянием удобрений основные изменения компонентного состава калийного фонда происходят в пахотном слое почв, а при повышенных нормах внесения удобрений – и в подпахотном. При этом увеличивается содержание не только легкоподвижных и подвижных форм калия, но также необменных и трудногидролизуемых его соединений. Наблюдениями в длительных стационарных опытах (30–65 лет) установлено, что существенные положительные изменения всех форм калия проявляются в вариантах сочетания органических и минеральных удобрений. Сохранение и поддержание калийного статуса при длительном применении удобрений наблюдается в дерново-подзолистых почвах Томского Приобья, серых лесных почвах Предбайкалья, чернозёмах Алтайского Приобья и Омского Прииртышья, а также в каштановой почве Западного Забайкалья. Систематическое применение удобрений не ведёт к загрязнению агроландшафта, получаемая продукция экономически оправдана и безупречна в экологическом отношении.

ИЗУЧЕНИЕ РЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ, ДИКОРАСТУЩИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Ганжара Н.Ф.¹, Злобина М.В.¹, Борисов Б.А.¹, Байбеков Р.Ф.²

¹РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва; pochvlab@gmail.com;

²ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, info@vniia-pr.ru

В настоящее время в индустриально развитых странах активно развиваются экономичные и мягкие технологии ремедиации почв, загрязненных тяжёлыми металлами, в основе которых лежит способность специально подобранных видов высших растений и ассоциированной с ними микробиоты поглощать и аккумулировать в своей биомассе тяжелые металлы в количествах, значительно превышающих их содержание в среде произрастания.

Впоследствии загрязненная биомасса удаляется и утилизируется. В настоящее время в мире идентифицировано около 400 видов растений – гипераккумуляторов различных металлов из 22 семейств, использование которых в качестве фиторемедиантов вызывает у исследователей большой интерес.

В условиях вегетационных опытов проведено испытание ремедиационной способности ряда сельскохозяйственных (донника жёлтого, кукурузы, редьки масличной, горчицы белой, сурепицы яровой, сорго сахарного), дикорастущих (мари белой) и декоративных культур (амаранта бисквитного, астр, бархатцев, василька синего, душистого табака, календулы лекарственной, львиного зева, проса декоративного и шалфея лекарственного) для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при её загрязнении кадмием, свинцом, цинком, кобальтом, медью и никелем на основании показателей накопления и распределения элементов в растениях (коэффициентов биологического поглощения, накопления, усвоения и транслокационного коэффициента) и длительности периодов ремедиации.

Для большинства культур в контрольном варианте и при низком уровне загрязнения опытные растения развивали большую биомассу, внешних признаков угнетения не наблюдалось. При среднем и высоком уровнях в большинстве случаев уже на стадии проростков появлялись внешние признаки токсикоза, которые выражались в изменении окраски вегетативной массы и замедленном росте, на более поздних стадиях развития растений были ярко выражены некроз, антоциановая окраска листьев и побегов, гниение корней или задержка в наступлении фаз развития. В результате корреляционного анализа была выявлена сильная обратная связь между надземной биомассой и СПЗ для растений мари, донника жёлтого, горчицы

белой, кукурузы, амаранта, астр, бархатцев, василька синего, душистого табака, календулы, львиного и шалфея лекарственного. Для сурепицы яровой, редьки масличной, алиссума морского, проса декоративного и сорго сахарного выявленная связь носила случайный характер.

В условиях комплексного загрязнения почвы тяжёлыми металлами наблюдалась их низкая транслокационная способность в растениях. Наименьшей подвижностью во всех растениях характеризовался свинец (транслокационные коэффициенты при всех уровнях загрязнения менее единицы), наибольшей – цинк в случае кукурузы и горчицы белой, кадмий – кукурузы и душистого табака, кобальт – львиного зева; никель – алиссума морского и сахарного сорго.

Наибольшую устойчивость к комплексному загрязнению почвы тяжёлыми металлами проявили растения редьки масличной, календулы лекарственной и бархатцев. Масса их надземной части не изменялась с увеличением степени загрязнения, а у редьки масличной увеличилась по сравнению с контролем на 32 %. Наименьшую устойчивость проявили шалфей лекарственный, просо декоративное, душистый табак (масса побегов при высоком уровне загрязнения по сравнению с контролем снизилась на 90 %, 89 % и 60 % соответственно).

Коэффициенты биологического поглощения, коэффициенты накопления и коэффициенты усвоения характеризовались одинаковой направленностью для характеристики поглощения исследуемых тяжёлых металлов из почвы и накопления их растениями. Для свинца, цинка и меди с повышением уровня загрязнения все коэффициенты снижались; кобальта и никеля – повышались; кадмия – повышались по сравнению с контролем и были примерно на одинаковом уровне. Это можно объяснить различиями в токсичности тяжёлых металлов для исследуемых растений. Обратная связь между суммарным показателем загрязнения с одной стороны и коэффициентами биологического поглощения, накопления и усвоения с другой стороны для никеля, цинка и меди умеренная–сильная, для остальных элементов эта связь оказалась случайной.

Установлено, что ни одно из исследуемых растений не пригодно для существенного снижения валового содержания тяжёлых металлов и их подвижных форм в связи с длительностью процессов ремедиации, за исключением табака и шалфея лекарственного по отношению к подвижному цинку и горчицы белой – к подвижному меди и никелю.

Ориентировочная длительность ремедиации почв при комплексном загрязнении почвы тяжёлыми металлами до фоновых значений по валовому содержанию растениями, которые накапливали их наибольшее количество,

составляла 78–292300 лет, по подвижным формам – от 2–26700 лет, что указывает на непригодность использования данных растений для целей ремедиации. В отношении очистки почвы от цинка душистым табаком и шалфеем лекарственным и от меди и никеля горчицей белой необходимо проведение дополнительных, в том числе полевых исследований.

УДК 631.4: 631.8

ГРАНЗОЛ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕЛИОРАНТ

Гиндемит А.М., Ли М.А., Березин Л.В., Жданов А.В.

ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, Омск, adm@omgau.ru

Высокая стоимость мелиорантов извести и гипса обусловили прекращение работ по химической мелиорации солонцовых и подзолистых почв, которая до 1993 г. проводилась за счет Госбюджета по системе франко-поле. Актуальность данной проблемы обусловила необходимость изыскания относительно дешевых и экологически безопасных мелиорирующих веществ. Со времен Гильгарда-Гедройца и глубоких исследований Матсона и Каппена основой мелиорации почв низкого плодородия обычно признавалась необходимость насыщения ППК ионом кальция. Однако распространение в пашне солонцов с низким содержанием обменного натрия и гидроморфных сезонно-промерзающих почв с нейтральным составом почвенного раствора потребовало поиска альтернативных принципов мелиоративного повышения продуктивности почв низкого плодородия. Разрабатывается экомелиорация – инновационное экологически безопасное альтернативное направление в мелиорации комплексных земель. При этом создаются условия для увеличения глубины и мощности корневой системы растений и ускоряется трансформация внесенного в подпахотный слой органического вещества.

Токсикологические и микробиологические исследования различных побочных продуктов промышленного производства, показали возможность использования в данных целях золошлаковых материалов (ЗШМ), запасы которых в отвалах ТЭС составляют только в России 1,2–2,1 млрд т при уровне их использования менее 10 %. Инновационный поиск путей утилизации продуктов сжигания каменного угля – не столько вопрос экономии материальных ресурсов, сколько проблема защиты здоровья населения Планеты на фоне возрастающего загрязнения окружающей среды. Использование ЗШМ в качестве мине-

рального удобрения невозможно, т.к. все элементы питания растений сжигаются при использовании угля. Большая часть ЗШМ не может использоваться и как кальцийсодержащий мелиорант. Величина рН в зоолотвалах из угля Экибастузского месторождения, широко применяемого в Сибири, более 9, а ее пылящая структура не допускает применения даже на кислых почвах. Хотя санитарный контроль показал низкое содержание ТМ и отсутствие в ЗШМ ТЭЦ г. Омска радиоактивного загрязнения, применение пылящего материала может вызвать канцерогенный эффект.

При грануляции ЗШМ, щелочность продукта купируется. Получен патентоспособный гранулированный продукт – Гранзол, в котором в качестве вяжущего использована отработанная полиэтиленовая тара. Менее энергоемкой оказалась технология грануляции с применением алебаstra. Получаемые при этом пористые гранулы, в отличие от стандартной технологии производства шлакоблоков на основе использования цемента, обладают достаточной прочностью при транспортировке и внесении, но после взаимодействия с влажной почвой происходит их дезагрегация. Гипсовая часть продукта оказывает концентрационный эффект, ограничивая набухание почвенных коллоидов, снижает количество водопептизируемого ила и облегчает водопроницаемость. Микробиологические и лабораторно-вегетационные исследования показали, что локальное внесение аналогичного пористого углеродного сорбента – побочного продукта шинного производства способствует деятельности бактерий нитратообразователей, обеспечивая активизацию текущей нитрификации.

Установлена возможность применения ЗШМ в дозах до 30 т/га. В полевых опытах гранзол вносился в подпахотный слой мелиорируемых почв одновременно с органическими веществами сидератов или послеуборочных остатков модернизированным глубокорыхлителем чизельного типа (патент 2011 г), не оказав токсичного влияния на возделываемые зерновые растения даже при использовании высоких доз ЗШМ.

Применение гранзола в сочетании с глубоким чизелеванием (до 30–35 см) обеспечивает улучшение водно-физических свойств подпахотного слоя почв низкого плодородия, активизирует биологическую деятельность почвенной микрофлоры и улучшает питательный режим возделываемых культур при сохранении экологически сбалансированного химического состава почвенного раствора на всех компонентах комплексных почвенных массивов.

ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Девятова Т.А., Румянцева И.В., Толкалина К.Ю.

Воронежский государственный университет, Воронеж

Исследования проводились на ЦОС ВИУА в пос. Ольша Смоленской области на длительном стационарном опыте (1978–2011 гг.) по систематическому применению бесподстилочного навоза и сочетаний минеральных удобрений в широком диапазоне доз в зернотравяном севообороте на дерново-слабоподзолистой супесчаной почве.

При планировании опыта в основу была положена схема 1/27 (6*6*6*6), включающая 48 вариантов. Общая площадь под опытом 10,5 га, посевная площадь опытной делянки – 112 м², учетная площадь – 48 м².

Активность каталазы определяли титрометрическим методом по Джонсону и Темпле, пероксидазы и полифенолоксидазы колориметрическим методом по А.Ш. Галстяну на спектрофотометре UV-2401 PC SHIMADZU.

Внесение аммиачной селитры, суперфосфата двойного гранулированного и хлорида калия в дозе 81 кг д.в./га способствовало увеличению активности ферментов, участвующих в процессах углеводного, азотного и фосфорного обменов по отношению к неудобренному варианту в 1,0–1,4 раза: инвертазы до 22,19 мг глюкозы/1 г почвы за 24 часа, уреазы до 31,76 мг N-NH₃/100 г почвы за 24 часа, протеазы до 0,10 мг тирозина/1 г почвы за 24 часа, фосфатазы до 0,20 мг P₂O₅/10 г почвы за 1 час.

Комплексное внесение удобрений на активность ферментов, участвующих в биогенезе молекул гуминовых кислот, оказало меньшее влияние, чем их раздельное применение. Минеральная система удобрений способствовала усилению минерализационных процессов – активность полифенолоксидазы составила 4,34, а пероксидазы 4,78 мг пурпургаллина/100 г почвы за 30 мин. Одностороннее внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений повышало активность полифенолоксидазы до 5,28, 5,18 и 5,28 мг пурпургаллина/100 г почвы за 30 мин и пероксидазы до 4,89 и 4,90 мг пурпургаллина/100 г почвы за 30 мин. Применяемые системы удобрений были эффективней неудобренного варианта на 0,94–1,04 и 0,03–0,15 мг пурпургаллина/100 г почвы за 30 мин соответственно. Активность каталазы варианта N81P81K81 (0,9 мл 0,1н KMnO₄/1 г почвы за 20 мин) была выше на 0,11–0,15 мл 0,1н KMnO₄/1 г почвы за 20 мин вариантов с односторонним внесением удобрений и в 1,87 раза отношению к контрольному варианту.

Инвертазная и протеолитическая активность почвы опыта являются наиболее отзывчивыми показателями на количество в почве доступных элементов питания: коэффициенты линейной корреляции между активностью ферментов и количеством в почве гумуса, щелочно-гидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия соответственно равны $r=,855$, $r=,705$, $r=,559$, $r=,855$; $r=,531$, $r=,531$, $r=,595$ и $r=,932$.

Уреазная активность почвы может считаться объективным показателем уровня ее окультуренности. Увеличение на 1 мг/100 г азота, фосфора, калия и на 1 % гумуса в почве возможно увеличение активности уреазы на 0,86; 0,16; 0,5; 9,24 мг N-NH₃/100 г почвы за 24 часа.

Фосфатазная активность почвы с содержанием в почве доступного фосфора обнаруживает отрицательную зависимость $r=-0,081$ – на почвах, более бедных подвижным фосфором, фосфатазная активность выше. С остальными показателями плодородия почвы активность фосфатазы имела слабую прямую связь (с гумусом $r=0,333$; азотом $r=0,293$; калием $r=0,279$).

Положительные корреляционные связи установлены между активностью полифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы с содержанием в почве гумуса, щелочно-гидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия ($r=0,670-0,692$, $r=0,591-0,510$, $r=0,655-0,652$, $r=0,672-0,786$; $r=0,898$, $r=0,627$, $r=0,719$, $r=0,890$).

Таким образом, активность ферментов отражает не только биологические свойства почвы, но и их изменение под влиянием агроэкологических факторов. Следовательно, уровень активности ферментов можно использовать для сравнительной оценки эффективности агротехнических приемов и плодородия почвы в целом.

УДК 631.452

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ

Ельников И.И.

Почвенный институт им. В. В. Докучаева, Москва, i.i.elnikov@yandex.ru

Для проведения эколого-агрохимической оценки плодородия почв необходимо учитывать степень оптимизации их эффективного плодородия применительно к отдельным культурам. Это требует разработки дифференцированных по почвенным зонам нормативов, на основе которых можно определять степень соответствия изменения контроли-

руемых свойств почв требованию выращиваемой культуры в разные фазы вегетации для формирования высокой урожайности с экологически допустимым качеством растительной продукции. Наш многолетний опыт показал, что в решении этой проблемы высокоэффективно применение многоэлементной интегрированной системы диагностики питания растений (системы ИСОД). С помощью этого метода нормирование изменения свойств почв проводится на многокритериальной основе с обязательным использованием критерия качества питания растений большим числом макро- и микроэлементов. Интегральный критерий для нормирования (диктатор) на каждом обследованном поле выбирается исходя из реально установленной реакции растений на внутрипольную пространственную неоднородность условий произрастания. Интерпретация базы данных по сопряженному анализу состояния свойств почв и растений в производственном посеве проводится с использованием формул интегрированной системы диагностики питания растений (формул ИСОД). С их помощью анализируется реакция растений на изменение не только абсолютных значений свойств почв, но и их относительных уровней и сбалансированности со всеми учтенными показателями. Таким образом, реализуется важный принцип экологической оценки оптимальности свойств почв - принцип относительности, который предполагает варьированность их оптимальных уровней в зависимости от различных факторов и выбранного критерия. Использование этого метода на различных типах почв показало, что практически на любом производственном посеве с различными культурами всегда можно выявить фактор-диктатор, на изменение которого реакция растений не хаотична, а закономерна и может быть выражена в виде регрессионной модели. На основе этого сделан обобщенный вывод, что антропогенное преобразование почв и деградация их плодородия приводят к формированию факторов-лидеров (диктаторов), оказывающих (по закону минимума) доминирующее влияние на реакцию растений по критерию качества питания на изменение почвенных условий произрастания. При этом особенно опасна направленность динамики изменения плодородия почв, которая сопровождается формированием одного и того же фактор-диктатора для разных по потребности в элементах питания видов культур. При наличии фактора-диктатора внутрипольная пространственная реакция растений на изменение условий произрастания даже на неоднородной по компонентам структуры почвенного покрова территории не хаотична, а закономерна. Это указывает на то, что агрономическая оценка отдельных

компонентов структуры почвенного покрова и антропогенных воздействий в большой степени будет зависеть от того, в каком направлении под их влиянием будет меняться значение фактора-диктатора. Установлено также, что на различных типах почв урожайность зерновых культур и их химический состав больше коррелируют со сбалансированностью свойств почв, чем с отдельными их значениями. В качестве критерия нормирования свойств почв перспективно применение оптимальных уровней содержания химических элементов в растениях, что открывает новые возможности оценки плодородия почв по их пригодности для получения растительной продукции с заданным химическим составом и её качеством. Это направление исследований особенно перспективно для оценки состояния плодородия почв, предназначенных для выращивания кормовых, лекарственных и овощных культур.

УДК 631.4+631.46

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ТУВИНСКИХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АГРОЭКОМОНИТОРИНГА

Жуланова В.Н.

Тувинский государственный университет, Кызыл, zhvf@mail.ru

Своеобразие природных условий степных ландшафтов Тувы определяет преимущественное распространение здесь каштановых почв. Каштановые почвы занимают площадь 1291 тыс. га или 7,6 % от общей площади республики: темно-каштановые – 288 тыс. га (1,7 %), каштановые – 678 тыс. га (4,0 %), светло-каштановые – 325 тыс. га (1,9 %). Бонитет темно-каштановых почв – 42 балла, каштановых – 38, светло-каштановых – 32.

Хозяйственная деятельность человека, в частности, агрогенная, часто превосходящая по силе воздействия климатические факторы, привела как к сукцессионным сменам растительности, так и полной замене травянистой растительности сельскохозяйственной. Поэтому, агроэкологический мониторинг ставит своей целью, проводить наблюдения за состоянием почвы, выявление антропогенных изменений почв, состояния экосистемы и устранения последствий негативных процессов. Локальные участки были заложены специалистами ФГУ ГС Агрехимической службы «Тувинская», в соответствии с «Государственной программой мониторинга земель РФ», утвержденной постановлением Правительства РФ № 100 от 05.02.1993 г в 1993 г.

Цель работы заключается в обобщении полученных материалов экологического мониторинга каштановых почв на земельной территории Тувы.

Каштановые почвы, доминируя на земельной территории Тувы, диагностируются по наличию светло-гумусового с каштановым или красновато-каштановым оттенком и белесо-палевого, плотного карбонатного горизонтов. Они характеризуются легкосуглинистым, супесчаным и песчаным гранулометрическим составом. Показателями подтиповых различий до сих пор служит содержание гумуса, видовых – мощность гумусового горизонта.

За последние 15 лет на реперных участках локального мониторинга произошли изменения в каштановых почвах химических и физико-химических показателей в пахотном слое. На пашне наблюдается сильное варьирование содержания гумуса. Снижение гумуса в каштановых почвах пастбище происходило до 2000 года, после чего наблюдается повышение. Более ровные данные по содержанию гумуса можно отметить на пастбищах.

На пашне в 1994 году содержание гумуса 1,5 %, в 1998 году – 1,46 %, в 2000 г – 3,81 % и в 2009 г – 1,51 %. Содержание обменного калия за 15 летний период соответствует повышенной градации, подвижного фосфора колеблется от средней (1996–1997 г.г.) до высокой (2008 г), а легкогидролизуемого азота – от повышенной в 2000 г до низкой в 2006 г.

На пастбище Улуг-Хемской котловины в каштановой почве содержание гумуса в 1996 г 1,9 %, в 1997 г – 1,08 %, в 2009 г – 2,57 %. По подвижному фосфору и калию характеризуется средним содержанием, а легкогидролизуемому азоту – низким. Сумма поглощенных оснований соответствует повышенной группировке.

За 15-летний период на пастбище Хемчикской котловины гумус колеблется от 2,43 % в 1994 г до 2,06 % в 2008 г. В 1994–1997 г.г. содержание подвижного фосфора повышенное, в 1998–2008 г.г. – среднее, а обменного калия – высокое и повышенное, соответственно. Сумма поглощенных оснований в почве за 1994–2009 г.г. соответствует средней группировке.

Итак, в рамках мониторинговых исследований получены современные материалы, о содержании гумуса и других химических и физико-химических свойств в пахотных и пастбищных почвах Тувы. Динамика содержания гумуса на пастбище в каштановых почвах на реперных участках в слое 0–20 см выявила его снижение в начальный период исследования и стабилизацию после 2000 года, а на территории занятой под агроценозами идет постепенное снижение гумуса.

**К ВОПРОСУ О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ****Иванова Ж.А., Иванов А.И., Вертебный В.Е.***ГНУ Агрофизический НИИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург,
ivanovai2009@yandex.ru*

В ходе совместных научных изысканий с ООО «Билавис» Гатчинского района Ленинградской области было разработано и апробировано в серии полевых стационарных опытов новое органо-минеральное удобрение на основе куриного помёта органофоска. Его отличает щелочная реакция ($\text{pH}_{\text{KCl}} 9,24$), зольность – 50 %, влажность – 2 %, содержание N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg – 3,0, 8,5, 3,5, 7,2 и 2,5 % соответственно. Методической основой исследования служили микрополевые и мелкоделяночные полевые опыты в полевом и овощном севооборотах на слабо- и среднеокультуренных супесчаных и легкосуглинистых агродерново-слабоподзолистых почвах. Мощность пахотного слоя в них составляет 23–25 см, структура от пылеватой до комковато-зернистой, $\text{pH}_{\text{KCl}} 4,6$ –4,8, содержание органического вещества 3,53–4,87 %, подвижных соединений фосфора и калия – 268–393 и 70–240 мг/кг соответственно.

Оценка агрономической эффективности органофоски показала, что оптимальной дозой для рапса, многолетних трав и пшеницы яровой стали 3 т/га органофоски, для картофеля, однолетних трав, ячменя, капусты белокочанной, моркови и свёклы столовых – 4 т/га. Это позволило получить дополнительно 7,78 и 6,99 т/га сухого вещества высококачественной зелёной массы многолетних трав и рапса ярового, 19,3 т/га клубней картофеля, 3,1 т/га зерна ячменя.

Внесение органофоски в овощном севообороте в дозе 2 т/га на фоне благоприятных условий тепло-влагообеспеченности позволило получить дополнительно на каждую тонну удобрения 20,4 т капусты, 29,7 т моркови, 22,2 т свёклы и 12,8 т картофеля, а преимущество перед удобрённым контролем достигло 11–24 %. На фоне оптимальной дозы в 4 т/га урожайность капусты, моркови, свёклы и картофеля практически достигла биологических пределов в 146,7, 194,7, 168,7 и 81,8 т/га соответственно.

Применение органофоски в дозах 2–7 т/га на среднекислой дерново-подзолистой почве привело к её достоверной нейтрализации. И если $\text{pH}_{\text{сол}}$ повысился на фоне доз 2–4 т/га в среднем на 0,27 в полевом севообороте и на 0,29 – в овощном севообороте, то титруемая обменная кислотность при этом снизилась на 33 и 27 %, а гидролитическая кислотность – на 15 и 13 % соответственно.

Внесение органофоски в дозах 1–4 т/га достоверно оптимизировало питательный режим слабо- и среднекультуренной дерново-подзолистой почв полевых опытов. В вариантах с применением органофоски содержание обменного аммония было выше, чем в контроле в среднем на 28 %, а нитратного азота – на 33 %. К концу вегетации на фоне высокой теплообеспеченности и микробиологической активности почвы превосходство в обеспеченности пахотного слоя подвижными соединениями азота достигло 45 и 57 % в полевом и овощном севооборотах соответственно. При внесении органофоски в дозах 2–4 т/га достоверно повысилось содержание в пахотном слое подвижных фосфатов на 27–80 мг/кг, обменного кальция – на 0,07–0,59 мМоль/100г и обменного магния – на 0,19–0,26 мМоль/100г, сохранялось благоприятное гумусное и исходное калийное состояние почвы. На среднекислой почве полевого севооборота она оптимизировала микроэлементное состояние, увеличив содержание подвижных соединений биогенных металлов, таких как цинк на 35 %, никель – на 11 % и кобальт – на 77 %. При этом общий уровень их содержания в пахотном слое почвы продолжал оставаться низким.

Регулярное использование органофоски в системах удобрения позволит полностью компенсировать потери фосфора, кальция, магния и микроэлементов, частично, азота и калия и отказаться от известкования удобряемых ею кислых почв.

УДК 631.4(571.65)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванова О.Г., Пугачев А.А.

ГНУ Магаданский НИИСХ Россельхозакадемии, Магадан, agrarian@maglan.ru

Обоснован комплекс приемов, направленных на оптимизацию плодородия почв Магаданской области. В обобщенном виде он включает в себя 3 основных блока.

Первый блок характеризует лимитирующие климатические факторы: 1–недостаток тепла; 2–сухость климата; 3–избыток влаги; 4–наличие многолетней мерзлоты; особенности почв; 5–застойное переувлажнение; 6–холодность профиля; 7–высокую кислотность; 8–недостаток НРК и микроэлементов; 9–загрязнение тяжелыми металлами; 10–низкое содержание органического вещества; проявление эрозийных процессов; 11–дефляция; 12–криотурбация; 13–солифлюкция; 14–термоэрозия; 15–термокарст; 16–деградация торфяников; 17 – тиксотропия; 18 – паводковые явления.

Второй блок включает в себя агротехнические приемы, способствующие повышению почвенного плодородия, а именно: 1–тепловые мелиорации, 2–осушение, 3–дождевание, 4–экранирование мерзлоты, 5–ландшафтное земледелие, 6–известкование, 7–внесение органических и минеральных удобрений, 8–использование агроmeliорантов, 9–поверхностное улучшение, 10–коренное улучшение.

Третий блок характеризует возможность достижения планируемого урожая. Это может быть достигнуто: I–получением относительно хорошего урожая всех холодостойких культур, II–возделыванием раннеспелых овощных и кормовых культур, III–выращиванием холодостойких кормовых, овощных культур и картофеля, IV–ведением растениеводства в ограниченных размерах при условии подбора культур с коротким периодом вегетации, наиболее нетребовательных к теплу, V–ведением очагового земледелия, VI–растениеводством в полузащищенном грунте.

Практическая реализация разработанных на этой основе почвенно-адаптивных технологий, в большинстве случаев, преследует цель не сохранения первоначальных параметров почв, а оптимизацию показателей, определяющих устойчивое и качественное плодородие с учетом мирового опыта освоения северных территорий в целом.

УДК 631.8.022.3

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Иванова С.Е., Носов В.В.

Международный институт питания растений, Москва, sivanova@ipni.net

Обобщение мирового научного и практического опыта по применению минеральных удобрений позволило определить основные подходы для разработки рациональных систем применения удобрений, которые легли в основу концепции «4-х правил» (4R Nutrient Stewardship). Согласно концепции, удобрения должны вноситься в наиболее подходящих форме и виде, в оптимальной дозе, в необходимые сроки и лучшим способом. Системы применения удобрений, которые удовлетворяют этим простым требованиям, являются рациональными.

Рациональные системы применения удобрений совместно с другими агрономическими приемами дают положительный эффект при достижении экономических, социальных и экологических целей современного земледелия. При этом, чтобы быть действительно «рациональной», система приме-

нения удобрений должна наилучшим образом сочетаться с другими агрономическими приемами. Это позволяет получить оптимальную комбинацию таких показателей, как продуктивность, рентабельность и устойчивость растениеводства при минимальном влиянии на окружающую среду. При разработке, оценке и усовершенствовании систем применения удобрений на уровне каждого конкретного хозяйства необходимо учитывать как экономические, так и социально-экологические задачи земледелия. Для этого используют специальные показатели, учитывающие влияние системы применения удобрений на региональном, национальном и глобальном уровнях. Эти показатели также позволяют оценить эффективность системы применения удобрений для каждого поля и возделываемой культуры в конкретном хозяйстве с позиции устойчивого растениеводства.

При применении четырех правил необходим сбалансированный подход и равный акцент на каждую составляющую (вид и форму удобрений, дозу, время и способ внесения). Однако на практике наибольшее внимание часто уделяют определению оптимальной дозы удобрения, так как это напрямую влияет на себестоимость продукции, а время и способ внесения удобрений при этом не принимаются в расчет, хотя учет этих двух составляющих в современных технологиях позволяет повысить доходность от внесенных удобрений и снизить риск загрязнения окружающей среды.

Указанная концепция предусматривает использование простого перечня вопросов, ответив на которые можно выяснить, удобряется ли данная сельскохозяйственная культура в конкретном хозяйстве надлежащим образом или нет. Этот перечень вопросов позволяет агроному проанализировать существующую технологию возделывания конкретной культуры в хозяйстве и ответить на главный вопрос: «Все ли возможности используются для того, чтобы выбрать правильные форму и вид удобрений, внести их вовремя, а также там, где в данных почвенно-климатических условиях они принесут максимальную отдачу?» Кроме того, ответив на составленные нами вопросы, можно улучшить используемую систему применения удобрений для каждой сельскохозяйственной культуры на заданном поле конкретного хозяйства.

Разработка и внедрение рациональных систем применения удобрений происходит на основе научных принципов с учетом местных факторов. При этом учеными разрабатываются рекомендации по системе удобрений, которые содержат информацию о наиболее подходящих в каждом конкретном условиях виде и форме удобрений, оптимальной дозе, времени и способе их внесения. Далее сельхозпроизводитель принимает решение: принять, отклонить или адаптировать эти рекомендации к своим ус-

ловиям. Это решение основывается на более подробном анализе ситуации, в которой находится конкретный сельхозпроизводитель, а именно: наличии определенного оборудования для внесения удобрений, погодных условиях конкретного года и т. д. Далее происходит собственно внесение удобрений и после сбора урожая – оценка результатов. Результаты должны оцениваться и разработчиками систем удобрения, при этом желательно, чтобы и сельхозпроизводители, и разработчики использовали одни и те же параметры для оценки результатов. Важно отметить, что после подведения итогов система удобрений может быть скорректирована.

УДК 631.86:631.46

ВЛИЯНИЕ ВЕРМИГУМАТОВ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА РЯД АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ

Касатиков В.А.

ГНУ ВНИИОУ, п/о Вяткино, Судогодский р-н, Владимирская обл., vnion@vtsnet.ru

Целью исследований являлось изучение физико-химических и биогеохимических изменений, протекающих в дерново-подзолистой супесчаной почве с повышенным содержанием тяжелых металлов при использовании в качестве удобрения осадка городских сточных вод (ОСВ) под влиянием вермигуматов и доломитовой муки.

Исследования проводились в одном мелкоделяночном и одном микрополевым опытах. Изучение последствия ОСВ и известкования на фосфатный режим почвы выявило наличие закономерной тенденции к снижению содержания в пахотном слое P_2O_5 подв. Так в сравнении с 2006 г. уровень содержания фосфора в 2010 г. по последствию наименьшей дозы ОСВ (150 т/га) и известкования 3, 6 т/га уменьшился в 1,5 раза, при увеличении дозы известкования до 9 т/га – в 1,7 раза. По последствию доз ОСВ 600 и 1200 т/га при всех уровнях известкования содержание P_2O_5 подв. уменьшилось в 2,0–2,5 раза. Снижение запасов фосфора в слое 0–20 см объясняется как выносом его с урожаем выращиваемых культур, так и миграцией по почвенному профилю в виде растворимых Са-фосфатов. В целом через 10 лет после прекращения внесения ОСВ в почве данного опыта содержание P_2O_5 подв. осталось на высоком уровне: от 40 до 110 мг/100 г почвы. Содержание K_2O обм. находилось на низком уровне и варьировало в годы последствия от 3,1–5,9 мг/100 г почвы.

Изучение гумусового режима почвы свидетельствует о закономерном снижении содержания $C_{\text{общ}}$ по последствию ОСВ. При сохранялась зависимость содержания $C_{\text{общ}}$ в пахотном слое от количества, поступившего с ОСВ органического вещества. Увеличение дозы известкования по фону ОСВ способствовало закреплению $C_{\text{общ}}$ в пахотном слое и снижению миграции органического вещества в нижележащие слои почвы. Обработка почвы гуматом натрия замедляла процесс дефосфоритизации почвы за счет дополнительного внесения фосфора с гумусовыми кислотами и снижения интенсивности миграционных процессов в почве. Содержание $K_2O_{\text{обм}}$ на фоновых вариантах колебалось от 4,6–5,7 мг/100 г почвы. Под действием вермигумата $ВГ_1$ его уровень повышался до 8,8–9,9 мг/100 г, а от $ВГ_2$ – до 7,6–10,4 мг/100 г.. По последствию вермигумата существенного различия с фоновыми вариантами в содержании $K_2O_{\text{обм}}$ не наблюдалось. На вариантах с внесением гуматов содержание $C_{\text{общ}}$ во все годы исследований было выше фонового.

Длительное последствие ОСВ в сочетании с последствием известкования оказывает заметное влияние на снижение валового содержания и концентрации подвижных форм Cd, Cu, Ni и Zn. И действительно в варианте ОСВ 1200 т/га + изв. 3 т/га уровень суммарного загрязнения Zc валового содержания ТМ снизился в 4 раза, и почва из разряда сильно загрязненных ($Zc = 69$) перешла в группу средне загрязненных ($Zc = 16,9$). По подвижным формам ТМ выявленная зависимость связана с повышением подвижности Cd и Cu в условиях максимальной насыщенности пахотного слоя осадком, снижающем миграционную активность Cd и Cu по почвенному профилю.

Обработка почвы вермигуматом способствовала увеличению подвижности ТМ, что привело к росту показателя Zc на 3–4,6 ед. в одинаковой степени независимо от величины дозы гумата. Это может быть связано с увеличением необменной фиксации тяжелых металлов (ТМ) Са-гуматами, образующимися при обработке известкованной почвы гумусовыми соединениями и, как следствие, снижением миграционной активности ТМ по почвенному профилю. Увеличение подвижности ТМ в почве усилило их поглощение и накопление в растительной массе горчицы при уровне Zc по отношению к фоновым вариантам 5,3–8,8 ед..

УДК 631.4

**ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ
НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАСТЕНИЙ****Комаров А.А.¹, Комаров А.А.^{1,2}, Пермяков Е.Г.²**¹*АФИ, Санкт-Петербург, Zelenydar@mail.ru;*²*ЛенНИИЛХ, п.Белогорка, Ленинградская обл.*

Для оценки обеспеченности почв элементами питания используются методы агрохимического обследования почв, почвенной и растительной диагностики. Однако агрохимическое обследование дает отсроченные результаты, не позволяющие оптимизировать питание растений сразу же. Кроме того, наличие тех или иных элементов питания в почве не всегда обеспечивает поступление их в растение. Последнее проявляется за счет связывания отдельных элементов питания в почве, антагонизма ионов, неодинаковой потребности возделываемых растений в питательных элементах, изменении погодных условий и свойств почвы. Почвенная диагностика питания растений с помощью ионоселективных электродов и других методов хоть и обеспечивает экспрессное получение результатов анализов, однако не всегда отражает реальные потребности растений в тех или иных элементах питания. Наиболее корректные результаты оптимизации питания растений обеспечивает растительная диагностика, которую подразделяют на визуальную и химическую. Визуальная диагностика является наиболее простым методом, который не требует специального оборудования. Однако выраженные внешние признаки нарушения питания растений проявляются зачастую тогда, когда корректуру питания производить уже поздно. Химическая диагностика минерального питания позволяет определить химический состав растений в конкретный момент анализа. Однако зачастую элементы питания в различных органах и тканях накапливаются не вследствие их необходимости для роста и развития растений. Эти и другие факторы ограничивают оперативность и корректность перечисленных методов диагностики.

Метод функциональной диагностики состояния растений относится к качественным методам анализа. Он апробирован нами при возделывании основных культур открытого и защищенного грунта в 2010–2011 г в условиях Ленинградской, Новгородской, Псковской и др. областей. Особенность метода состоит в том, что он позволяет оперативно, в течение всего одного часа, определить потребность растений в 12–15 макро- и микроэлементах. Проведение всех анализов обеспечивает мини-

лаборатория, которая позволяет проводить диагностику автономно, даже в полевых условиях. Метод функциональной диагностики основан не на опосредованной химической или физико-химической оценке содержания элементов питания в ткани растений, а непосредственно определяет потребность растения в данный момент в том или ином элементе питания. Причем потребность растений в элементах питания оценивается по интенсивности физиолого-биохимических процессов. Метод позволяет определить фотохимическую активность суспензии хлоропластов, полученной из средней пробы листьев диагностируемых растений. Потребность растения в том или ином элементе питания оценивается при изменении активности хлоропластов в ответ на добавку в ранее приготовленную суспензию хлоропластов оцениваемого элемента. В случае повышения фотохимической активности суспензии хлоропластов в ответ на вводимый элемент, делается вывод о его недостатке, а при снижении показателя – об избытке. Таким образом по ответной реакции растений на элементы питания можно прогнозировать сценарий эффективности применения удобрений. Разность между содержанием элементов питания в почве и результатами функциональной диагностики позволяет оценить доступность тех или иных элементов питания для каждого вида, а в некоторых случаях – и сорта культивируемых растений. Функциональная диагностика состояния растений позволяет развивать методы исследования загрязненных тяжелыми металлами почв, по новому акцентировать вопросы аккумуляции, трансформации и миграции загрязняющих веществ в почвах.

УДК 631.481

ДЕГРАДАЦИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЕЮ СТАДИИ ЗАЛЕЖИ

Кондрашкина М.И., Зоткина А.В.

МГУ им. М.В.Ломоносова, г. Москва, kondra_mar@mail.ru, zontik1504@mail.ru

В последнюю четверть XX века достаточно остро стоял вопрос перехода большого количества земель сельскохозяйственных угодий в залежи. В начале XXI века постепенно начинается обратный процесс – возвращения заброшенным землям сельскохозяйственного статуса. В залежный период, при отсутствии внесения удобрений и без известкования, может произойти уменьшение содержания доступных растениям элементов минерального питания, значений кислотности почвы.

На территории Учебно-опытного Почвенно-экологического Центра МГУ Чашниково, расположенного на северо-западе Московской области ведутся постоянные наблюдения за состоянием почв. Наиболее активно работы по изучению агрохимических свойств проводились в период их сельскохозяйственного использования – при известковании и внесении удобрений. Залежная история этих почв практически не изучена. Есть возможность проследить, насколько сильно изменились свойства почвы после прохождения ими стадии залежи по сравнению с пахотным периодом.

На поле площадью 14 га, находившегося в 2000–08 гг. в залежи, маршрутным методом, с шагом опробования 25 м, из пахотного слоя отобрано 58 индивидуальных образцов дерново-средне-подзолистой почвы. В них определялись основные агрохимические показатели.

Полученные данные были сопоставлены с аналогичными данными 1997 года – периода интенсивной обработки угодья.

За годы залежи, наиболее заметно произошло изменение кислотных свойств почвы – значения pH_{KCl} с 6,83 снизились до 5,54. Значения содержания подвижных форм фосфора и калия так же уменьшились: для калия – со 128,5 до 95,2 мг/кг почвы; для фосфора – с 359,5 до 277,6 мг/кг почвы.

В отсутствие известкования, в течение залежного периода изученная почва из нейтральной стала слабокислой.

В связи с отсутствием внесения калийных удобрений, изменился уровень обеспеченности почвы этим элементом питания. По обеспеченности подвижным калием грация почвы изменилась с обеспеченной на слабообеспеченную.

Несмотря на абсолютное уменьшение содержания подвижного фосфора, обеспеченность им осталась на высоком уровне, что может быть связано с малой доступностью этого элемента для растений.

Для всех значений свойств, отмечается увеличение коэффициента вариации – для значений pH_{KCl} с 1,84 до 6,95; для калия – с 24,1 до 72,8; для фосфора – с 22,7 до 65,8. Увеличение коэффициентов вариации изученных свойств, может свидетельствовать о более неравномерном, по сравнению с обрабатываемыми землями, распределением этих показателей в пространстве. Т. е., элементы питания, такие как подвижные фосфор и калий имеют тенденцию к локализации в участки с более высокими или более низкими значениями свойства.

Таким образом, за 8 лет залежи наблюдается деградация дерново-средне-подзолистой почвы, особенно ее кислотно-основных свойств.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-04-00336

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАШТАНОВЫХ И ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Кузнецова Т.В., Удальцов С.Н.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушино, tvku@itaec.ru*

Снижение плодородия антропогенно нарушенных почв вследствие дегумификации и деградации почвенного покрова является, особенно для ландшафтов юга России, одной из наиболее значимых проблем в последние десятилетия. Биологическая активность почвы – не только важный фактор ее плодородия, но и чувствительный к различным антропогенным воздействиям и изменениям условий окружающей среды экологический индикатор.

В данной работе оценивали биологическую активность каштановых (Волгоградская обл.) и лугово-черноземных (Краснодарский край) почв по следующим показателям: продуцирование почвами $C-CO_2$ при их краткосрочном (15 сут) инкубировании; содержание углерода микробной биомассы ($C_{мб}$) биокинетическим методом; скорость базального (микробного) дыхания и уреазную активность по Каупу. Исследование проводили с образцами почв (0–20 см), отобранных с участков разного землепользования: лесополоса (возраст посадок 20–30 лет), залежь (более 10 лет) и пашня.

Интенсивность продуцирования $C-CO_2$ почвой является суммарным показателем ее биологической активности. В каштановых почвах наибольшее кумулятивное выделение диоксида углерода наблюдалось из почвы под лесополосой, а наименьшее – из пахотной (56.8 ± 1.1 и 24.9 ± 0.8 мг $C-CO_2/100$ г соответственно). Максимальное кумулятивное продуцирование $C-CO_2$ (95.8 ± 1.1 мг $C-CO_2/100$ г) в ряду лугово-черноземных почв было свойственно почве залежи, а продуцирование диоксида углерода почвами из-под лесополосы и с пашни было одинаковым (68.4 ± 2.6 и 68.4 ± 0.3 мг $C-CO_2/100$ г соответственно). Внесение минерального азота (8 мг N/100 г почвы) способствовало уменьшению (в 1.2–1.3 раза) выделения $C-CO_2$ из каштановых почв и незначительному увеличению продуцирования $C-CO_2$ лугово-черноземными почвами.

Содержание $C_{мб}$ в каштановых почвах составляло 23.8 ± 2.1 – 51.1 ± 0.7 мг C/100 г, при этом наибольшим оно было в почве под лесополосой, а наименьшим – в почве пашни. В лугово-черноземных почвах содержание $C_{мб}$ находилось в пределах 52.5 ± 2.4 – 146.6 ± 3.2 мг C/100 г и было максимальным в почве залежи, а минимальным – в почве из-под лесополосы.

Базальное дыхание, как в каштановых, так и в лугово-черноземных почвах, было самым низким на пахотных участках (0.04 ± 0.00 и 0.07 ± 0.00 мг $C-CO_2/100$ г ч соответственно).

Активность уреазы считается одним из наиболее отзывчивых показателей, реагирующим на стрессовую ситуацию в почве. В ряду каштановых почв активность уреазы в большей степени обуславливалась содержанием в них илистых частиц, а не условиями землепользования и уменьшалась в следующей последовательности: пашня > залежь > лесополоса. В лугово-черноземных почвах максимальная активность уреазы была отмечена в почве залежи, минимальная – в почве пашни (43.1 ± 0.7 и 16.3 ± 1.0 мкг $CO_2/г$ ч соответственно). Активность уреазы в лугово-черноземных почвах достоверно коррелировала с содержанием $C_{орг}$, Нобц и солерастворимого углерода ($r = 0.93$, 0.96 и 0.72 соответственно, $P < 0.05$). В целом, уреазная активность в лугово-черноземных почвах была в 1.6 раза выше, чем в каштановых.

Таким образом, исследуемые показатели биологической активности каштановых и лугово-черноземных почв характеризовались разнонаправленным изменением под влиянием антропогенного воздействия. Поэтому при оценке и прогнозировании интенсивности и направленности микробиологических и биохимических процессов в антропогенно измененных почвах следует использовать комплексную систему диагностических показателей (микробиологические, биохимические, физиологические, химические) их биологической активности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН и проекта РФФИ № 10-05-00554-а.

УДК 631.415

КИСЛОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (НА ПРИМЕРЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Куликова А.Х.

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА», Ульяновск, agroec@yandex.ru

Реакция почвенной среды в ряде случаев выступает как главный фактор, ограничивающий урожайность культур. По данным В. Г. Сычева (2003) в период с 1965–1990 гг. (за первые 25 лет существования агрохимслужбы) известкование позволило снизить площади кислых почв в стране вдвое, а в период с 1991 по 1998 гг. (8 лет) в 1,06 раза, т. е. кислотный режим почв практически стабилизировался. При этом увеличение площадей кислых почв не произошло только потому, что известь облада-

ет значительным пролонгированным действием. Однако в последующие годы наметилась устойчивая тенденция увеличения площадей кислых почв как в целом по стране, так и в отдельных регионах.

Агрохимическое обследование почв в 1965–1969 гг. показало, что черноземы Ульяновской области характеризуются $pH_{\text{сол}} 5,7$, т. е. близкой к нейтральной реакцией среды почвенного раствора. Тем не менее, под благоприятным средним показателем скрывалась большая площадь кислых почв, неблагоприятных для возделывания культур. Площадь их в среднем по области составила 597,7 тыс. га, или 32,8 % пашни. Это, в основном, серые лесные или оподзоленные черноземы. Агрохимическое обследование позволило выявить и обеспечить первоочередное известкование наиболее нуждающихся в улучшении реакции среды средне- и сильнокислых почв.

Однако восполнение потерь кальция почвы внесением известковых материалов проводилось недостаточно. Низкий уровень известкования уже кислых почв, сопровождающийся подкислением их кислотными осадками, минеральными удобрениями, а также обеднение почв кальцием за счет выноса урожаями и вымывания, привели к дальнейшему росту площадей кислых почв. Четвертый цикл агрохимического обследования (1985–1990 гг.) выявил, что площадь кислых почв возросла по всем категориям и к 1991 году достигла 823,5 тыс. га и составила 47,2 % пашни. Наибольшими они оказались в районах: Барышском – 87,0 % пашни, Павловском – 81,6 %, Инзенском – 75,8 %, Николаевском – 71,5 %, Старомайском – 69,9 %, Вешкаймском – 62,4 %, Кузоватовском – 63,8 %.

В 1986–1990 годах известкование проводилось интенсивно. Однако в эти годы из 180,8 тыс. га кислых почв (сильно- и среднекислые), подлежащих ежегодной нейтрализации, эта работа проводилась лишь на площади 54,8 тыс. га в год. Поскольку максимальный эффект от известкования наступает лишь на третий год после внесения, то он и проявился в пятом цикле обследования уменьшением площади кислых почв до 786,8 тыс. га. После 1990 года объемы известкования снизились настолько, что к 1995 году практически прекратились, что в последующие годы привело к прогрессирующему увеличению площадей кислых почв, которые на 01.01.2005 года составили уже 48,1 %.

Процесс ухудшения кислотного режима почв привел к тому, что площади средне- и сильнокислых почв возросли и даже появились очень сильно кислые почвы с $pH_{\text{KCl}} < 4,0$, которые вообще непригодны для культурного земледелия. Площади последних к 01.01.2010 году составили 1,9 тыс. га, а сильнокислые – 17,2 тыс. га, что с учетом очень сильнокислых почв составляет 13,7 % пашни. Если не принять безотлагатель-

ных мер по возобновлению известкования почв, последнее может привести к тому, что повышенная кислотность станет лимитирующим фактором формирования урожайности сельскохозяйственных культур на более половины площади пашни области и фактором, ограничивающим действие всех приемов, направленных на повышение их урожайности.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ СЕВООБОРОТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АГРОЧЕРНОЗЕМА КАМЕННОЙ СТЕПИ

Кутовая О. В., Тхакахова А.К., Василенко Е. С.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Langobard@mail.ru.

Микробиологическая активность почв, занятых в сельскохозяйственном производстве, может дать информацию не только об агрономических свойствах почвы, но и о почвенно-биологических процессах, их направленности, возможность прогнозировать экологическое состояние почвы.

Исследовались три уровня удобрения тяжелосуглинистого агрочернозема длительного стационарного опыта НИИСХ ЦЧП имени В.В.Докучаева Воронежской области. Первый уровень – минеральные удобрения не вносятся. Во втором уровне вносятся $N_{105}P_{105}K_{105}$ только под сахарную свеклу в 10-польном севообороте. В четвертом уровне удобрения – НРК в дозах от 30 до 105 кг/га по каждому элементу под каждую культуру севооборота. Абсолютный контроль – целинная почва.

Биологическая активность черноземных почв общепризнанна высокой, что подтверждает численность аммонификаторов – минерализаторов белка животного, растительного, микробного происхождения. Она составила во всех вариантах, включая нативные почвы (целину), от $1,3 \times 10^5$ до $2,4 \times 10^5$ КОЕ на 1 г почвы. Процесс иммобилизации углерода, деструкцию углеродистых веществ сложного строения (в черноземных почвах осуществляется в основном актиномицетами) требует аэробных условий, поэтому в целинной почве проходит инертно ($8,5 \times 10^4$ КОЕ/1г). Тогда как в агрочерноземах активность микроорганизмов этой эколого-трофической группы повышается до $2,7 \times 10^5$ КОЕ/1г. Вероятно, без пополнения почвы питательными веществами (минеральные, органические удобрения) начнет происходить минерализация гумусовых веществ.

Процессы разложения сложных органических безазотистых веществ и закрепления их при связывании с минеральным азотом почвы наиболее

активны в естественном биоценозе ($1,1 \times 10^5$ КОЕ), так как биомасса растений, корней, опад остаются в почве и служат материалом для разложения их целлюлозолитическими микроорганизмами. Этот процесс преобладает над другими в нативных почвах, что создает предпосылки для формирования гумусовых веществ из продуктов разложения. В почвах агроценоза наиболее приближен по активности этой эколого-трофической группы микроорганизмов вариант со вторым уровнем удобрения ($N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$) – $7,0 \times 10^4$ КОЕ/1г.

Известно, что содержание азота в почве в три раза выше, чем в растениях или животных. Его аккумуляция в гумусовых веществах происходит исключительно за счет почвенных микроорганизмов, поэтому процессы азотного цикла (азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация) чрезвычайно актуальны для земледелия, агрохимии, агропочвоведения.

Единственным экологическим ресурсом доступного для растений азота в почве является ассимилированный микроорганизмами N_2 атмосферы. Поскольку *Azotobacter* (аэробный азотфиксатор) требователен к почвенным условиям, его высокая активность может говорить об окультуренности и плодородии почвы. Активность азотобактера была высокой от 86 % в варианте без удобрений до 96 % на высоком уровне удобрения. Низкий процент обрастания в естественном биоценозе (54 %) связан не столько с анаэробнозисом природной системы, сколько с ее консервативностью и инертностью процессов азотного цикла, что подтверждает низкая активность анаэробных diaзотрофов и денитрификаторов.

Численность анаэробных азотфиксаторов агроценоза явно выбивается из показателей равновесной системы ($1,1 \times 10^4$ и $1,1 \times 10^5$ КОЕ в вариантах $N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$ и $N_{56,5}P_{56,5}K_{56,5}$), что на 2–3 порядка выше целинной почвы, оценивается как средний и высокий уровень воздействия.

Процесс денитрификации – восстановление нитратов до N_2 с наибольшей активностью протекает в вариантах с применением удобрений, что связано с увеличением содержания нитратов от 15,3 мг/кг (без удобрений) до 20,1 мг/кг при максимальном уровне удобрения. Активность денитрификаторов на 6–7 порядков выше целины диагностируются как катастрофический уровень воздействия на почву.

Искусственный высокий фон питательных элементов за счет минеральных удобрений приводит к активизации почвенно-биологических процессов, разбалансированности экосистемы. Для оптимизации процессов в дальнейшем может потребоваться большая энергия. Поэтому возникает необходимость ограничить максимальную продуктивность агроценозов, изучив адаптивный потенциал чернозема.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ И СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВ

Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Ломонос М.М.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, brissa_aspirant@tut.by

В длительных стационарных полевых опытах (2005–2011 гг.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой и супесчаной почвах изучено влияние систем применения удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение агрохимических свойств почв. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве изучались варианты систем удобрения без внесения фосфорных и калийных удобрений и с внесением РК в дозах, компенсирующих 50 и 100 % выноса этих элементов с планируемой урожайностью сельскохозяйственных культур, на дерново-подзолистой супесчаной почве – внесение фосфорных и калийных удобрений в расчете на 50 %, 100 % и 150 % выноса фосфора и калия с планируемой урожайностью и оптимальных дозах азотных удобрений. Оптимальная продуктивность севооборота (горохо-овсяная смесь – ячмень – озимая рожь + клевер – клевер – озимое тритикале) 95,9 ц/га к.ед. формировалась при применении органоминеральной системы удобрения (среднегодовое внесение 8 т/га навоза КРС (крупного рогатого скота) + N84P40K80), т. е. при применении фосфорных и калийных удобрений в расчете на 100 % компенсацию выноса этих элементов. Азотные удобрения вносили в два или три срока. При данной системе удобрения получена прибавка от NPK 25,7 ц/га к.ед., в том числе за счет действия азота 15,7 ц/га к.ед., при оплате 1 кг NPK 12,6 кг и 1 кг N-удобрений 18,5 к.ед. В среднем по трем полям содержание гумуса за ротацию севооборота изменялось в пределах ошибки опыта (различия по вариантам составили от +0,09 до –0,12 %). Кислотность пахотного слоя достоверно повышалась на 0,15–0,34 ед. Содержание подвижного фосфора за ротацию севооборота имело тенденцию к снижению на 10–32 мг/кг почвы, а содержание подвижного калия практически во всех вариантах достоверно снизилось на 30–48 мг/кг почвы. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при применении полного минерального удобрения N24.72P60K124 на фоне внесения 8 т/га навоза обеспечило продуктивность зерно-травяного севооборота (пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу – озимое тритикале + клевер – клевер луговой 1 г. п. – яровая пшеница – яровой

рапе) на уровне 113,4 ц/га к.ед. при снижении содержания гумуса с 2,03 до 1,79 %. Среднегодовое внесение фосфорных и калийных удобрений в дозе 60 и 124 кг/га д.в. соответственно повысило содержание подвижного фосфора на 30 мг/кг почвы (6,0 мг/кг почвы в год) и снизило содержание подвижного калия в почве на 54 мг/кг почвы (10,8 мг/кг почвы в год).

УДК 632.1

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ УСЛОВИЙ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЯ

Листова М.П.

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени
Д.Н.Прянишникова, Москва, Margol_07@mail. ru*

Сохранение плодородия пахотных земель предполагает дозированное внесение минеральных удобрений, для чего необходима точная оценка обеспеченности почв питательными элементами. Содержание подвижного фосфора остается одним из основных показателей плодородия почв по градациям обеспеченности, принятым для практического использования ещё в 60-е годы.

Снижение объемов применения минеральных и органических удобрений, отрицательный баланс фосфора в большинстве почв России, снижение степени его доступности растениям требует уточнения рекомендуемых методов определения различных форм фосфора в почве и разработки новых методов с использованием более реакционно-способных вытяжек.

Урожайность ряда полевых культур и эффективность минеральных удобрений значительно возрастают с ростом обеспеченности той или иной почвенной разности подвижным фосфором согласно результатам обобщения краткосрочных опытов Геосети по основным природно-сельскохозяйственным зонам России по «Методике разработки нормативов плодородия» (1990).

При этом единые градации по содержанию фосфора в почве не всегда отражают действительной обеспеченности растений этим элементом. Исследованиями ВИУА и других учреждений показано, что даже при одинаковом содержании подвижного фосфора в почве концентрация его в почвенном растворе и, соответственно, продуктивность с/х культур может различаться в несколько раз. (Бюллетень Геосети опытов с удобрениями. Выпуск 11. 2011).

Это бесспорно свидетельствует о том, что объективная оценка фосфорного состояния почв и эффекта от вносимых фосфорных удобрений возможна только при использовании нескольких показателей. Необходимость дополнения принятого в Геосети полевых опытов и системе Агротехслужбы для сплошного обследования почв определения доступного фосфора методами Кирсанова и Чирикова («фактора емкости») определением степени подвижности фосфатов не вызывает сомнений. Степень подвижности (диагностируется с помощью слабосолевых вытяжек) – «фактор интенсивности» характеризует способность доступного фосфора переходить в почвенный раствор и определяет его доступность растениям, что особенно важно для некарбонатных почв.

Градации обеспеченности растений фосфором определяются гранулометрическим составом почвенной разности и биологическими особенностями различных культур.

Слабо окультуренные дерново-подзолистые почвы, наряду с небольшими запасами фосфора характеризуются низкой степенью его подвижности и доступности растениям. В суглинистых слабоокультуренных почвах содержание фосфатов составляет 5–6 мг/100 г почвы (по Кирсанову). Для супесчаных и песчаных разновидностей оно редко превышает 2,0–2,5 мг, что соответствует концентрации фосфора в почвенном растворе 0,02–0,05 мг/л. Такая концентрация может обеспечить урожай порядка 8–10 ц/га только таких малотребовательных к фосфору культур, как озимая рожь и овес.

Для озимой пшеницы, ячменя, льна-долгунца низший предел концентрации фосфора в почвенном растворе 0,15–0,20 мг/л, что соответствует содержанию подвижного фосфора для суглинистых почв порядка 8–12 мг и для супесчаных 6–8 мг/100 г почвы. Для наиболее требовательных культур, таких как картофель, кукуруза на силос и овощные, необходима минимальная концентрация фосфора в растворе 0,3–0,5 мг/л. Это соответствует 13–20 мг/100 г почвы на суглинистых, 8–14 мг на супесчаных и 6–10 мг P_2O_5 на песчаных разновидностях дерново-подзолистых почв.

Использование солевой вытяжки может значительно уточнить результаты мониторинга земель сельскохозяйственных угодий. Оценка фосфатного состояния пашни по фактору интенсивности позволит более четко определить степень окультуренности разных типов почв и рекомендуемые дозы фосфорных удобрений.

Недостаточная методическая проработка вопросов наблюдаемой агрогенной деградации пашни в значительной степени тормозит разработку мер практического регулирования воспроизводства плодородия почв при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Любова С.В.¹, Блынская Т.А.²

¹САФУ имени М.В. Ломоносова, Архангельск, lybova19@rambler.ru;

²АрхНИИСХ Россельхозакадемии, Архангельск, zipro@atnet.ru

По данным Управления Роснедвижимости (2006 г.) в Архангельской области сельскохозяйственные угодья занимают 635,1 тыс. га. За последние двадцать лет в области площадь угодий сократилась на 111 тыс. га (15 %), в том числе пашни – на 5 %, сенокосов и пастбищ на 20 %, что связано со снижением объемов аграрного производства.

Проведена эколого-агрохимическая оценка сельскохозяйственных земель области по данным агрохимической службы «Архангельская» и собственных исследований. Почвы пашни, сенокоса и пастбища подвергаются различным по характеру и интенсивности нагрузкам, которые оказывают влияние на ее агрохимические и физические свойства. На основании результатов исследований установлено, что в почве сельскохозяйственных угодий, эксплуатируемых экстенсивно, идет процесс накопления органического вещества с одной стороны, с другой стороны развиваются процессы деградации почв, связанные с переувлажнением. Повышенные значения показателей потенциального плодородия: содержание гумуса, питательных веществ, и оптимальная плотность сложения и другие, имеют почвы залежных земель и пашни. Почвы сенокосов характеризуется удовлетворительным состоянием, показатели плодородия имеют средние значения, что связано с поступлением большого количества корневых и пожнивных остатков (основного источника негумифицированного органического вещества). В наибольшей степени негативным воздействиям подвержены почвы пастбища, вследствие, сильной зооенной нагрузки и отсутствия системы агротехнических мероприятий.

Динамика изменения показателей почвенного плодородия за период с 1981 года по 2005 г.г. на землях сельскохозяйственного использования Архангельской области показывает, что изменение одних агрохимических показателей значительно, другие практически не меняются. Наиболее постоянной является значение $pH_{\text{сол}}$ 5,7–5,9. Значительным колебаниям подвержены значения показателей содер-

жания органического вещества, подвижного фосфора (с 168 до 195 мг/кг) и обменного калия (с 178 по 125 мг/га), гидролитической кислотности. Значения гидролитической кислотности изменились с 2,2 до 1,8 мг-экв./100 г почвы, при этом оставались в пределах оптимальных параметров для почв сельскохозяйственного использования и от 1 до 3 мг-экв./100 г почвы. В целом по области имеются тенденции к увеличению содержания органического вещества с 2,4 до 3,1 %, что связано со снижением интенсивности земледелия. Сокращается количество обработок почвы, увеличивается поступление растительных остатков за счет преобладания в севообороте однолетних и многолетних трав, как следствие, снижается действие факторов, способствующих минерализации.

Для управления функционированием агроландшафта актуальным становится изучение потоков не только вещества, но и энергии, а также количественных параметров режимов трансформации вещества и энергии как непосредственно в агроландшафтном контуре, так и в целом в агроландшафте. Требуется системный анализ и оценка потенциала природных и антропогенных почвенных ресурсов, интенсивности и направленности вещественно-энергетических потоков в них.

В процессе исследований установлено, что тип почвы, вид сельскохозяйственного использования, применение удобрений и возделываемая культура не влияют на соотношение между компонентами органического вещества почвы: содержание углерода гумуса составляет 95...97 %, негумифицированного органического вещества – 3...5 %.

Количество энергии, заключенное в органическом веществе аллювиальной дерновой почвы зависит от интенсивности использования угодий. Наибольшим энергопотенциалом (3761 ГДж/га), энергосодержанием (1880 Дж/см³) и уровнем энергоемкости (1761 Дж/см³) обладают почвы залежных земель. Почвы сенокосов и пашни обладают практически одинаковым энергопотенциалом 3125 и 3024 ГДж/га, соответственно. На сенокосе этот уровень достигается за счет энергии, заключенной в негумифицированном органическом веществе, а на пашне за счет энергии лабильных гумусовых веществ и инертного гумуса. Возделывание однолетних трав, применение удобрений и их последствие увеличивает энергопотенциал органического вещества дерново-подзолистой почвы на 209, 378 и 203 ГДж/га, соответственно.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

Мажайский Ю.А.¹, Ильинский А.В.¹, Гусева Т.М.²

¹Меццерский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (МФ ВНИИГиМ), vniiigm@vniigm.ryazan.ru;

²ГОУ ВПО Рязанский Государственный медицинский университет
им. академика И.П. Павлова, guseva.tm@ryazan.ru

Все основные циклы миграции тяжелых металлов (ТМ) в биосфере начинаются в почве, поскольку именно в ней происходит мобилизация металлов и образование различных миграционных форм. Значительная реакционная поверхность минерального вещества, наличие почвенных растворов и органического вещества, насыщенность микроорганизмами, мезофауной и корнями высших растений создают сложнейшую систему трансформации соединений тяжелых металлов в почве. В настоящее время разработка научно обоснованных систем применения удобрений на техногенно измененных почвах является актуальной задачей. Задача агрохимических мелиораций заключается в создании сбалансированного питания для сельскохозяйственных культур в условиях техногенного загрязнения. Избыточные концентрации ТМ оказывают влияние на фосфорный обмен, на синтез АТФ и АДФ и, следовательно, на урожай продукции растениеводства. Результаты проведенных многолетних исследований по разработке приемов агрохимической мелиорации показали, что все системы удобрений (органические, минеральные, органо-минеральные) в основном снижают накопление ТМ в основной продукции. Установлено, что органическая система удобрений – повышенная доза навоза (80 т/га в севообороте) и органо-минеральная система удобрений (навоз 40 т/га и фосфор (P240) периодически 1 раз на 3–4 года и ежегодно оптимальные дозы азота и калия) лучше других систем уменьшают накопление в основной продукции свинца, меди, цинка и кадмия.

Внедрение технологического регламента на основе научно обоснованной системы удобрений для санации и восстановления плодородия техногенно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения позволило повысить урожай зерна на 30 %, снизить содержание поллютантов в растениеводческой продукции: меди – на 29,8 %, цинка – 10,9 %, свинца – 14 %, кадмия – на 14 %, и улучшить агрохимические свойства деградированной почвы.

**ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ
ПЛОДОРДИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПОД ТРАВЯНИСТОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

Меркушева М.Г., Балданова А.Л.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
marya.merkusheva@yandex.ru*

В Западном Забайкалье засоленные почвы занимают около 200 тыс. га. Солончаки луговые наиболее распространены в поймах рек степной и сухостепной зон. Установлен континентальный характер соленакопления, в котором выделяются две тенденции: длительная аккумуляция солей (осень – зима – раннее лето) и кратковременное рассоление во второй половине лета. Растительность на солончаках и солончаковых почвах представлена чиевниками, пикульниками, солеустойчивыми злаками и разнотравьем.

Исследования проводили в пойме нижнего течения р. Уды в 2006–2011 гг. Изучали галофитные фитоценозы на солончаках луговых и при их длительном орошении (более 100 лет). Полив в разные годы проводился дождеванием, однако основной режим – затопление. Раз в 5–6 лет весной луга затопляются грунтовыми водами. Использование травостоя – сенокосное.

Происхождение гидроморфных солончаков связано с близким залеганием слабо минерализованных грунтовых вод и выпотным (но периодически промывным) типом водного режима. Для них характерны неоднородный суглинистый гранулометрический состав (варьирует от легкого до тяжелого), невысокая емкость катионного обмена с большой долей Na^+ . Содержание токсичных легкорастворимых солей составляет в верхних слоях (1,8–1,2 %), тип засоления – сульфатно-натриевый. Максимум карбонатов приурочен к самой верхней части профиля, минимум – к нижней.

Длительное орошение галофитного луга (более 100 лет) на солончаке луговом способствовало изменению морфологического строения профиля с увеличением гумусового горизонта, некоторому утяжелению гранулометрического состава, повышению емкости поглощения с уменьшением доли Na^+ . Количество токсичных солей снизилось до 0,1–0,2 %. Тип засоления изменился с сульфатно-натриевого на гидрокарбонатно-магниевый. Практически неизменное количество легкорастворимых солей отмечено в середине профиля как неорошаемых,

так и орошаемых почв, что связано с наличием тяжелосуглинистого горизонта. Увеличилась окарбоначенность нижней части профиля.

Значительно возросли запасы гумуса и азота в корнеобитаемом слое почвы. Тип гумуса изменился с фульватного на гуматно-фульватный, а в фракционном составе азота существенно возросло содержание легко- и трудногидролизуемых форм.

Наибольшее негативное влияние оказало орошение на калийное состояние почв: снизилось валовое его количество, и значительно возросла доля необменного калия. Если неорошаемый солончак характеризовался слабой обеспеченностью калием, то в орошаемой почве можно констатировать её истощенность по этому элементу.

Длительное орошение оказало неодинаковое воздействие на устойчивость видов к изменившимся почвенно-экологическим условиям их функционирования. Некоторые виды выпали из травостоя орошаемого луга, другие (бескильница тонкоцветная) – снизили свое участие, а лапчатка гусиная заняла доминирующее положение, т. е. видовой состав и обилие при орошении существенно изменились. Изменилось также содержание и соотношение экологических групп. Снизилось участие ксерофитов и повысилось – мезофитов и комплекса гигрофитных групп, что является благоприятным фактором, как и увеличение доли коротко- и длиннокорневищных видов для мероприятий по повышению продуктивности орошаемых лугов, в том числе для применения минеральных удобрений.

Биологическая продукция бескильницево-разнотравного сообщества на солончаке луговом относится к умеренной ($0,68 \text{ кг/м}^2$ в год), а гусинолапчатково-разнотравного орошаемого фитоценоза – к высокой ($1,32 \text{ кг/м}^2$ в год). Экологические условия произрастания сообществ отражают величины соотношения их надземной и подземной фитомассы. В орошаемом гусинолапчатково-разнотравном сообществе этот показатель равен 2,5, в бескильницево-разнотравном – 14. Запасы надземной и подземной фитомассы в неорошаемом ценозе составляли 1,96, в орошаемом – $2,53 \text{ кг/м}^2$, что позволило первое сообщество отнести к малопродуктивным (4 балла), второе – к среднепродуктивным (5 баллов).

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ФОСФОРА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Михайлова А.А., Попова Л.Ф.

*Институт естественных наук и биомедицины Северного (Арктического)
Федерального университета имени М.В. Ломоносова, Архангельск,
mihailovaeco@rambler.ru*

Нефть приводит к изменению фосфатного режима почв: наблюдается дефицит подвижных соединений фосфора в почвах.

Для выявления характера и степени влияния нефтепродуктов (НП), характерных для загрязнения городской среды, на содержание подвижных форм фосфора в дерново-подзолистой почве различного гранулометрического состава в зависимости от концентрации загрязнения (0,5 %, 1,0 %, 5,0 %), срока инкубации был заложен модельный опыт и оценено содержание подвижных форм фосфора (в перерасчете на P_2O_5), определенное методом Кирсанова в модификации ЦИНАО. Данные химического анализа были статистически обработаны.

Содержание P_2O_5 после всех сроков инкубации и во всем диапазоне концентраций НП в загрязненной тяжелой глине характеризовалось средней, повышенной (200–700 мг P_2O_5 /кг почвы) и высокой (>700 мг P_2O_5 /кг почвы) степенью содержания; в легкой глине и супеси – низкой (<200 мг P_2O_5 /кг почвы) и средней. В загрязненных почвах содержание P_2O_5 было выше оптимального уровня подвижного фосфора (90–150 мг/кг), установленного для различных типов естественных почв Г.К. Кябелевой и В.А. Черниковым, за исключением супеси, загрязненной 5,0 %-м содержанием моторного масла и проинкубированной 1 месяц и 4 месяца.

В условиях модельного опыта бензин, дизельное топливо, моторное масло оказывали неоднозначное влияние на содержание P_2O_5 .

После 3-х суток инкубации в глинистых почвах НП оказывали отрицательное влияние на процессы трансформации P_2O_5 , в супеси – положительное при этом в почвах обнаружена четкая взаимосвязь дозы НП с изменениями фосфатного режима по типу «доза-эффект». При загрязнении почв бензином, дизельным топливом и моторным маслом в тяжелой глине наблюдалось снижение содержания P_2O_5 в среднем на 52,46 мг/кг, 75,22 мг/кг и 51,29 мг/кг, в легкой – на 116,24 мг/кг, 155,68 мг/кг и 55,84 мг/кг, в – супеси увеличение содержания P_2O_5 в среднем на 12,48 мг/кг, 31,80 мг/кг и 14,30 мг/кг, соответственно. После 3-х суток инкубации

глинистых почв токсическое воздействие НП на содержание P_2O_5 уменьшается в ряду: дизельное топливо → бензин → моторное масло.

Ухудшение фосфатного режима обусловлено связыванием некоторой части растворимого фосфора компонентами НП, а так же ингибирующим действием НП на фосфатазную активность, которая согласно исследованиям Н.А. Киреевой с соавторами не восстанавливается при загрязнении почвы нефтью по истечении года.

После 1-го месяца инкубации для тяжелой глины, загрязненной 0,5 %-м и 1,0 %-м содержанием НП, была характерна тенденция к увеличению P_2O_5 ; для легкой глины – к снижению, для супеси – к увеличению во всем диапазоне концентраций НП.

После 4-х месяцев инкубации положительное влияние НП в тяжелой глине исчезло, отрицательное влияние НП в легкой глине сохранялось. В супеси наблюдалось ингибирование процессов трансформации фосфора НП.

Таким образом, дерново-подзолистые почвы при влиянии исследуемых концентраций НП не испытывали дефицит подвижных форм фосфора. С течением времени (после 4-х месяцев инкубации) подавляющее действие НП на фосфатный режим дерново-подзолистых почв не исчезало.

Исследования поддержаны грантом РФФИ и администрации Архангельской области № 11-04-98800-а.

УДК 631.4:528.92.94

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АЗОВСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1990–2011 ГОДЫ

Назаренко О.Г., Брызжев А.В., Рухович Д.И., Королеа П.В., Вильчевская Е.В.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, landmap@yandex.ru

Эколого-агрохимические изменения почвенного покрова можно распределить по причинно-следственному механизму на: изменения связанные с изменением типа землепользования и изменения, вызванные климатической составляющей. В данной работе намеренно не учтены факторы типа геологических, как производящие изменения за более длительные интервалы времени. В то время как даже небольшие и краткосрочные изменения землепользования и климата, могут вызывать вполне инструментально-измеримые изменения почвенного покрова. Территория Азовского района Ростовской области довольно однородна по рельефу, геологии и климату. Сельскохозяйственная осво-

енность территории достигает 80 и более процентов. Азовский район изучен в почвенном плане в масштабах 1 : 10 000, 1 : 50 000, 1 : 300 000 и мельче. Как район с большой с.х. нагрузкой исследован он и агрохимически. Последнее обновление почвенных карт проведено в рамках работ по разукрупнению хозяйств в 1992 году. Реальной почвенной наземной съемки в этом году не проводилось. В конце 90-х годов на территорию нескольких хозяйств района (совхоз Приморский, Калинина) проводились работы по актуализации почвенных карт на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР) и материалов дистанционного зондирования (ДЗ). В середине 2000-х годов на территорию района удалось собрать космическую съемку с пространственным разрешением 30, 15, 6 метров и 1 метр, позволяющую получить полное покрытие района в 1990, 2000, 2007 и 2011 годы. В 2008–2009 году была проведена аэрофотосъемка района и создание ортофотопланов в масштабе 1 : 10 000 с пространственным разрешением 60 см. За период с 90-х годов проведено несколько туров агрохимического обследования. В ходе изменения технологии обследования агрохимические данные получают на каждый элементарный участок в 10 га, а не единый агрохимический образец с одного поля севооборота. Накопленный материал позволил актуализировать схему землепользования на три года – 1990, 2000 и 2010 в масштабе 1:25 000 и совместить актуализированное землепользование с агрохимическим обследованием. Кроме того, проведена геореференсирование почвенной карты района. Разновременная информация сведена в почвенно-эколого-агрохимическую ГИС района, на основе которой и проведен мониторинг. Мониторинг выявил, что территория района интенсивно меняет земельный покров, типы землепользования, почвенные и агрохимические характеристики. Мониторинг выявил и взаимосвязь между изменениями почвенного покрова и способами эксплуатации земель. Выявляются и изменения, вызванные исключительно экономическими причинами, которые в свою очередь вызывают нарушения агротехники. Нарушения агротехники в свою очередь влияют на почвенный покров. В целом комплексный подход к мониторингу позволил выявить как изменения, так и их взаимосвязь.

УДК 631.45:631.8

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Небольсина З.П., Яковлева Л.В., Николаев И.Н.

Ленинградский НИИСХ «Белогорка», Ленинградская область, lenniish@mail.ru

При изучении кислотно-основных свойств почв установлено, что величина реакции почвы со временем снижается, как у однократно, так и периодически известкованных почв.

Основной причиной подкисления является потеря оснований вследствие вымывания их атмосферными осадками вместе с анионами минеральных удобрений. Скорость подкисления периодически известковавшихся почв по данным многолетних опытов составляет 0,03 ед. рН в год при известковании по 1Нг и 0,5Нг. Непроизводительные потери оснований в условиях Ленинградской области превышают хозяйственный вынос Са и Mg с урожаями сельскохозяйственных культур. Интервал реакции, близкий к оптимальному для большинства полевых культур, при известковании по 1Нг поддерживается в течение 9–13 лет, при известковании по 0,5Нг – 5–7 лет. Интенсивность вымывания оснований из корнеобитаемого слоя почвы, то есть продолжительность действия известки зависит, в основном, от доз, химического и гранулометрического состава внесенных известковых материалов, гранулометрического состава почв, уровня применения и химического состава удобрений. При длительном внесении средних и высоких доз минеральных удобрений значительное количество кальция и магния вымывается из пахотного в подпахотный и нижележащие горизонты. С течением времени миграция оснований по профилю почвы возрастает.

Подкисление ранее известкованных почв способствует увеличению содержания подвижного алюминия до токсичных концентраций. Почвы с высоким содержанием фосфора характеризуются низким содержанием подвижного алюминия, снижается его токсичность для растений. При изучении электрических свойств почв установлено, что комплексы алюминия проявляют себя как анионы и имеют отрицательный заряд. Даже в известкованных почвах содержится большое количество отрицательно заряженных мобильных аквакомплексов алюминия, способных передвигаться в электрическом поле. То есть, алюминий кислых почв находится в виде отрицательно заряженных комплексов и является подвижным алюминием, а не алюминием в обменной форме.

Органическое вещество и кальций являются основными экологическими факторами, позволяющими увеличить буферность плодородия

почвы, что является основой стабильности земледелия. Под влиянием известкования уменьшилось содержание фракции 1 гуминовых кислот и фракции 1 фульвокислот. Увеличение содержания фракций, связанных с кальцием – ГК2 и ФК2, наблюдалось лишь при внесении высоких доз извести. Это связано со слабой способностью гуминовых кислот дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава осаждаться кальцием и удерживать его от вымывания. Вероятно, поэтому при известковании таких почв их реакцию не удастся довести до нейтрального уровня. Эти особенности гуминовых кислот являются причиной того, что кислотность произвесткованных почв через определенное время возвращается к исходному уровню. Слабую способность гуминовых кислот таких почв осаждать кальций можно рассматривать как основную причину необходимости более частой периодичности известкования почв легкого гранулометрического состава. По нашему мнению, необходимо использовать адаптивно-ландшафтный принцип проектирования севооборотов: почвы севооборотов с культурами, чувствительными к кислотности, должны известковаться с доведением реакции до оптимального уровня. Почвы севооборотов с устойчивыми культурами – не известкуются, если не ставится цель повышения общего плодородия почв.

УДК 631.416.4:458

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ НА КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Никитина Л.В.

ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, Москва, kalinik@bk.ru

В современных условиях информация, заложенная в исследованиях длительных опытов, представляет большой интерес, так как систематическое определение динамики изменения питательных элементов в почве по ротациям севооборота дают правильную оценку действия длительного применения удобрений и их последствий на плодородие почвы. В длительном опыте СШ-5 (поле 3) сравнивалось действие разных систем удобрения на калийный режим почвы после окончания 7-ой ротации зернопропашного с/о и после модификации опыта (прекращено внесение удобрений и зернопропашной с/о изменён на зерновой). Исследуемая почва до закладки опыта характеризовалась средним содержанием $K_2O_{обм.}$, его варьирование по делянкам опыта составило 11,1–12,8 мг/100 г почвы. Определение необменных форм

калия в данном опыте проведено впервые в конце 7-ой ротации и через 8 лет последействия. Исследования динамики содержания $K_2O_{обм}$. за 28 лет опыта показали, что в варианте контроль (без удобрений) в первые 3-и ротации (12лет) его содержание в пахотном горизонте почвы снижается по сравнению с первоначальным на 25–30 % и составляет 8,0–10,0 мг/100 г почвы. Количество $K_2O_{обм}$. достигает низкого уровня обеспеченности, который остаётся без изменения в последующие четыре ротации. Очевидно, такое содержание $K_2O_{обм}$. является минимальным для данной почвы. Действие разных систем удобрения после 28 лет показало, что внесение навоза и NPK (75–80 кг $K_2O/га$ в год) не обеспечивает положительного баланса калия и содержание $K_2O_{обм}$. повышается относительно контроля до исходного уровня (12,4–12,6 мг) за счёт мобилизации в основном труднодоступного $K_2O_{необм}$. (по Гедройцу), количество которого снижается со 170 мг на контроле до 150–160 мг/100г почвы в вариантах навоз и NPK. Содержание гидролизуемого $K_2O_{необм}$. (по Пчёлкину) при этом не изменяется и остаётся на уровне контроля (41,0–43,0 мг). Совместное внесение навоза и NPK, особенно при повышенных дозах последних (235–315 кг $K_2O/га$ в год), обеспечивая бездефицитный баланс, повышает содержание $K_2O_{обм}$. по сравнению с исходным до очень высокого уровня (33,6–34,2 мг/100г). На минеральной системе удобрения (МСУ) такие же дозы внесения калия, как и на органо-минеральной (ОМСУ), обеспечивают его накопление в меньшем количестве (23,8–25,4 мг/100г почвы). С увеличением доз калия в составе ОМСУ и МСУ наблюдается повышение содержания гидролизуемого $K_2O_{необм}$. относительно контроля. На ОМСУ повышение содержания этой формы калия составило 14,0–21,0 мг или 34–51 %, а на МСУ – 11,0–13,0 мг или 27–32 %. Также на интенсивно удобряемых вариантах наблюдается и существенное накопление труднодоступного $K_2O_{необм}$., что свидетельствует о необменном поглощении калия (его фиксации) в минеральных структурах почвы. В условиях последействия (через 8 лет) при отрицательном балансе, который сложился на контроле, содержание $K_2O_{обм}$. восстанавливается до исходного уровня обеспеченности (11,4 мг) за счёт мобилизации калия из необменных форм (гидролизуемого и труднодоступного). На удобренных ранее вариантах содержание $K_2O_{обм}$. несколько снижается, но в основном его количество остаётся на уровне, созданном внесением удобрений. Поддерживание этого уровня в условиях резкого снижения урожая и выноса калия происходит в основном за счет перехода калия из гидролизуемой формы $K_2O_{необм}$., что особенно выражено в вариантах с высокими дозами K_2O в составе удобрений. Количество труднодоступного $K_2O_{необм}$. при этом сохраняется на уровне, накопленном почвой за счёт длительного применения удобрений.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**Новиков М.Н., Баринов В.Н., Фролова Л.Д., Ермакова Л.И.***ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, Владимир, vnion@vtsnet.ru*

Биологический азот является одним из самых дешевых, экологически безопасных удобрений. Повышение эффективности его использования в растениеводстве относится к важнейшей задаче биологизированного земледелия. Длительные исследования по данной проблеме проводятся в ГНУ ВНИИОУ на дерново-подзолистых супесчаных почвах, характеризующихся низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией почвенной среды, средним содержанием усвояемых форм фосфора и калия, неустойчивым водно-воздушным режимом.

Одним из эффективных путей повышения продуктивности биологического азота является использование бобовых однолетних и многолетних культур в смешанных посевах. В опытах на всех вариантах фоном применяли минеральные удобрения Р40К40. Среди однолетних бобовых культур лучшими донорами являются люпин и кормовые бобы, хуже эффект от гороха и вики. По сравнению со средне суммарным урожаем компонентов смешанных посевов урожаем зерна смеси люпина с овсом возрос на 15,1 ц/га (66 %), смеси люпина с ячменем – на 10,6 ц/га (47 %), смеси люпина с тритикале – на 14,0 ц/га (50 %); урожаем сухого вещества зеленой массы укосной спелости смеси люпина с овсом возрос на 20 ц/га (43 %), смеси люпина с ячменем – на 5 ц/га (26 %), смеси люпина с тритикале – на 19,8 ц/га (78 %), смеси люпина с кукурузой – на 29 ц/га (72 %), смеси люпина с райграсом – на 36 ц/га (62 %), смеси люпина с рапсом – на 29 ц/га (48 %).

Урожай зерна смеси бобов с ячменем возрос на 11,8 ц/га (79 %), смеси бобов с тритикале – на 9,2 ц/га (46 %); урожаем сухого вещества зеленой массы укосной спелости смеси бобов с ячменем возрос на 4,6 ц/га (25 %), смеси бобов с тритикале – на 9 ц/га (26 %).

С продукцией смешанных посевов увеличивается выход белка и валовой энергии. На 23–75 % возрастали коэффициенты энергетической эффективности их возделывания.

Бобовые культуры в чистом виде способствуют развитию сорняков. Смешанные посевы угнетают их развитие до безвредного состояния. Доход от смешанных посевов однолетних культур с бобовым компонентом достигает от 6 до 14 тыс. руб. на гектар.

Исследования также показали, что повышенной продуктивностью по сравнению с монокультурами обладают смешанные посевы многолетних бобово – злаковых трав (смеси клевера, люцерны, донника с тимофеевкой, кострцом, овсяницей, райграсом, ежой сборной).

На почвах Нечерноземной зоны, которые характеризуются усиленным промывным режимом в осенне – весенний периоды и в связи с этим потерей подвижных форм азота, часто отмечается слабое развитие многолетних трав, особенно в весенний период, и в конечном итоге недобор их урожая. Необходимые для исправления этого негатива весенние подкормки минеральным азотом, можно заменить биологическим азотом бобовых культур. В наших опытах использование в качестве покровных культур люпина, кормовых бобов и их смесей с тритикале в посевах клевера, тимофеевки, клевера с тимофеевкой и козлятника, способствовало улучшению азотного питания в весенний период многолетних трав первого года пользования и увеличению урожая зеленой массы по сравнению с беспокровными посевами: клевера на 58–150 ц/га (18–45 %), тимофеевки – 13–43 ц/га (46–153 %), клевера с тимофеевкой – 30–102 ц/га (9–30 %). У козлятника первого года пользования под покровом бобовых культур прироста урожая не было.

Наряду с надземной массой, в подпокровных посевах сформировалась более мощная корневая система, которая способствовала даже в сильно засушливых условиях росту урожая многолетних трав второго года пользования: клевера на 16–22 ц/га (25–34 %), тимофеевки – 20–43 ц/га (91–153 %), клевера с тимофеевкой – 30–55 ц/га (40–73 %), козлятника – 16–31 ц/га (27–52 %). В подпокровных посевах отмечено улучшение плодородия почв и качества продукции.

УДК 631.41(470.63)

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Олейников А.Ю., Макоед А.А.

Федеральное государственное учреждение государственный центр агрохимической службы «Ставропольский», Михайловск, stavhim@mail.ru

Агрохимической службой края ежегодно проводится агрохимическое обследование земель сельскохозяйственного назначения с целью контроля за изменением плодородия (качества) почв, разработки мероприятий по повышению их плодородия, текущего и долгосрочного планирования использования земельного фонда и специализации сельскохозяйственно-

го производства, создания банков и баз данных плодородия земель, расчета баланса элементов минерального питания и гумуса, научно-обоснованного определения потребности и распределения минеральных и органических удобрений, эффективного применения средств химизации.

Площадь пашни с низким и очень низким содержанием гумуса в целом по краю на 1.01.2001 года составила 92 %, средним содержанием – 7 %, а высоким только 1 %. За десятилетие, произошли некоторые изменения. На 1 января 2011 года содержание органического вещества в почвах сельскохозяйственных угодий края составляет: с низким и очень низким содержанием – 88 %, средним – 11 %, высоким 1 %.

Несколько иначе выглядит картина распределения пашни по реакции среды, здесь наблюдается дальнейшее подщелачивание почв, хотелось бы отметить, что при pH равном 8,0 единицам относительное плодородие составляет 85 %, также нарушаются условия для нормального развития сельскохозяйственных культур.

В целом по краю на 1.01.2001 года площадь пашни со щелочной реакцией почвенного раствора занимает 71 %, а на январь 2011 года уже 76 %, слабощелочной – 26 % и 23 %, нейтральной всего 3 % и 1 % соответственно.

По данным на 1.01.2001г. площадь пашни с низким содержанием фосфора занимает 24 %, средним содержанием – 55 % и высоким – 21 % соответственно, а в 2010 году почвы с низким содержанием фосфора почвы занимают 36 %, средним содержанием – 49 % и высоким – 15 %. Проматривается тенденция значительного уменьшения площади пашни с высоким и средним содержанием подвижных форм фосфора.

По содержанию обменного калия, по сравнению с 2001 годом, наблюдается благополучная картина, и в большинстве сельскохозяйственных угодий нет тенденции к его падению.

Содержание серы по районам края в пашне колеблется от 3,38 до 12,21 мг/кг почв, а среднее по краю составляет 5,53 мг/кг.

Из микроэлементов в наибольшем дефиците находятся цинк, кобальт и медь. Подвижным марганцем около 40 % обследованных почв хозяйств средне и высоко обеспечены. Что касается бора, то на всех обследованных площадях, он находится в достаточном количестве, и почвы вошли в группу высокой обеспеченности.

Исходя из анализа обеспеченности обследованных почв основными элементами питания, микроэлементами, учитывая динамику этих элементов за десятилетие, можно сделать следующие выводы и прогнозы состояния плодородия на ближайшую перспективу.

Ситуация с земельным фондом края складывается весьма неоднозначно, так как некоторые показатели остались на прежнем уровне или же с положительной динамикой (гумус, калий, бор), а другие терпят существенное ухудшение качественных показателей земель края (реакция почвенного раствора, фосфор, цинк, кобальт, медь, в меньшей степени марганец и сера). Таким образом, землепользователям рекомендуется рачительно использовать те элементы питания, которые находятся в оптимуме, и особое внимание обратить на поля и участки, имеющие слабую обеспеченность, рост щелочности почв, не забывая о законе минимума.

УДК 631.41

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ ПОДТИПОВ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Олехов В.Р.¹, Кайгородов А.Т.², Землянкин И.С.²

*¹ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА имени академика Д.Н. Прянишникова»,
Пермь, OlekhoVR@yandex.ru;*

²ФГУ ГЦАС «Пермский», Пермь, zemlyankin87@rambler.ru

Плодородие почв в процессе их сельскохозяйственного использования может изменяться как в лучшую, так и в худшую сторону. Поэтому необходимость систематического контроля за состоянием пахотных угодий не вызывает сомнений.

Цель исследований – оценить изменения агрохимических свойств пахотных почв Октябрьского района Пермского края за период с 1998 по 2010 годы (с V по VII туры агрохимического обследования).

Для проведения исследований были выбраны три сельскохозяйственных предприятия с разным почвенным покровом: на территории СПК им. Шорохова преобладающими почвами являются дерново-подзолистые и светло-серые лесные, на территории СПК «Тюшевской» – серые и темно-серые, на территории ТВ «Земледелец» – чернозёмы оподзоленные. В 2010 году на пахотных угодьях перечисленных предприятий было проведено агрохимическое обследование.

В результате сравнения данных, полученных при проведении обследований 2010 и 1998 годов, выяснилось, что в изучаемых сельскохозяйственных предприятиях основные агрохимические свойства почв ($pH_{КС}$, содержание подвижных форм фосфора и калия, содержание органического вещества) изменились неодинаково. В СПК им. Шорохова

значения всех показателей снизились, в СПК «Тюшевской» отмечено уменьшение только содержания подвижного калия при одновременном улучшении других агрохимических свойств, в ТВ «Земледелец» значения всех изучаемых показателей возросли.

На наш взгляд, разнонаправленные изменения агрохимических свойств в сложившихся на данный момент в Октябрьском районе Пермского края условиях, когда в структуре посевных площадей до 50 % и более занимают многолетние травы, а урожайность сельскохозяйственных культур при крайне низком уровне применения средств химизации остаётся невысокой, можно объяснить преобладанием на территории рассматриваемых сельскохозяйственных предприятий разных подтипов почв.

Опираясь на средневзвешенные значения агрохимических показателей для перечисленных выше подтипов почв, рассчитанные с использованием данных по трём сельскохозяйственным предприятиям, можно сделать вывод, что изменения агрохимических свойств во многом определяются степенью проявления в соответствующих почвах подзолистого процесса. Так, за истекший период произошло существенное снижение уровня плодородия подтипов почв, в которых подзолистый процесс выражен в наибольшей степени, – дерново-подзолистых и светло-серых лесных. С другой стороны, плодородие чернозёмов, подверженных оподзоливанию в незначительной степени, изменилось в лучшую сторону.

УДК 631.82:633]:[631.41+631.472.56]:631.445.4(470.62)

**ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Онищенко Л.М., Шеуджен А.Х., Исупова Ю.А.

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,
Краснодар, dekanatxp@mail.ru*

Черноземы являются наиболее плодородными почвами Российской Федерации. Для оценки состояния их плодородия при длительном и интенсивном использовании предусматривается агрохимический мониторинг.

Цель работы – изучить действие минеральной системы удобрения в полевом севообороте на содержание гумуса и физико-химические свойства чернозема выщелоченного слабогумусного сверхмощного легкоглинистого на лессовидных тяжелых суглинках.

Многолетние исследования, проводившиеся в учхозе «Кубань» на стационарном опыте кафедры агрохимии Кубанского госагроуниверситета в 2000–2010 гг., показали высокую эффективность минеральных удобрений в полевом севообороте. Опыт входит в систему

Географической сети опытов с удобрениями, включен в «Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации» и расположен в южной части Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья. Опытный участок относится к третьей агроклиматической зоне, умеренно увлажненной, коэффициент увлажнения 0,30–0,40; сумма эффективных температур 3400–3800°C.

Схема опыта содержит 16 вариантов и представляет собой специальную выборку $\frac{1}{4}$ части из полной схемы 4*4*4, образованной тремя факторами: азотом, фосфором, калием, с использованием четырех градаций 0, 1, 2 и 3 доз азота, фосфора и калия.

В формировании плодородия почвы важная роль принадлежит гумусу. Этот показатель во многом определяет агрохимические свойства почв. При оценке гумусного состояния чернозема выщелоченного весьма важным является изучение многолетней динамики его содержания. Максимальное его значение –3,48 % было в 2000 г. на варианте с повышенными дозами минеральных удобрений, что превосходило контроль на 0,16 %. За 10-и летний период без внесения минеральных удобрений содержание гумуса в почве достоверно снизилось с 3,32 % до 2,65 %, разница составила 0,67 %. Внесенные минеральные удобрения под культуры севооборота в одинарных, двойных, а также и тройных дозах не способствовали сохранению и, тем более, воспроизводству гумуса. Его содержание в почве уменьшилось при применении одинарных доз на 0,62 %, двойных – 0,56 % и тройных – 0,64 %.

Гидролитическая кислотность и рН солевой суспензии почвы за период наблюдения увеличивается соответственно на 0,25 мг-экв. на 100 г почвы и 0,08 единиц рН. Применение удобрений отразилось на реакции почвы. Гидролитическая кислотность в зависимости от доз удобрений повышается на 0,01–0,03 мг-экв. на 100 г почвы. Максимальным увеличение было при внесении тройных доз. Под воздействием удобрений за исследуемый период снизилась и рН солевой суспензии в среднем на 0,10 единицу рН. Сумма поглощенных оснований за период исследований на варианте без удобрений практически не изменилась. Одинарные, двойные и тройные дозы удобрения достоверно снижали этот показатель соответственно – 3,8 %, 3,7 и 2,5 %. Выявленная

тенденция изменения суммы поглощенных оснований была характерна и для степени насыщенности почв основаниями.

Таким образом, можно заключить, что минеральная система удобрения полевых культур не способствует сохранению и тем более воспроизводству гумуса, содержание которого является диагностической характеристикой длительного антропогенного действия на почву. При этом полученные результаты показывают, что через 50 лет при такой интенсивности использования почвы содержание гумуса снизится на 1,5 %. В соответствии с системой показателей, оценивающих гумусное состояние почв, предложенной Л.А. Гришиной и Д.С. Орловым, это приведет к тому, что используемый в севообороте чернозем выщелоченный перейдет из низкого уровня в очень низкий.

УДК 68.33.29

ПРИЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

Осипов А. И.

ГНУ СЗРиЦ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, aosipov2006@vail.ru

Главная стратегия применения агрохимикатов в современных условиях – не получение «максимальных» урожаев возделываемых культур, а максимальная их окупаемость и безусловная рентабельность. Известно, что известкование, как коренное мероприятие по повышению плодородия кислых почв, является неперменным условием ведения сельского хозяйства. На сельскохозяйственных угодьях с повышенной кислотностью в нашей стране ежегодно не добирается около 20 млн тонн продукции в пересчете на зерно. Резко снижается эффективность минеральных удобрений, ухудшается экологическая обстановка окружающей среды, падает качество сельскохозяйственной продукции. Следует помнить, что коэффициенты использования азота из удобрений, а следовательно и их окупаемость на сильнокислых почвах в 1,4–2,7 раза ниже, чем на слабокислых и нейтральных. Коэффициенты использования фосфорных удобрений при поверхностном их внесении на сильнокислые почвы составляют всего 1,7–2,0 %. На почвах с благоприятной реакцией среды – 10–15 %, а при локальном внесении – 30 %. Поэтому, для более эффективного использования азотных удобрений разумнее их применять только на почвах с благоприятным уровнем реакции среды (pH_{KCl} не ниже 5,1), а фосфорные удобрения вносить только на известкованных почвах или почвах, имеющих от природы благоприятную ре-

акцию среды. Валовые запасы калия во всех почвах, кроме песчаных, велики. Однако доступность этого элемента мала. Калийные удобрения следует применять в первую очередь под травы, картофель и овощи.

Темпы известкования в ряде регионов значительно сдерживаются также из-за недостатка природных известковых материалов. Поэтому одной из важнейших задач по повышению обеспеченности земледелия известковыми удобрениями с меньшими затратами является более широкое использование местных карбонатных материалов. Другим весьма важным и довольно дешёвым источником пополнения запасов природных известковых материалов являются отходы промышленности, к которым относятся некоторые виды шлаков, шламов, золы сланцев, бурых углей, отходный мел, известково-доломитовые отходы, дефекаат и др.

Многие из шлаков и зол обладают высокой активностью взаимодействия с почвой, чем существенно превосходят природные карбонаты, а содержащиеся в них примеси микроэлементов часто оказывают положительное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений. В то же время отходы могут содержать различные тяжелые металлы (свинец, кадмий, мышьяк, селен, стронций) и другие опасные токсичные неметаллы и элементы. Использование таких отходов в качестве мелиорантов может представлять опасность для экологического состояния почв и сопредельных сред. Поэтому каждый новый химический мелиорант из отходов должен подвергаться всесторонней экологической оценке и нормированию, базирующему на результатах мониторинга.

В настоящее время хорошо известна важная роль микроорганизмов в восстановлении и повышении почвенного плодородия. На различных почвах урожай растений тем выше, чем лучше в них развита деятельность групп микроорганизмов, способных превращать органические вещества почвы – перегной – в простые соединения, доступные для усвоения их растениями. В кислых почвах данная группа микроорганизмов развита очень слабо, что и является одной из основных причин низких урожаев сельскохозяйственных культур.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОДТИПОВ РИСОВЫХ ПОЧВ ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Парашенко В.Н., Кремзин Н.М., Швыдка Я.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт риса, Краснодар,
parashenko@list.ru*

Возделывание риса оказывает существенное влияние на почву и её важнейшее свойство – плодородие. Для реализации потенциала возделываемых сортов риса большое значение имеет подтип почвы, от генетических особенностей которого зависит степень доступности содержащихся в почве питательных элементов.

Целью исследований являлось изучение сезонных изменений азотного, фосфорного и калийного режимов основных подтипов рисовых почв в восьмипольном севообороте.

Исследования проведены в 2003–2010 гг. в рисосеющих хозяйствах Краснодарского края, где рис возделывается более тридцати лет.

Объектами исследований были следующие подтипы почв: лугово-черноземный, аллювиальный луговой, перегнойно-глеевый и лугово-болотный.

Основным резервом пополнения запасов минеральных соединений азота является легкогидролизуемый азот. Весной его содержалось: в перегнойно-глеевых, лугово-болотных, лугово-черноземных и аллювиальных луговых почвах 7,2–9,1, 5,7–7,6, 4,5–6,9 и 4,1–6,3 мг/100 г соответственно. Осенью во всех подтипах почв отмечено уменьшение количества легкогидролизуемого азота относительно исходного на 21,2–26,6 % – в перегнойно-глеевых, 20,9–27,3 % – в лугово-болотных, 17,9–18,8 % – в лугово-черноземных и 18,6–35,2 % – в аллювиальных луговых.

Главными источниками азота в питании риса являются обменный аммоний и нитраты. Количество обменного аммония в весенний период в изучаемых подтипах почв было в пределах 0,7–3,2 мг/100 г. Более высокое его содержание отмечено в перегнойно-глеевых почвах (1,0–3,2 мг/100 г). Осенью после осушения рисовых полей в этих же почвах количество обменного аммония снизилось до 0,5–1,4 мг/100 г почвы. Аналогичная закономерность установлена и для остальных подтипов почв.

Содержание нитратов весной колебалось от 1,1 до 2,9 мг/100 г. Наибольшее их количество отмечено в перегнойно-глеевых почвах (1,4–2,9 мг/100 г), а наименьшее – в аллювиальных луговых (1,1–2,1 мг/100 г). К осени содержание нитратов снизилось до 1,0–1,9 мг/100 г.

Фосфаты, извлекаемые 0,04–0,06 н. H_2CO_3 и 0,5 н. CH_3COOH хорошо доступны рису. Весной их содержание было 1,5–3,0 мг/100 г, что составляло всего 1,1–1,3 % от общего фосфора. Осенью количество подвижных фосфатов уменьшилось до 1,2–2,7 мг/100 г.

Водорастворимые, подвижные и обменные формы калия наиболее доступны рису. От общего количества калия в почве их содержалось: водорастворимого – 0,1–0,2 %, подвижного – 2,4–2,6 %, обменного – 2,7–3,0 %. Основная роль в питании риса принадлежит обменному калию. Наибольшее его содержание было в перегнойно-глеевых почвах – 62,3 мг/100 г, а наименьшее – в лугово-болотных – 36,6 мг/100 г. Количество обменного калия в почве за вегетационный период риса изменилось значительно. Так, если весной в лугово-чернозёмных почвах его содержалось 37,4–46,3 мг/100 г, то осенью – 29,3–41,4 мг/100 г. Это характерно и для других подтипов почв.

Многолетними исследованиями в лугово-черноземном, аллювиальном луговом, перегнойно-глеевом и лугово-болотном подтипах рисовых почв установлено снижение содержания обменного аммония, нитратов, подвижного фосфора и обменного калия соответственно на 28,6–56,3, 9,1–34,5, 10,2–20,1 и 10,6–21,7 % за период вегетации риса.

Для сохранения потенциального и воспроизводства эффективного плодородия этих почв необходимо систематически применять минеральные удобрения в дозах, рассчитанных для получения планируемой урожайности риса и пополнять запасы почвы органическим веществом (посевы многолетних трав и внесение органических удобрений).

УДК 361.445.2:631.854.2

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ ВЫСОКИХ ДОЗ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Поветкина Н.Л., Седых В.А., Поветкин В.А., Карауш П.Ю.

ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, soillab@timacad.ru

Органические удобрения на основе птичьего помета существенно повышают плодородие почв и урожай сельскохозяйственных культур, однако при избыточно высоких дозах вызывают загрязнение окружающей среды и деградацию почв. В проведенных модельных опытах и при статической обработке имеющихся данных агрохимической службы выявлена зависимость изменения от внесения в почву птичьего помета гумусового и кислотно-основного состояния почв, их калийного

состояния, содержания подвижных форм тяжелых металлов, некоторых показателей вводно-физических свойств почв.

По полученным данным внесение в почву повышенных доз птичьего помета приводит к существенному увеличению содержания в почвах подвижного калия (до 500 мг/кг). В связи с диспергирующим влиянием калия увеличивается подвижность гумуса, повышается смывость почв.

При этом калий и органическое вещество мигрирует и в более глубокие слои почвенного профиля. Увеличение в почвах содержания подвижного калия приводит к нарушению оптимального соотношения Са:К. При низкой дозе внесения птичьего помета в почву содержание водорастворимого и подвижного калия в почве составляет в A_n 2,5 и 11 мг/100 г почв, а при высокой дозе соответственно 41,7 и 79.

В почвах с внесением низких и средних доз птичьего помета содержание гумуса в A_n и A_2B , В составляло соответственно 2,2±0,3 % и 0,7±0,1 %, а в почвах с внесением высоких доз 5,2±1,1 % и 0,7±0,1 %. При этом менялась и оптическая плотность водных вытяжек из почв при 465 мм, составляя соответственно в почвах с внесением низких доз птичьего помета 1,9 ±0,1 и 0,14±0,01, а в почвах с внесением высоких доз 2,0 ±0,1 и 0,23±0,02 для горизонтов A_n и A_2B ; В.

Органическое вещество почв, удобренных птичьим пометом, обладало меньшей селективностью к кальцию, что привело к более узкому отношению поглощенных Са:Мг. При содержании P_2O_5 390,5±28,2 мг/кг величина рН составляла 5,9±0,1, а отношение Са/Мг=4,4, при 970,4±39,4 мг/кг – 5,3±0,1, отношение Са/Мг=4,0, а при 1295,0 мг/кг рН составляла 6,5, а отношение Са/Мг=3,5.

Однако, в связи с усилением минерализации органического вещества, значительного содержания в почвах гумуса не отмечается.

Содержание в почвах подвижного калия и увеличение подвижных органических соединений способствует чрезмерному уплотнению почв.

Внесение повышенных доз птичьего помета в почвы увеличивает ее буферную емкость в кислотном-основном интервале. При этом меняется режим рН водной и солевой суспензии почв, изменяется величина суспензионного эффекта.

При содержании K_2O 382,5±34,9 мг/кг $pH_{KCl} = 6,0±0,2$, а при содержании 148,2±7,4 – 5,6±0,1. При пониженном содержании калия (35 мг/кг) в почвах 17 птицеводческих хозяйств Московской области величина pH_{KCl} равнялась 4,2. Величина pH_{KCl} прямопропорциональна содержанию гумуса, обменных форм кальция и калия и обратно пропорциональна гидrolитической кислотности

$$pH=5,7 - 0,42H_f + 0,22Г + 0,07Ca + 0,02Mg$$
$$n=223, r=0,75, F=71,7$$

Отмечалась тенденция увеличения подвижности тяжелых металлов в почвах с увеличением их гумусированности. Так при содержании гумуса 5,3 % содержание подвижных форм тяжелых металлов составляло Pb – 9,2±0,9 мг/кг; Zn – 32,5±3,5; Ni – 7,3±1,5; Cu – 5,5±1,2. При содержании гумуса 3,5 % эти показатели равны для Pb – 8,0±0,4; Zn – 29,2±7,9; Ni – 0,1±2,4; Cu – 4,1±0,4.

В ряде хозяйств содержание подвижных форм калия (K₂O) коррелировало с содержанием гумуса и P₂O₅. Рассматриваемая зависимость была более тесна для почв более тяжелого гранулометрического состава.

УДК 631.465

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Подколзин А.И., Бурлай А.В., Панфилова Т.И., Авакимова Л.А.

Федеральное государственное учреждение государственный центр агрохимической службы «Ставропольский», Михайловск, stavhim@mail

В проводимых исследованиях были выполнены работы по мониторингу биологической активности почв на территории МО Цимлянского сельсовета Шпаковского района Ставропольского края на площади более 10 тыс. га.

По природно-сельскохозяйственному районированию изучаемая территория относится к степной и лесостепной зоне, Предкавказской степной и лесостепной провинции.

Почвенный покров территории чрезвычайно сложный и комплексный. Представлен 7 преобладающими разновидностями: чернозёмами обыкновенными глубоковскипающими, чернозёмами карбонатными нормальными, чернозёмами южными карбонатными, чернозёмами обыкновенными солонцевато-засоленными, лугово-черноземными почвами, солонцами черноземными и солонцами лугово-черноземными. Такое разнообразие почвенных разностей обусловлено сочетанием высокого среднегодового количества осадков, преобладанием разнотравно-злаковой растительности в прошлом, разнообразием почвообразующих пород, сильно пересеченным рельефом. При всех неблагоприятных свойствах физического и химического характера, тяжелого гранулометрического состава эти почвы характеризуются высоким содержанием в них органического вещества от 5,25 до 7,67 %.

На основных почвенных разностях хозяйства было заложено 36 почвенных разрезов глубиной от 1,5 до 2,5 м. Из выделенных генетических горизонтов было отобрано и проанализировано 184 почвенные пробы.

В процессе исследований определялись активность ферментов класса гидролаз – уреазы, фосфатазы, класса оксидоредуктаз – дегидрогеназы и интенсивность дыхания.

Уреазная, фосфатазная и дегидрогеназная активность определялась в окрашенных растворах фотоколориметрическим методом, интенсивность дыхания – по учету количественных изменений углекислого газа в атмосфере почвы.

Обследованная территория характеризуется слабой интенсивностью дыхания – в среднем 3,15 мг/10 г почвы. Активность уреазы в верхних пахотных горизонтах в целом по обследованной территории средняя и составляет 17,54 мг NH₃/10 г почвы за 24 ч. Фосфатазная активность в почвенных пробах высокая и составляет 11,52 мг P₂O₅/10 г почвы за 24 ч. На обследованной территории везде отмечается средняя активность дегидрогеназы 6,58 мг ТТФ/10 г почвы за 24 ч.

Наибольшая уреазная активность наблюдается в чернозёмах южных карбонатных и составляет 23,21 мг NH₃/10 г почвы за 24ч, наибольшая фосфатазная активность отмечена в солонцах лугово-черноземных – 17,56 мг P₂O₅/10 г почвы за 24 ч, значение дегидрогеназы и интенсивности дыхания максимальное в чернозёмах обыкновенных глубоковскипающих и составляет 8,07 мг/ТТФ/10 г почвы и 4,40 мг/10 г почвы.

На основании анализа биологической активности по основным почвенным разностям на территории МО Цимлянского сельсовета Шпаковского района можно сделать следующие выводы:

- ▲ ферментативная активность основных почвенных разностей имеет ряд различий. Это связано с генезисом почв, физико-химическими свойствами, а также использованием данных почв;
- ▲ активность ферментов максимальна в верхних горизонтах и вниз по почвенному профилю падает, что связано с уменьшением запасов органического вещества, меньшим количеством микроорганизмов, корней в нижних горизонтах;
- ▲ величина и характер профильного распределения биологических показателей близко к постепенно-убывающему, что связано с уменьшением гумусированности почв;
- ▲ ферментативная активность чернозёмов обыкновенных по сравнению с другими типами почв, представленными в хозяйстве намного выше;
- ▲ в целом биологическая активность на основных типах и подтипах почв на территории обследованного хозяйства средняя.

ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ

Русакова И.В., Еськов А.И.

ВНИИ органических удобрений и торфа, Владимир, rusakova.iv@yandex.ru

В настоящее время в условиях дефицита традиционных органических удобрений при сложившемся отрицательном балансе органического вещества и элементов питания в пахотных почвах России послеуборочные растительные остатки, солома зерновых и зернобобовых культур являются одним из самых существенных по объему, ежегодно возобновляемым ресурсом воспроизводства почвенного плодородия. Однако до сего времени этот ресурс используется крайне нерационально, роль его в сохранении и воспроизводстве плодородия пахотных почв часто недооценивается, недостаточно экспериментальных данных по оценке количественных параметров, характеризующих динамику изменений биологического и гумусного состояния почв при длительном интенсивном систематическом использовании фитомассы на удобрение. В длительном полевом опыте ГНУ ВНИИОУ, заложенном в 1997 г. на дерново-подзолистой супесчаной почве, в течение 14 лет проводили изучение влияния соломы зерновых и зернобобовых культур на динамику микробиологических показателей, содержания и качественного состава почвенного органического вещества (ПОВ). Солому озимой пшеницы, люпина, ячменя вносили в 5-польном зерно-пропашном севообороте (озимая пшеница, люпин, картофель, ячмень, однолетние травы) одно-, дву- и трехкратно за ротацию (в сумме от 9 до 27 т/га) на фоне средних доз NPK. По результатам исследований, однократное использование соломы (1 раз в 5 лет) оказало непродолжительное кратковременное влияние на биологическое и гумусное состояние почвы. При 3-х кратном за ротацию внесении соломы установлены устойчивые тенденции изменения биологических показателей: увеличение актуальной и потенциальной биологической активности, диагностируемое по показателям целлюлозолитической активности, эмиссии C–CO₂, нитрификационной способности, численности протеолитических, амилолитических, целлюлозолитических микроорганизмов. Изменения в структуре почвенного микробного сообщества под влиянием систематической заделки фитомассы выразились в относительном увеличении актиномицетной составляющей и относи-

тельном уменьшении численности представителей автохтонной микрофлоры. Основные тенденции в изменении гумусного состояния наиболее заметно проявились в увеличении содержания и доли в составе ПОВ легкоразлагаемых, лабильных компонентов: углерода, экстрагируемого горячей водой ($C_{эгр}$) – на 26–38 мг/кг почвы (15–22 %), лабильного углерода (Слаб)– 85–128 мг/кг (9–14 %), микробной биомассы (Смик)– на 49–80 мг/кг почвы (18–29 %); увеличении содержания и доли негидролизуемого остатка в составе гумуса за счет полугумифицированных растительных остатков, снижении оптической плотности гуминовых кислот 1-ой и 2-ой фракций, что в целом может свидетельствовать об «омоложении» гумусового фонда, накоплении в составе молекул гуминовых кислот новообразованных, слабо конденсированных, алифатических фрагментов. При этом в вариантах с максимальными в опыте дозами соломы отмечено незначительное повышение содержания $C_{орг}$ на 0,06–0,08 % (при исходном содержании – 0,68 %). Отмеченные изменения предопределяют увеличение биологической доступности и минерализуемости ПОВ, а также более активное его участие в биологическом круговороте веществ, почвообразовательных процессах и формировании урожая.

УДК 631.58;

**СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ
СОВМЕСТНОГО УЧЕТА РОЛИ АГРОХИМИЧЕСКИХ,
ЛАНДШАФТНЫХ, ПОЧВЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ**

Рухович О.В., Романенков В.А., Беличенко М.В.

ВНИИА имени Д.Н.Прянишникова, Москва, o_ruhovich@mail.ru

Разработана система оценки качества почв, которая позволяет в условиях изменяющегося климата и плодородия почв эффективно управлять дозами удобрений. Система создана на основе модели урожайности основных сельскохозяйственных культур (зерновые, пропашные, технические, кормовые) по данным Географической сети опытов с удобрениями при совместном учёте агрохимических, ландшафтных, почвенных и климатических факторов формирования урожая,.

Система реализована для Тверской области с привлечением данных цифровой модели рельефа, компьютерного выделения отдельных форм рельефа, природно-сельскохозяйственного районирования, агрохимиче-

ской и почвенной картографической информации, а также электронного архива данных полевых агрохимических опытов с удобрениями Агрохимслужбы и Геосети с координатной привязкой используемых в расчетах опытов к существующим электронным картам. Все источники информации объединены в единый электронный ресурс, который был обработан на основе нескольких ГИС.

Разработанные модели оценивают нормативную урожайность зерновых культур, которая корректируется в соответствии с баллом бонитета почв в зависимости от гранулометрического состава и уровня почвенного плодородия для отдельных культур. Нормативная урожайность рассчитывается для трех уровней интенсивности технологий, что позволяет сравнивать экономическую целесообразность возделывания и урожайность заданного набора культур, а также потенциальную эффективность интенсификации сельскохозяйственного производства.

Система оценки использует параметры динамики почвенного плодородия для оценки качества земель, расширяя возможности учета показателей, изложенных в «Методических рекомендациях по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве» (2003) для технологий различной интенсивности и отдельных культур, обеспечивая максимальное практическое использование материалов почвенных обследований и внутрихозяйственной оценки земель.

Предлагаемая система позволяет учесть почвенное плодородие с учетом сильно варьирующих в пространстве и времени показателей, учесть высокую динамику структуры использования земель сельхозназначения, их плодородия и экологического состояния в современных условиях хозяйствования. Она повышает возможность комплексной оценки эффективности использования земель сельхозназначения, ускоряет разработку материалов по целевой поддержке сельхозпроизводителей, оптимизации размещения посевов, формированию севооборотов, оценке потенциала земель, вышедших из оборота, уточнению специализации хозяйств.

Решение задачи формализации агроэкологической оценки земель и расчеты, связанные с оценкой урожайности культур для адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий различного уровня интенсивности предлагается проводить автоматизировано в среде ArcGIS, с заданной степенью пространственного разрешения.

**ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ
ПРИ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ**

Сахарова С.В.¹, Гончарова Л.Ю.¹, Симонович Е.И.²

¹*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, goncharova_1958@mail.ru;*

²*НИИ Биологии ЮФУ, Ростов-на-Дону, elena_ro@inbox.ru*

Эхинацея пурпурная является ценным лекарственным растением, при выращивании которой применяют различные удобрения, чтобы увеличить выход продукции.

В современных условиях перспективным представляется применение экологически безопасных биологических активизаторов почвенного плодородия – веществ биологического происхождения, усиливающих процессы стимуляции активности природных компонентов почвенного ценоза.

В апреле 2009 г. был заложен мелкоделяночный опыт на черноземе обыкновенном по изучению влияния различных видов удобрений (минерального, микробиологического и гуминового) на рост и развитие эхинацеи пурпурной. В июне 2009 г. были внесены удобрения по 4-х вариантной схеме в дозе 50 мл на 5 л воды (путем полива растений сверху из лейки), рекомендованной производителями удобрений:

Вариант 1 – контроль, Вариант 2 – «Белогор КМ – 104» (микробиологическое удобрение с макро- и микроэлементами), Вариант 3 – Лигногумат К марка БМ (соли гуминовых веществ на основе лигнина), Вариант 4 – жидкое минеральное удобрение «Покон» с микроэлементами. Через 1 год было изучено последствие исследуемых удобрений по той же схеме опыта. В смешанных почвенных образцах, отобранных через 1 месяц, через 3 месяца и через 1 год после внесения указанных удобрений, определялась активность каталазы по методу Галстяна А.Ш. и фитотоксичность почвы методом биотеста с использованием семян редиса.

Морфометрические показатели – высота растений, количество генеративных органов и куститость – показали положительное влияние всех изучаемых видов удобрений на эхинацею пурпурную (превышение составило в 1,3–1,72 раза). Однако наибольшие морфометрические показатели растений отмечены на вариантах с удобрениями «Белогор» и Лигногумат, а наименьшие – с минеральным («Покон»).

Исследованиями установлено, что все изучаемые удобрения, особенно на вариантах 2 и 3, способствуют формированию большей фитомассы

эхинацеи пурпурной по сравнению с контролем (на 2,3–3,3 ц/га) не только в год их внесения, но и на следующий год.

Нами была определена семенная продуктивность эхинацеи пурпурной в опыте на следующий год после внесения удобрений. На всех вариантах опыта увеличилась семенная продуктивность в 1,09–1,9 раза по сравнению с контролем. Наиболее эффективным из изучаемых удобрений оказался «Белогор» (168 кг/га).

Активность каталазы чернозема обыкновенного под эхинацеей пурпурной при внесении удобрений возрастает по сравнению с контролем в 2,1–3,7 раза, особенно на вариантах с «Белогором» и Лигногуматом. Через год после внесения удобрений эта закономерность сохраняется.

Нами было изучено влияние удобрений на фитотоксичность чернозема обыкновенного при выращивании эхинацеи пурпурной. При внесении удобрений фитотоксичность почвы увеличилась по сравнению с контролем в 1,1–2,9 раза. Это согласуется с данными по активности каталазы, разлагающую перекись водорода. Накапливаясь в почве, перекись может повышать токсичность почвы.

Таким образом, внесение удобрений, особенно микробиологических («Белогор КМ-104») повышает продуктивность эхинацеи пурпурной и улучшает условия ее произрастания на черноземах обыкновенных в Ростовской области, как при их внесении, так и в последствии.

УДК 631.482.1:581.526.45(471.3)

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК РОССИИ

Семёнов Н.А.¹, Балабко П. Н.², Польшов И.В.², Гурова Т.А.²

¹*ГНУ ВИК им. В. Р. Вильямса, Лобня, semenov4040@mail.ru;*

²*МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, sadmin@soil.msu.ru*

Результаты исследований показали тесную зависимость между свойствами почв рек Окского бассейна, их плодородием и ботаническим составом лугов, содержанием в них биогенных элементов. Исследования в динамике (разрыв по времени составил > 30 лет) показали значительные изменения свойств в ряду однотипных почв и произрастающих на них лугов. Работы проводились в нижней части реки Угра, при этом сопоставлялись данные исследований 1970–1973 гг. (Институт агрохимии и почвоведения АН СССР) – (этап 1) с нашими исследованиями в 2003–2010 годы – (этап 2).

Результаты исследований. В приусловой части поймы развивающиеся глубоководные легкосуглинистые почвы содержали на 1 этапе в пахотном слое 3 % гумуса, а через 30 лет они «потеряли» 17–27 % гумуса. Произошло «подкисление» почвы ($\text{pH}_{\text{вод}}$ с 8,0 до 7,3); снизилось содержание растворимого фосфора – от высокой степени обеспеченности до «необеспеченной», особенно в почвах, где в растительных сообществах принимают участие бобовые компоненты. Содержание обменного калия в почве снизилось в 2,7–3,1 раза.

Почвы центральной части поймы за эти годы потеряли 21 % гумуса; произошло снижение: $\text{pH}_{\text{вод}}$ с 8,1 до 6,5; фосфора в 2,8 раза; калия на 11 %. В притеррасе на этапе 1 содержание гумуса варьировало от 4,8 до 5,7 %, на этапе 2 – от 3,3 до 3,8; $\text{pH}_{\text{вод}}$ – без изменений. При средней степени обеспеченности почв фосфором (этап 1) во 2 этапе почвы полностью израсходовали растворимый фосфор. Обменного калия в почве уменьшилось на 26 %. Через 30 лет в почве увеличилось содержание полуторных окислов (Fe_2O_3) с 0,11 % (приусловье) до 0,15 – в центральной и до 0,38 % – в притеррасной части поймы.

Ухудшение плодородия почв (этап 2) повлекло снижение урожайности лугов. Так господствующие в приусловье овсяницевые луга дали в среднем за 3 года (1 этап) 50,2 ц/га СВ, а во 2 – на 40,6 % <. В центральной пойме преобладающие на 1 этапе пырейные луга давали по 43 ц/га СВ, а на 2 этапе – на 8,6 % <, хотя в это сообщество внедрилась крупностебельная щучка дернистая. В притеррасье господствовавшие осоковые луга давали по 43 ц/га СВ. Через 30 лет внедрившаяся щучка дернистая повысила урожайность этого типа на 6,3 %, но качество корма ухудшилось. Все травостой (этап 1) превосходили такие же типы растительности (этап 2) по содержанию сырого жира, сырой золы и в целом по питательности. Фосфора на 1 этапе накапливалось больше, чем на 2, кроме типов лугов, в которые внедрились бобовые растения, интенсивно потребляющие соли P, K, Ca почвы, поэтому их содержание в травостоях стало выше через 30 лет. Следовательно, чем выше концентрация биогенных элементов в надземной массе, тем больше будет величина их потребления из почвы, содержание которых в ней будет снижаться.

Причины деградации. Усилилось бессистемное использование сенокосов и выгонов. Ухудшилось культуртехническое состояние лугов (появились кочки, сорные, непоедаемые, ядовитые растения), гидрологический режим; отсутствуют мелиорирующие мероприятия. Из-за иссушения лугово-болотные почвы притеррасья преобразовались в дерново-глеевые. Отсутствие ухода по укреплению береговой части привело к ее обрушению, обмелению водной акватории, замедлению водообмена и усилению застойных явлений (снижению стока, кислорода в воде, появлению водорослей).

ЭКОЛОГО- АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Суханов П.А., Комаров А.А.

ГНУ АФИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, pavel_suhanov@mail.ru

В Ленинградской области, в значительной степени благодаря инициативе А.С.Кашенко, в одной из первых в России(1965г.) стало проводиться массовое агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий. Агрохимическая оценка состояния почв сельскохозяйственных угодий, осуществлявшаяся после каждого очередного цикла агрохимического обследования, отражала высокую эффективность проводимых мероприятий по повышению плодородия почв. К началу 90-х годов 80 % почв пашни имели близкую к нейтральной и нейтральную реакцию в пахотном горизонте. То есть, за 20 лет в пахотных почвах был устранен один из основных негативных факторов почв (кислотность). Если к началу 60-х годов почти 80 % почв сельскохозяйственных угодий (исключая только дерново-карбонатные почвы) нуждались в той или иной мере в известковании, то к началу 90-х годов почв, требующих известкования, оставалось немногим более 10 %. К этому времени содержание фосфора и калия в пахотном горизонте почв было доведено до повышенного и высокого уровня, содержание органического вещества (гумуса) стабилизировалось в среднем на уровне 4,0–4,5 %.

К 2000 году была выполнена оценка пахотных почв по содержанию остаточных количеств пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов, фтора и мышьяка. Оценка показала, что почвы, неблагоприятные в экологическом отношении по исследованным показателям, встречаются крайне редко, небольшими ареалами. Исключение составляет фтор. Превышение ПДК по этому показателю обнаружено в пахотном горизонте почв на площади около 1500гектаров.

Очевидно, что высокий уровень агрохимических показателей в почвах сельскохозяйственных угодий, достигнутый к началу 90-х годов не мог длительно сохраняться без осуществления поддерживающих мероприятий. Тенденция по повышению кислотности и увеличению площадей почв, требующих известкования, обнаружилась уже в конце 90-х годов по данным 8-го цикла агрохимического обследования. Снижение содержания обменного калия зафиксировано было еще ранее, (1994год). Среднее содержание этого элемента в пахотных почвах снизилось со 178мг в 1986 году до 138 мг в 2004году. Однако, увеличение количества вносимых калийных удобрений в последние 5 лет обусловило увеличение сред-

него содержания обменного калия в пахотном горизонте почв на 8мг на 1кг почвы по данным 10 тура агрохимического обследования (2010год).

На высоком уровне в почвах сельхозугодий стабильно сохраняется до настоящего времени содержание подвижного фосфора. Среднее содержание гумуса в почвах интенсивно используемой пашни к 2010 году также сохранилось на уровне 1990 года, то есть 4,5 %.

Оценивая динамику изменения плодородия почв пахотных земель области за период с 1965 по 2010год по основным агрохимическим показателям, можно констатировать следующее. За период интенсивного окультуривания почв 1965–1990годы основные агрохимические свойства, определяющие плодородие почв, были существенно улучшены и доведены до оптимальных агрономических параметров. В производственных условиях подтверждены мнения многих исследователей о высокой отзывчивости дерново– подзолистых почв на мероприятия по окультуриванию. Вместе с тем выявлена различная устойчивость изученных агрохимических показателей к сохранению во времени высоких, агрогенно созданных параметров. За период наблюдений наиболее изменчивым оказалось содержание обменного калия в пахотном горизонте. Среднее значение показателя рН имеет устойчивую тенденцию к снижению уже на протяжении 10 лет, соответственно перераспределяются и площади земель в сторону относительного увеличения площадей с более кислой реакцией. Очевидно, что без возобновления известкования процесс подкисления почв в ближайшее время усилится. Состояние пахотных почв по содержанию гумуса и подвижного фосфора можно оценить, как стабильное.

УДК633.18:631.4

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ФОСФОРА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПОД ПОСЕВАМИ РИСА

Тагиднева Д.П.¹, Бирюкова О.А.¹, Кулешова Л.А.², Казакова А.С.²

¹*Южный федеральный университет, diana.tagidneva@yandex.ru;*

²*Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия*

Изучена динамика фракционного состава фосфатов в темно-каштановых почвах при возделывании риса.

Опыты проведены на базе ОПХ «Пролетарское» Ростовской области. Сорт риса Вираз. Опыт проводили по двум предшественникам с применением удобрений – N120 P90K60. Предшественники – пласт многолетних трав (ПМТ) и рис по рису 2-ой год после мелиополья (РпР).

Почвенные образцы отбирали (0–20 см) в фазы кушения, трубоквания, выметывания растений. Минеральные формы фосфора в почве определяли по методу Чанга и Джексона.

Установлено, что фракция водорастворимых фосфатов по предшественнику ПМТ в фазу кушения с внесением удобрений возросла более чем в 2,5 раза. Повышение фосфатов I группы в удобренном варианте отмечено и по предшественнику РпР. В фазу трубоквания по обоим предшественникам существенных изменений по вариантам в содержании фосфатов I группы не установлено. В фазу выметывания растения максимально используют водорастворимую фракцию, что привело к ее снижению. Для питания риса большое значение имеют фосфаты II группы, их значительно больше, чем водорастворимого фосфора. В фазу кушения по обоим предшественникам отмечалось увеличение АI-P на удобренном варианте (на 70 и 62 мг/кг почвы, соответственно). В период трубоквания содержание АI-P по предшественнику ПМТ с внесением фосфора значительно ниже (160 мг/кг), чем в фазу кушения (224 мг/кг). Внесение удобрений не оказало такого влияния, как в фазу кушения.

В фосфорном питании риса большая роль принадлежит окисному железу, которое в ризосфере риса окисляется и выпадает из раствора в виде фосфатов закисного железа. Содержание фосфатов этой форме значительно больше, чем во фракции АI-P. В фазу кушения по предшественнику ПМТ внесение удобрений способствовало увеличению содержания Fe-P на 18 %.

В фазу трубоквания по пласту многолетних трав содержание Fe-P значительно снизилось по сравнению с фазой кушения, так как растения более интенсивно используют эту фракцию. Снижение может также быть связано с переходом части фосфатов III группы в менее усвояемые формы IV группы. В фазу выметывания содержание Fe-P по ПМТ увеличилось, что свидетельствует о закреплении этой фракции в почве. По предшественнику РпР снижение Fe-P связано с тем, что в этот период растения более интенсивно использовали свежесаженные Fe-P.

Основная масса фосфора в почве представлена Са-P. Их содержание в фазу кушения увеличилось при применении удобрений.

В фазу кушения и трубоквания наблюдается более высокое содержание Са-P по предшественнику РпР. В фазу трубоквания по этому предшественнику наблюдалось резкое снижение фосфатов IV группы. При внесении удобрений содержание фосфатов на 47 мг меньше, чем в варианте без удобрений. В фазу выметывания по предшественникам ПМТ и РпР с внесением удобрений произошло снижение Са-P (с 670 до 617 мг/кг и с 686 до

617 мг/кг почвы, соответственно), так как применение удобрений сопровождается снижением количества прочно связанных Са-Р, способствуя повышению его лабильности и возможности использования растениями.

Таким образом, применение удобрений на посевах риса оказывает влияние на содержание и состав минерального фосфора, способствуя увеличению их общих запасов, а также снижая долю прочно закрепленных фосфатов по сравнению с неудобренной почвой. В почвах по предшественнику ПМТ выше содержание доступных форм минерального фосфора. Однако по предшественнику РпР содержание Са-Р постепенно снижается в процессе вегетации риса.

УДК 631.81: 631.412

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛЫХ ПОЧВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ В ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

Трубников Ю.Н.

*Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
Красноярск, yunt@bk.ru*

На территории подтаежной зоны Приенисейской Сибири преобладают дерново-подзолистые (38 %) и серые лесные (40 %) почвы, которые имеют характерные особенности – тяжелый гранулометрический состав, пониженную степень оподзоленности, оглеение нижней части почвенного профиля, повышенную гумусированность и укороченный почвенный профиль, карманность и языковатость гумусового горизонта, повышенную степень насыщенности основаниями.

В многолетних стационарных исследованиях установлено, что под влиянием удобрений продуктивность восьмипольного (пар – озимая рожь – ячмень+клевер – клевер 1 года пользования – клевер 2 г. п. – лён-долгунец – пшеница – овёс) севооборота возрастает на дерново-подзолистых почвах на 84 %, на серых лесных – 46 %. Урожайность зерновых культур увеличивается на 5–6 ц, клевера – 3–4 ц, льна-долгунца – 4–5 ц зерновых единиц с 1 га. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила на дерново-подзолистых почвах – 7–15 кг, на серых лесных – 6–18 кг з. ед.

Установлено, что в исследуемом севообороте ежегодное применение фосфорных и калийных удобрений (30, 60, 90, 120, 150, 180 кг/га д.в. на фоне азота – 30, 60, 90 кг/га) на дерново-подзолистых и серых лесных

почвах не влияет на содержания в них гумуса и почвенную кислотность. Существенное увеличение содержания P_2O_5 в дерново-подзолистой почве происходит при внесении фосфорных удобрений в дозах 120–180 кг/га (2,0–2,5 мг/100 г по Кирсанову). На серой лесной почве достоверное увеличение подвижного фосфора происходит при внесении P_{90} . Накопление K_2O в дерново-подзолистой почве наблюдается при внесении $K_{120-180}$ (2,4–2,6 мг/100 г по Кирсанову), на серой лесной – применение K_{90} увеличивает содержание K_2O в почве на 2,4 мг. Таким образом, для увеличения запасов доступных форм фосфора и калия на дерново-подзолистых почвах требуются более высокие дозы удобрений по сравнению с серыми лесными.

В результате сравнения дерново-подзолистых почв пашни и целины установлено, что длительное использование почвы приводит к снижению содержания гумуса и количества обменных оснований в верхнем обрабатываемом слое, что обуславливает незначительное подкисление пахотного горизонта. Содержание доступного фосфора отличается стабильностью, тогда как количество обменного калия в верхнем корнеобитаемом слое почвы значительно снижается. На серых лесных почвах количественных изменений гумуса и почвенной кислотности не отмечается. Как и на дерново-подзолистых почвах, здесь прослеживается снижение количества обменных оснований в полуметровом слое.

В дерново-подзолистых и серых лесных почвах как распаханых, так и занятых сенокосами и пастбищами, установлена положительная корреляционная зависимость между содержанием гумуса и суммой обменных оснований ($r = 0,6-0,7$), гумуса и рН сол. ($r = 0,5-0,6$). Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах со вторым гумусовым горизонтом зависит от обеспеченности почв азотом ($r = 0,89-0,84$ для слоя А пах – А2н на пашне и 0,94–0,64 для слоя А1 – В на сенокосах и пастбищах).

Сравнительный анализ почв пашни и целины показал, что наиболее существенные изменения агрохимических свойств происходят в дерново-подзолистых почвах по сравнению с серыми лесными. Использование этих почв в сельскохозяйственном производстве требует обязательного применения органических и минеральных удобрений.

**О ВНУТРИПРОФИЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АКТИВНОГО
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ****Ходжаева А. К., Семенов В. М.***Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушино, akho2@rambler.ru*

Запасы органического углерода в метровом слое почв мира оцениваются в пределах от 700 до 3000 Гт С. Причем в большинстве почв запасы органического вещества (ОВ) почти полностью сосредоточены в метровой толще и этот слой наиболее активен в биохимическом цикле углерода. Вовлечение почвы в сельскохозяйственное производство сопровождается существенным снижением содержания в пахотном горизонте, как валового ОВ, так и его легкоразлагаемых компонентов, образующих биологически трансформируемый активный пул. Представляется важным установить особенности распределения активного ОВ в метровом слое разных типов почв естественных угодий и агроценозов. Исследования проводили с образцами чернозема типичного (Воронежская обл.), темно-серой лесной (Воронежская обл.) и серой лесной почвы (Московская обл.), отобранными на участках луговой степи, леса и пашни с глубины 0–20, 20–40, 40–60 и 60–100 см. Содержание и структуру активного пула ОВ оценивали методом биокинетического фракционирования. Полученные в результате длительной инкубации образцов кривые кумулятивного продуцирования С–СО₂ почвами были аппроксимированы одно-, двух- или трехкомпонентными уравнениями экспоненциальной регрессии, что позволило установить содержание потенциально-минерализуемого ОВ и соотношение углерода в легко- ($k > 0.1 \text{ сут}^{-1}$), умеренно- ($k > 0.01 \text{ сут}^{-1}$) и трудно-минерализуемых ($k > 0.001 \text{ сут}^{-1}$) фракциях. Минерализационная способность ОВ уменьшалась в следующем ряду почв: темно-серая лесная (лес) > серая лесная (лес) > серая лесная (пашня) > темно-серая лесная (пашня) > чернозем типичный (луговая степь) > чернозем типичный (пашня). Обеспеченность 0–20 см слоя пахотных почв потенциально-минерализуемым углеродом оказалась в 1.7–2.8 раза ниже, чем почв естественных ценозов. Для сравнения, содержание общего органического углерода ($C_{\text{орг}}$) в пахотных почвах было ниже по сравнению с почвами естественных ценозов только в 1.5–1.8 раза. С глубиной содержание потенциально-минерализуемого ОВ существенно снижалась во всех исследуемых почвах естественных угодий и агроценозов. То же было свойственно и для $C_{\text{орг}}$. Если в слое 0–20 см на долю потенциально-минерализуемого ОВ приходилось 1.9–6.7 % от $C_{\text{орг}}$, то в более глубоких – 0.5–6.0 %. В черноземе ти-

пичном, темно-серой лесной и серой лесной почве естественных ценозов слоя 0–20 см были определены все три фракции активного ОВ, тогда как в пахотных аналогах обнаруживались только легко- и трудно-минерализуемые компоненты. В нижележащих слоях необрабатываемых и пахотных почв, которые не подвергаются в отличие от верхнего горизонта внешним воздействиям, структура активного пула ОВ не претерпела нарушений, сохраняя сбалансированное соотношение между фракциями. Константы скорости минерализации легко-минерализуемого ОВ в почвах естественных ценозов варьировали от 0.439 до 0.888 сут⁻¹, умеренно-минерализуемого от 0.036 до 0.078 сут⁻¹, а трудно-минерализуемого от 0.002 до 0.006 сут⁻¹. Таким образом, сельскохозяйственное использование почвы приводит к уменьшению в 0–20 см слое содержания легко и трудно минерализуемых фракций активного ОВ и к полному исчезновению умеренно минерализуемой фракции. Обеспеченность пахотных почв потенциально-минерализуемым ОВ оказалась существенно ниже, чем их естественных аналогов. В верхнем 0–20 сантиметровом слое типичного чернозема, темно-серой лесной и серой лесной почв содержится многократно больше потенциально-минерализуемого ОВ, чем в нижележащих слоях метровой толщи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 11-04-364-а

УДК 581.52(551.4)

ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Шарый П.А.¹, Пинский Д.Л.¹, Рухович О.В.², Шарая Л.С.³

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пуццо, p_shary@mail.ru;*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
им.Д.Н.Прянишникова РАСХН, Москва, o_ruhovich@mail.ru;*

³*Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, l_sharaya@mail.ru*

Если некоторая характеристика почв или растительности тесно связана с факторами (условиями) окружающей среды, то ее распределение в пространстве можно рассчитывать прямо по этим факторам. Это – основа методов предсказательного моделирования, получившего в последнее десятилетие большое распространение в экологии и почвоведении. Специфика настоящего исследования – использование расширенного набора количественных характеристик рельефа.

Изучалась связь урожайности семи сельскохозяйственных культур (овес, ячмень, картофель, однолетние и многолетние травы, озимые пшеница и рожь) с факторами среды (рельефом, климатом и почвами), на территориях протяженностью сотни километров (запад Окского бассейна и Тверская область). Характеристики урожайности доступны в геосети «Агрогеос», где собрана информация об урожайности до (контроль) и после (опыт) внесения удобрений (различные нормы N P K), о датах проведения опытов, их географическом положении и др. Характеристики рельефа рассчитывались по матрице высот земной поверхности SRTM30 для разрешения 600 метров. Данные о климате за каждый месяц (средние за 1950–2000 гг.) доступны с тем же разрешением.

Возникла, однако, проблема трудности количественного учета истории сельскохозяйственных полей. Для ее решения была введена максимальная прибавка к урожаю, определенная как разность между максимальным урожаем по опыту (получаемом при оптимальном внесении удобрений) и контролем (без удобрений). Эта прибавка составляла 50–60 % от контроля. Для уменьшения эффектов погоды, на каждом участке наблюдения максимальный опыт и контроль усреднялись по годам. Поскольку опыт и контроль более или менее одинаково зависят от истории поля, то можно было ожидать, что их разность, максимальная прибавка, будет слабо зависеть от этой истории, а потому окажется тесно связана с факторами среды.

Это предположение оказалось справедливым, так что в зависимости от культуры, от 59 % до 83 % пространственной изменчивости максимальной прибавки объяснялось рельефом, климатом и почвами.

Поскольку биологически важные характеристики микроклимата недоступны от метеостанций, то первостепенное значение среди характеристик рельефа играла освещенность склонов. Она описывает перпендикулярность падения солнечных лучей на землю и зависит как от крутизны, так и от экспозиции склонов одновременно, отражая эффекты микроклимата, относительно большой прогрев юго-западных склонов.

Следующие факторы среды оказались ведущими для озимой пшеницы, 74 % пространственной изменчивости которой объяснялось рельефом, климатом и почвами (в скобках указана описывающая относительную значимость фактора t-статистика):

Освещенность склонов с юго-запада (7,16)

Осадки февраля (5,73)

Тип почвы * Осадки февраля (5,64)

Годовые осадки (–4,10)

Показатель «тип почвы» различал дерново-подзолистые почвы, где он равен 1, от других типов почв, где он равен 0. Отсюда, микроклимат (определяемый мезорельефом) оказывался важнее, чем климат и почвы, что выявлено для большинства культур.

Новая возможность расчета на большие территории предсказательных карт с подробностью уровня сельскохозяйственного поля полезна не только тем, что позволяет более оптимально организовать посеы культур или рассчитать экономические эффекты внесения удобрений, но и тем, что дает возможность рассчитать изменение урожайности культур в будущем, в связи с глобальным изменением климата. В этой связи среднее по области не всегда показательно, так как в одной ее части урожаи могут возрастать, а в другой – уменьшаться, например, как показано для запада Окского бассейна.

УДК 631.4.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ И ЕЁ ОЦЕНКА

Шафран С.А., Маркова О.Г.

ГНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Москва, shafran 38@mail.ru

Статистическая обработка многочисленных экспериментальных данных Географической сети опытов с удобрениями ВНИИА и Агрохимической службы показала, что урожайность зерновых культур и её прибавка от минеральных удобрений находятся в тесной связи с агрохимическими свойствами почв. Эта связь носит нелинейный характер и характеризуется криволинейной зависимостью. На дерново-подзолистых почвах корреляционные отношения составляли между прибавкой урожая озимой пшеницы от азотных удобрений и содержанием гумуса – 0,35; реакцией почвенной среды – 0,91; содержанием подвижных фосфора – 0,94 и калия – 0,91. По мере повышения окультуренности почв возрастала урожайность сельскохозяйственных культур. Увеличение содержания питательных веществ в почве и снижение кислотности до оптимальных значений в Среднерусской южнотаежно-лесной провинции способствовала двукратному приросту урожайности озимой и яровой пшеницы, а также ярового ячменя. При этом в 2 раза возрастала эффективность азотных удобрений и снижалась роль погодных условий в продукционном процессе.

В годы интенсивной химизации, благодаря положительно складывающемуся балансу питательных веществ, содержание подвижных форм фосфора и калия за 20 лет резко возросло. Доля пашни с низким

содержанием питательных веществ в регионах, где преобладают дерново-подзолистые почвы, за это время снизилась в 2 и более раз. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора во всех областях превысило 100 мг/кг, что соответствует повышенной группе обеспеченности почв этим элементом, а в Брянской и Московской – высокой. Заметно возросло также и содержание подвижного калия в почвах, которые из среднеобеспеченных трансформировались в повышенно обеспеченные. Все это позволило существенно повысить потенциал дерново-подзолистых почв, на которых появилась возможность увеличить урожайность зерновых культур без применения удобрений с 11–14 до 22–26 ц/га.

В настоящее время, когда использование удобрений сократилось в несколько раз и баланс фосфора и калия в земледелии стал резко отрицательным, создались предпосылки для развития обратного процесса. В пяти областях бывшего Центрального экономического района отмечено увеличение доли почв с очень низким и низким содержанием подвижного фосфора и во всех с низкой обеспеченностью K_2O . За последние 20 лет удельный вес пахотных почв с очень низким и низким содержанием подвижного калия увеличился в Брянской и Смоленской областях на 67 %, во Владимирской и Ивановской на 90 %, в Костромской на 161 %. Средневзвешенное содержание K_2O в девяти регионах перешло из повышенно обеспеченной категории в среднюю. Это означает, что в этих регионах следует ожидать заметного недобора урожая. Дерново-подзолистые почвы, которые характеризуются повышенной обеспеченностью P_2O_5 и средней K_2O , способны произвести без применения удобрений около 22 ц/га озимой пшеницы, 16 ц/га озимой ржи и 24 ц/га ярового ячменя, что соответственно меньше на 4 и 2,5 ц/га по сравнению с почвами, в которых содержание K_2O выше на одну категорию. Второй составляющей недобора урожая является снижение эффективности азотных удобрений на почвах менее обеспеченных подвижным калием. В этих случаях недобирается в среднем 0,5–1,0 ц/га, а на почвах с низким содержанием K_2O – 1,0–1,2 ц/га, что в совокупности составляет 3,0–5,0 ц/га. В связи с тем, что в ближайшем будущем не ожидается позитивных перемен в применении удобрений, баланс питательных веществ в земледелии будет складываться отрицательно, деградация почв по агрохимическим показателям будет продолжаться, а сельскохозяйственные предприятия нести финансовые убытки.

УДК631.417.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ.

Шевцова Л.К., Хайдуков К.П.

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н.Прянишникова, Москва*

Длительные полевые опыты являются основной экспериментальной базой при исследовании медленно меняющихся процессов и режимов почв, таких, как содержание, запасы и качественные параметры органического вещества почв при использовании различных сельскохозяйственных приемов.

Исследование показателей плодородия почв, как правило, ограничивается определением содержания и запасов общего углерода почв, в то время, как химически и биологически активные компоненты гумуса исследованы крайне недостаточно, несмотря на то, что они играют важную роль в формировании агрономически важных свойств почв, обеспечении возделываемых культур элементами питания, быстрее реагируют на изменение условий гумусообразования при с-х использовании почв. Динамика и направленность их изменений позволяет диагностировать состояние плодородия почв значительно раньше, чем изменение показателей устойчивого органического вещества.

Нами проведены исследования содержания активных компонентов состава гумуса почв в двух длительных опытах: ВНИИ льна и ЦОС ВНИИА, расположенных на дерново-подзолистых легкосуглинистых и тяжелосуглинистых почвах, соответственно.

Содержание активных компонентов было исследовано тремя, наиболее распространенными и унифицированными для длительных опытов методами: определение подвижных гумусовых веществ, извлекаемых 0.1н NaOH (1 фракция по Тюрину); лабильные гумусовые вещества, извлекаемые нейтральным раствором пиродифосфата натрия (метод Дьяконовой) и экстракции горячей водой (ЭГВ), метод Шульц.

Анализ полученного материала показал, что наиболее четко реагируют на изменение показателей плодородия почв, таких как рН, величина урожая возделываемых культур, продуктивность севооборота и др. содержание углерода, извлекаемое 0.1н NaOH и горячей водной вытяжкой (ЭГВ). Для первого показателя, с повышением уровня плодородия возрастает содержание гуминовых кислот в составе первой фракции и увели-

чивается соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам. Во втором – отмечается четкая зависимость увеличения урожая возделываемых культур с повышением содержания С в ЭГВ. В обоих опытах самые низкие показатели были на абсолютном контроле, а самые высокие на вариантах с применением сочетания органических и минеральных удобрений.

Определение лабильного углерода не показало достоверных различий по вариантам на исследуемых почвах, но, вполне возможно, что на других типах почв этот метод может быть информативным.

Таким образом, изучение активных компонентов в составе гумуса почв дает возможность глубже понять направленность процессов гумусообразования в различных агротехнологических условиях, определить пути их оптимизации и воздействия на продуктивность сельскохозяйственных культур.

УДК 631.874(571.51)

ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Шпедт А.А., Берзин А.М.

*Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск,
shpedtaleksandr@rambler.ru*

Современной сельскохозяйственной наукой накоплен огромный экспериментальный материал, свидетельствующий о позитивной роли зеленых удобрений в регулировании почвенных процессов и свойств. Действие зеленых удобрений, как предшественников зависит от многих факторов, при этом можно рассчитывать как на увеличение, так и на снижение урожайности последующей культуры. Важно определить условия и факторы, при которых использование сидеральных паров обеспечит наибольшую эффективность и продуктивность сельскохозяйственных растений.

Применительно к земледельческой территории Красноярского края существует несколько причин недостаточной, ненадежной эффективности сидеральных паров, используемых в качестве предшественника под яровую пшеницу.

Внесение в почву зеленых удобрений усиливает интенсивность разложения растительного вещества в 1,2–3,0 раза. За период парования в неудобренных парах разлагается 43–54 % от запасенного ранее растительного вещества, в удобренных парах (зеленое удобрение запахивалось в почву 15, 30 июня и 15 июля) – 57–87 %. Это приводит к

тому, что весной, после периода парования, запасы растительного вещества в чистых и сидеральных парах становятся примерно одинаковыми, в пределах 6–9 т/га. На момент посева первой пшеницы, чистые и сидеральные пары по запасам растительного материала различаются не существенно, их роль, как предшественников для последующей культуры уравнивается.

Следующая причина заключается в малой влагообеспеченности лесостепной зоны. Так, в лесостепных районах Красноярского края, когда ГТК меньше 1,0, отмечается в 20–30 % лет. В условиях недостаточного количества осадков возделывание, например донника на зеленое удобрение приводит к иссушению почвы, в результате чего эффективность паров резко снижается.

Еще одна причина обусловлена накоплением и консервацией растительного материала в почве, чему способствуют короткий период биологической активности почв, средний и тяжелый гранулометрический состав почв, широкое участие зерновых культур в структуре пахотных угодий и их химический состав. Использование зеленых удобрений эффективно на фоне небольших (5–7 т/га воздушно-сухого вещества в слое 0–40 см) первоначальных запасах растительного материала в почве.

Названные причины резко снижают эффективность зеленых удобрений в зернопаровых севооборотах, делают ее неустойчивой по годам. 17-летнее обобщение имеющихся данных показало, что сидеральные пары увеличивают урожайность яровой пшеницы всего на 0,15 т/га, или на 7,2 %. За девять лет, с ГТК за вегетационный период >1,0, она, по сравнению с чистым паром, увеличивалась в среднем на 0,25 т/га, или на 20,6 %. В среднем за восемь лет, с ГТК за вегетационный период <1,0, урожайность пшеницы по сидеральному пару снизилась на 0,14 т/га, или на 6,4 %, по отношению к чистому пару.

Определенные перспективы открываются для сидерации в связи с увеличением доли чистых паров в структуре пашни и переходом, на значительных площадях, к двупольному севообороту пар – пшеница. Данный севооборот приводит к резкому снижению в почве запасов растительного материала и в целом органического вещества. Использование сидеральных паров под культуры с более растянутым периодом потребления элементов питания, например под картофель, может принести видимый эффект. Эффективность сидеральных паров можно существенно повысить за счет агротехнических приемов, таких как, посев кулис и предзимнее щелевание почвы, что также говорит в пользу сидерации.

**ПОЧВЕННО- АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТИВНО-
ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛЯ****Юлушев И. Г.***ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, Киров, info @ vgsha.info*

Масштабные обследования почвенного покрова с.-х. угодий в нашей стране, в основном, выполнены на основании «Классификации и диагностики почв СССР. 1977», которая выделяет около 80 типов и бесчисленное количество других таксонов почв. Для разработки однотипных технологических земледельческих решений, близкие по генетическим, агроэкологическим условиям и агрономическим свойствам почвы объединяются в агропроизводственные группы. Анализ такой группировки почв в условиях конкретного хозяйства показывает её непригодность для решения практических задач земледелия. Таким образом, применительно к нуждам земледелия можно утверждать, что почвоведение у нас безответственное, а агрохимия – беспочвенная, поскольку она оперирует только с 5–ю показателями (гранулометрический состав, рН, содержание гумуса, фосфора и калия) и только пахотного слоя. Богатейшие материалы почвенно-агрохимических обследований с.-х. угодий не находят практического применения.

Любой земледельческой провинции присущи специфические, лимитирующие урожай факторы, приоритетность которых имеет свой порядок, степень их проявления – свою величину. Применительно к Вятско-Камской земледельческой провинции ведущими свойствами почв, лимитирующие эффективность работы на пашне, являются повышенная кислотность, сопровождаемая высоким содержанием обменного алюминия, недостатком кальция и магния. Установлена тесная зависимость степени кислотности, содержания подвижного алюминия, оснований и элементов питания от природы и свойств почвообразующей (подстилающей) породы.

Результаты обработки аналитических данных массива почвенных исследований показали наличие статистически доказуемых различий кислотных характеристик генетических профилей почвенных разрезов, позволяющие выделить 3 агрогруппы пахотных почв.

1-ая агрогруппа. Величина $pH_{\text{соль}}$ в подгумусных горизонтах почвенного профиля смещается в сторону более кислого интервала. Содержание подвижного алюминия в $A_{\text{пах}}$ выше 4,0 мг/100 г почвы, а в подпахотных горизонтах резко возрастает.

2-ая агрогруппа. Показатель $pH_{\text{сол}}$ сохраняется по всему профилю на уровне пахотного слоя или смещается в сторону кислого интервала, содержание подвижного алюминия в $A_{\text{пах}}$ ниже 4,0 мг/100 г почвы, в подпахотных горизонтах может быть выше.

3-я агрогруппа. Почвы, где показатель $pH_{\text{сол}}$ нижних генетических горизонтов смещается в сторону щелочного интервала, подвижного алюминия нет. Подпахотные горизонты насыщены основаниями (кальцием и магнием), фосфором.

Примерный перечень почвенных таксонов по классификации 1977 года, которые могут быть отнесены к той или другой агрогруппе разработаны. Закономерности территориального распределения площадей выделенных агрогрупп не установлены.

Результаты экспериментов на 3-х агрогруппах почв показывают различное действие удобрений и извести на урожай и качество растениеводческой продукции. Так, на почве 1-ой агрогруппы NP удобрения без извести и калия не проявляют своего положительного действия, а на почвах 3-ей агрогруппы эффект фосфорных удобрений проблематичен, известкование не оказывает положительного действия даже на продуктивность бобовых культур (если даже по кислотным характеристикам $A_{\text{пах}}$. эти почвы по принятым в стране методикам, подлежат известкованию). Учитывая сильное отрицательное влияние алюминия на продуктивность всех сельскохозяйственных культур, очевидна необходимость и агроэкономическая целесообразность выделения на почвенно-агрохимических материалах площадей пахотных угодий с высоким содержанием обменного алюминия в пахотном слое и подгумусных горизонтах.

Симпозиум 8

ПОЧВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Руководители: академики РАСХН А.Л.Иванов, А.Н.Каштанов

УДК 631.45:633.16(470.323)

**ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПЕСТРОТЫ ПЛОДОРОДИЯ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СКЛОНОВЫХ
АГРОЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Белик А.В.¹, Васнев И.И.²

¹*Воронежский государственный университет, Воронеж, anton_belik@rambler.ru;*

²*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.Т. Тимирязева*

Почвенный покров Курской области расположенной в пределах Среднерусской возвышенности, как неоднократно отмечалось при проведении картографических исследований в крупном и детальном масштабе характеризуется повышенной сложностью и контрастностью, в том числе и в пределах небольших участков и полей. В этих условиях применение зональных систем земледелия, подразумевающих недифференцированное внесение органических и минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов не только не снижает экологических и экономических рисков, но может существенно ухудшить агроэкологическое состояние земель. Одним из возможных решений отмеченных проблем является внедрению в сельскохозяйственную практику технологий точного земледелия, адаптированных к условиям конкретного агроландшафта или поля.

Исследования проводились на территории ОНО ОПХ ВНИИЗиЗПЭ «Панино» Медвенского района Курской области. В качестве объектов исследования были выбраны 2 производственных поля, в пределах одного из них был заложен ключевой участок.

Детальные исследования структуры почвенного покрова на анализируемых объектах показали высокий уровень изменчивости и контрастности почвенного покрова склоновых участков. Общий анализ СПП участков позволяет оценить их как агрогенно-эрозионные сочетания пятнистостей черноземов типичных и выщелоченных разной степени мощности с комплексами этих почв и их слабосмытых аналогов, а также пятнистостями-комплексами черноземов типичных и выщелоченных с черноземами типичными карбонатными.

Изменения в структуре почвенного покрова определяют внутривидовое варьирование основных диагностических параметров плодородия на всех анализируемых объектах. Размах варьирования между экстремальных значений содержания гумуса в пахотном слое может достигать в зависимости от объекта 1,3–1,9 %, амплитуда рН может составлять 2 единицы, значения суммы поглощенных оснований различаются между собой в 1,4–1,6 раза. Еще более высокие интервалы характерны для элементов питания, особенно фосфора и калия. Разница между максимальным и минимальным содержанием составляет 6–10 раз. Сопряженный анализ СПП почвенного покрова и варьирования агрохимических показателей на всех анализируемых участках выявил общие тенденции: наиболее высокий уровень плодородия характерен для полнопрофильных черноземов типичных и выщелоченных, по мере движения вниз по склону и развития эрозийных процессов показатели плодородия закономерно снижаются, достигая минимальных значений на черноземах типичных карбонатных.

Отмеченная контрастность плодородия черноземов в сочетании уровнем агротехники и погодными условиями конкретного года определяет рост варьирования урожайности ячменя, разница между максимальной и минимальной урожайностью при различном уровне детализации исследований достигала 3–5 кратного уровня.

На всех обследованных участках среди основных факторов, лимитирующих урожайность, доминируют: крутизна склона, степень выщелоченности черноземов, мощность гумусового профиля, содержание доступных форм элементов питания.

УДК 631.58

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Добротворская Н.И.

*Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации
сельского хозяйства, Новосибирск, dobrotvorskaya@mail.ru*

Барабинская низменность, расположенная в южной части Западной Сибири, представляет собой уникальную по своим размерам замкнутую аккумулятивную равнину, площадь которой составляет более 11 млн га. Основные формы мезорельефа низменности – междуречные плоские увалы, гривы, лощины и котловины. Почвообразующими породами здесь служат рыхлые озерно-речные и делювиальные отложения, часто

засоленные, неоднородные на разных участках территории: к гривам приурочены средние и тяжелые иловато-песчаные карбонатные суглинки, в межгривных понижениях делювиальные отложения – пылевато-иловатые глины и иловато-песчаные тяжелые суглинки, обогащенные сульфатами и хлоридами. Характерной особенностью почвенного покрова Барабы является его высокая сложность и комплексность, обусловленная одновременным действием процессов засоления-рассоления, переувлажнения-иссушения, аккумуляции органического вещества и его деструкции. В пределах одного сельскохозяйственного предприятия со средней площадью 15 тыс. га можно обнаружить до 85 разновидностей почв. Однако землеустроительные схемы сельскохозяйственных предприятий, разрабатывавшиеся в 60–80-е годы прошлого столетия и основанные на инженерно-экономических принципах, зачастую слабо учитывали сложность природной обстановки. Вследствие этого нарезались крупные прямоугольные поля, в почвенном покрове которых сочетались черноземы обыкновенные с комплексами контрастных почв, например лугово-черноземных осолоделых или солонцеватых с солодами до 25 %. Периферийные участки таких полей, приближенные, как правило, к ручьям или берегам озер, заняты луговыми солонцеватыми и даже солончаковыми почвами. В качестве примера можно привести поле площадью 450 га в землеустройстве бывшего хозяйства «Петроградское» Каргатского района Новосибирской области. Факторами, лимитирующими повышение урожайности сельскохозяйственных культур, являются периодическое переувлажнение некоторых участков поля, локальный выпот солей на поверхности почвы в летние месяцы, сверхвысокая плотность почв в слое 15–40 см. Коэффициент контрастности почвенного покрова таких полей очень высок и составляет от 10 до 16 единиц. Низкая эффективность производства на экологически неоднородных полях усугубляется ошибками современного землепользования: абсолютной приоритетностью зерновых культур в структуре посевных площадей и стремлением к энергосбережению путем минимизации обработки почв (чаще всего применяется мелкая плоскорезная обработка). Выход из создавшегося положения видится в принципиальном изменении характера землеустройства: размежевании крупных полей на более мелкие, но более однородные по составу почвенного покрова участки. Для этого в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства разработана региональная ландшафтно-экологическая классификация земель и системы адаптивно-ландшафтного земледелия применительно к разным экологическим группам и типам земель.

Учитывая рыночные условия, повышенные участки с преобладанием черноземных почв могут использоваться в короткоротационных севооборотах, ориентированных на производство продовольственного зерна. Однако в технологиях обработки почвы следует учесть тенденцию к цементации подплужного слоя, связанной с карбонатностью почв и существенным снижением структурности из-за мелких обработок. Это особенность, распространившаяся повсеместно в Барабинской низменности в последние годы, приводит к неоптимальному распределению в почвенном профиле влаги осадков, весьма немногочисленных в данной зоне, и низкой влагообеспеченности культур. Важнейшим приемом для улучшения качества пахотного слоя почвы представляется применение современных глубоких рыхлителей не менее чем раз в три года.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ГУМУСИРОВАННОСТИ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН ПОД ОЗИМЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Дядькина С.Е.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва,
S.E.Dyadkina@mail.ru*

На поле, засеянном озимыми пшеницей и рожью, экстремально засушливым летом на поверхности почвы образовалась корка толщиной 2–3 см. Корка была пересечена трещинами на полигоны площадью примерно 10*15 кв. см каждый. Исследования проводились на сельскохозяйственных угодьях Владимирского НИИСХ, г. Суздаля. Почвы относятся к агросерым остаточно-карбонатным и агросерым со вторым гумусовым горизонтом (ВГГ). Возникновение трещин, по наблюдениям Кузнецовой И.В. и Даниловой В.И. (1991), приурочено к местам с повышенным содержанием грубого гумуса. После уборки урожая и прохождения сельскохозяйственной техники большое количество стерни зерновых культур попадает в трещины и остается там до следующего года. Через год остатки слаборазложившейся стерни можно обнаружить до глубины 25–30 см. Целью исследования было определить содержание гумуса на стенках трещин и в других частях полигонов. Для этого было заложено пять пробных площадок. Четыре площадки попали на агросерые почвы с ВГГ и одна площадка на агросерые остаточно-карбонатные. Из каждой пробной площадки вынималось по три полигона. Со стенок каждого полигона отбиралось по 4

образца для анализа на содержание гумуса. Определение количества гумуса было проведено по методу Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову–Гриндель. Полученные данные были обработаны статистически в пакете STATISTICA 5.0.

Первый образец почвы отбирался со всего периметра боковой поверхности полигона толщиной 0,5 см. Этот образец образовывал боковые стенки трещины, и предполагалось, что он должен содержать самое высокое количество гумуса. На самом деле среднее содержание гумуса здесь составило 4,21 % (стандартное отклонение 0,22), что соответствовало среднему содержанию гумуса этих почв. Следующий образец почвы отбирался также с боковой поверхности, но располагался дальше на 0,5–1 см от стенки трещины. В нем среднее содержание гумуса было 4,16 % (стандартное отклонение 0,39). Совершенно очевидно, что эти различия не значимы.

Третий образец отбирался с верхней поверхности полигона. Содержание гумуса здесь составило в среднем 4,18 % (стандартное отклонение 0,36 %). Последний четвертый образец брался с нижней части полигона. По этой части происходило отделение корки от поверхности почвы. Количество гумуса внизу полигона составило 3,8 % (стандартное отклонение 0,81). Построение графика изменения содержания гумуса показывает тенденцию уменьшения его количества к центру полигона, и максимальное его количество находится на его верхней части. Однако статистическая обработка не дала значимых различий. То есть части полигонов, примыкавшие к трещине, и расположенные на некотором расстоянии от нее в среднем не отличались по содержанию органического вещества.

Отсутствие различий объясняется тем, что пахотный горизонт из-за постоянной обработки почвы оказывается относительно однородным. Трещины на поверхности почвы образуются обычно по местам разломов пласта почвы при вспашке. Описанное накопление гумуса по трещинам может наблюдаться в пахотной почве с глубины более 20–22 см, т. е. ниже уровня вспашки. Повышенное количество гумуса по трещинам объясняется здесь наличием гумусовых потеков по трещинам, происходящее в течение нескольких десятков лет. Наши трещины слишком молоды для появления потеков. Боковые стенки полигонов, образующие трещины, покрыты мелко комковатыми агрегатами размером не более 2–3 мм в диаметре. Таким образом, образование трещин на поверхности происходит по месту вспашки или разрезания пласта почвы плугом. Накопления гумуса по стенкам трещин в пахотном горизонте не происходит.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА АЛЬБИТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОФОНА

Злотников А.К.¹, Злотников К.М.², Дурьнина Е.П.³, Андрианов А.Д.⁴

¹ООО «Научно-производственная фирма «Альбит», Пушино, albit@albit.ru;

²Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина РАН,
Пушино, director@albit.ru;

³МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, urosh@rambler.ru;

⁴Башкирский государственный аграрный университет, Уфа,
a.d.andrianov@mail.ru

Вопрос о характере зависимости эффективности биопрепаратов от уровня потенциальной продуктивности растений остаётся дискуссионным. Препараты на основе ризобий, азотобактера, флавобактерий максимально проявляют своё действие на богатых окультуренных почвах с высоким агрофоном. С другой стороны, биопрепараты на основе азоспирилл и некоторых других ризосферных азотфиксаторов более эффективны в условиях, неблагоприятных для растений (адаптогенный тип действия).

В нашей работе изучали зависимость эффективности биопрепарата Альбит (на основе почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*), от уровня обеспеченности растений элементами питания.

Ростстимулирующую активность препарата изучали в условиях вегетационного опыта Кафедры агрохимии МГУ на яровом ячмене сорта Зерноградский-584. В опыте варьировали норму применения Альбита и дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений в составе NPK (использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и калий хлористый). Максимальный урожай зерна (27,5 г/сосуд) был получен при внесении удобрений в дозе N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ (дозировка в мг д.в./кг почвы). В данном варианте прибавка урожая зерна от применения препарата составила 22 % к контролю, соломы – 21 %. С повышением дозы удобрений отмечено снижение эффекта биопрепарата. Абсолютная прибавка урожая к контролю под действием Альбита оставалась примерно на прежнем уровне (К) или незначительно уменьшалась (N, P), в то время как относительная прибавка с ростом агрофона во всех случаях снижалась. При увеличении дозы азота с 50 до 150 мг/кг в вариантах с Альбитом прибавка урожая зерна снизилась с 39,7 до 14,0 %, фосфора – с 31,8 до 9,5 %, калия – с 35,6 до 22,2 %.

Полевые опыты по изучению защитных свойств Альбита проводили на базе учхоза «Миловское» Республики Башкортостан в 2001–2007 гг.

Удобрения вносили весной под глубокое безотвальное рыхление почвы, из расчёта под планируемый урожай картофеля в диапазоне до 30 т/га.

При увеличении нормы внесения хелатного удобрения Кемира-универсал усиливалось фунгицидное действие Альбита против болезней. Биологическая эффективность биопрепарата против фитофтороза на клубнях возросла с 78,9 до 99,8 %, парши – с 53,7 до 69,6 %, макроспориза – с 64,7 до 69,8 %. При использовании классических удобрений (нитродиамофос + сернокислый калий) данного явления отмечено не было – БЭ на всех агрофонах оставалась в пределах 60–65 %. С увеличением дозировки традиционных удобрений прибавка к урожаю контролю под влиянием биопрепарата также снизилась с 38 % до 19–20 %. С другой стороны, на фоне внесения Кемиры Альбит позволил получить в 2–3 раза более высокую прибавку урожая картофеля по отношению к контролю, чем без удобрений. Это можно объяснить тем, что благодаря особому характеру комплексной связи, хелатные удобрения высвобождают элементы питания значительно медленнее, чем при диссоциации ионов классических удобрений NPK, поэтому в каждый конкретный момент времени не создаётся оптимума элементов питания.

Более высокая относительная эффективность Альбита в условиях дефицита элементов питания, отмеченная в вегетационном и полевых опытах, может быть объяснена особым характером действия препарата на растения. По нашему мнению, в отличие от большинства регуляторов роста, использование которых наиболее эффективно на высокомо агрофоне, Альбит является скорее адаптогеном и его свойства проявляются в наибольшей степени в условиях трофического дефицита у растений.

УДК 631.452

ДЕГРАДАЦИЯ ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ ПЛОДОРОДИЯ

Иванов А.И., Иванова Ж.А.

*ГНУ Агрофизический НИИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург,
ivanovai2009@yandex.ru*

Окультуривание дерново-подзолистых почв было и остаётся решающим фактором роста производительности труда в земледелии и стабилизации производства товарной сельскохозяйственной продукции на Северо-Западе РФ. Созданный ранее фонд хорошо окультуренных почв позво-

лил земледельцам эффективно работать, несмотря на то, что в условиях системного кризиса уровень применения на пашне органических удобрений сократился за 25 лет с 10,6 до 1,2 т/га, минеральных – с 298 до 16 кг/га, извести – с 952 до 8 кг/га. И хотя фонд хорошо окультуренных почв по отношению к началу 90-х годов сократился почти в три раза, на нём и сегодня производится не менее 50 % товарной продукции земледелия, что подтверждается увеличением урожайности культур.

Пахотные дерново-подзолистые почвы на фоне пренебрежительного отношения к воспроизводству их плодородия подвержены развитию скрытых деградационных процессов, динамические характеристики которых определяются комплексом сопутствующих условий: естественно-генетическими свойствами, степенью окультуренности, уровнем интенсивности севооборотов и систем удобрения и др. Скорость деградационных процессов на хорошо окультуренных почвах в 2–3 раза выше, чем на слабоокультуренных. Среднегодовое снижение содержания легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия составило у слабоокультуренных 2,7, 2,6 и 4,7 мг/кг, а у хорошо окультуренных почв – 5,0, 5,3 и 14,4 мг/кг соответственно.

Прямым следствием продуктивных и непродуктивных потерь оснований в условиях промывного водного режима почвы является её подкисление сопровождающееся ежегодным снижением рН_{сол.} на 0,02–0,03 ед. Ускоренными темпами при этом увеличивается доля подвижного алюминия в составе обменной кислотности.

Минерализационные потери гумуса в севооборотах различной интенсификации, оцениваемые в 0,015 до 0,023 % в год, весьма слабо зависели от уровня применения минеральных удобрений.

Интенсификация системы земледелия, сопровождающаяся резким увеличением урожайности культур до 7–12 т/га з.ед. и потерь биогенных элементов, ведёт и к ускорению деградационных процессов, ежегодная отрицательная динамика которых по рН_{сол} может достигать 0,21ед, подвижным соединениям фосфора 5–9 и калия – 20–83 мг/кг. Практическая реализация различных элементов точных систем удобрения в течение 5 лет позволила нам на хорошо окультуренных почвах довести окупаемость основного удобрения в полевых севооборотах до 7,5–21, а подкормочного – до 17,3–34 кг з.ед./кг NPK, что лишь обострило проблему воспроизводства почвенного плодородия.

В ходе исследований было установлено, что фактором роста окупаемости удобрений помимо эффекта максимальной дифференциации на окультуренных почвах служит их зафосфаченное состояние, позволяющее ограничить поступление фосфора в севообороте только с органиче-

скими удобрениями. Компенсация минерализационных потерь гумуса в зернотравянопропашных севооборотах возможна при использовании люпиновых сидератов и запашке соломы, либо при внесении 8–12 т/га навоза, в зернопропашных и овощных севооборотах – только при внесении 15–27 т/га навоза. Сохранение оптимальных параметров кислотно-основных свойств в наших опытах было возможно только при выполнении приёма поддерживающего известкования или применении содержащих известь органо-минеральных удобрений. Труднее других решался вопрос поддержания параметров калийного состояния почвы, так как их сохранение даже на фоне повышенных и высоких доз калийных удобрений в интенсивных севооборотах не гарантировалось.

УДК 631.4

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ КАК КОМПОНЕНТА АГРОЭКОСИСТЕМ

Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, swanice@yandex.ru

При сельскохозяйственном освоении черноземов не происходит существенной перестройки их профиля и нарушения последовательности генетических горизонтов. Однако факт замены естественной растительности культурными ценозами является первым звеном длинной цепи взаимосвязанных изменений гумусового состояния, водно-физических свойств и современных режимов этих почв. Снижается в 2–3 раза объем поступающей в почву биомассы, меняется соотношение химических элементов, сокращается зона корнеобитания, практически совпадающая с агрогоризонтом, меняются количество, структура и качественный состав почвенной мезо- и микрофауны. При этом увеличивается микробное население, что приводит к ослаблению гумификации и активной минерализации растительных остатков, устанавливается новое, на более низком уровне гумусовое равновесие. Возобновление гумуса связано преимущественно с воспроизводством лабильных гумусовых веществ, не закрепленных кальцием. Изменение природы и характера преобразования растительных остатков препятствует воспроизводству зернистой структуры, обеспечивающей гумусовому горизонту черноземов высокую влагоемкость, хорошую водопроницаемость, практически полное поглощение почвой атмосферных осадков. Удерживая влагу во внутриагрегатных порах, зернистая структура гарантирует растениям защиту от атмосферных засух и способствует устойчивому функцио-

нированию природных экосистем. Дезинтеграция естественной структуры с сохранением ее только на микроагрегатном уровне определяет сходство агрогоризонта черноземов по этому показателю с почвообразующей породой. Содержание в нем фракции агрономически ценных водопрочных агрегатов всего 3–7 %. Следствием дезинтеграции агрогоризонтов является переорганизация порового пространства, переуплотнение почвенной массы и консолидация ее в крупные полигональные блоки, разделенные термическими трещинами. Равновесная упаковка механических элементов внутри блоков достигает 1,4 г/см³.

Негативное изменение водно-физических свойств закономерно приводит к недобору атмосферных осадков в связи с затрудненным впитыванием талых вод и летних ливней. Формируется переменный характер увлажнения агрогоризонта в течение теплого полугодия: относительно кратковременные периоды переувлажнения многократно чередуются с периодами полного иссушения.

Температурный режим агрочерноземов резко сдвигается в сторону увеличения континентальности и потепления. Теплообеспеченность агрогоризонта повышается на 1000о в основном за счет высоких температур (>25°), что приводит к потерям влаги на физическое испарение и способствует полной минерализации органических остатков. Волна активных температур возрастает в сумме на 4000о, достигает двухметровой глубины и уже в начале лета «перехватывает» восходящие токи влаги в лесостепных черноземах, сближая их с почвами южной степи. В холодный период примерно на месяц продлевается присутствие в профиле отрицательных температур и в 2–3 раза возрастает глубина промерзания, что определяет значительные потери осадков холодного периода и снижает весеннюю влагозарядку.

В агрочерноземах водный режим формируется в двух противоположных направлениях: сокращается общий объем влаги и на этом фоне влага нижних горизонтов расходуется не полностью и накапливается в многолетнем цикле. Контрастность изменения гидрологических профилей агрочерноземов увеличивается от почв лесостепи к почвам сухой степи. Гидрологические профили агрочерноземов неустойчивы относительно погодных условий. Если в черноземах послонные запасы влаги для сухих и влажных лет отклоняются от нормы на 3–4 %, то в агрочерноземах южной степи отклонения возрастают до 25 % в сухие годы и до 45–70 % во влажные. Степень агрогенного изменения водного режима черноземов показывает сопоставление послонных запасов влаги в агрочерноземах лесостепи и южной степи: первые по запасам влаги весной и осенью сходны с целинными черноземами южной степи, а вторые, напротив, с целинными лесостепными.

Агрогенная трансформация черноземов представляет собой объективный, генетически обусловленный результат нового этапа эволюции этих почв. Пахотный слой преобразуется в генетический горизонт, адаптированный к условиям, режимам и процессам агроэкосистем. Изложенная концепция может служить теоретическим фундаментом при разработке комплексной системы управления функционированием агрочерноземов

УДК 631.8.022.3

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Иванова С.Е., Носов В.В.

Международный институт питания растений, Москва, sivanova@ipni.net

Обобщение мирового научного и практического опыта по применению минеральных удобрений позволило определить основные подходы для разработки рациональных систем применения удобрений, которые легли в основу концепции «4-х правил» (4R Nutrient Stewardship). Согласно концепции, удобрения должны вноситься в наиболее подходящих форме и виде, в оптимальной дозе, в необходимые сроки и лучшим способом. Системы применения удобрений, которые удовлетворяют этим простым требованиям, являются рациональными.

Рациональные системы применения удобрений совместно с другими агрономическими приемами дают положительный эффект при достижении экономических, социальных и экологических целей современного земледелия. При этом, чтобы быть действительно «рациональной», система применения удобрений должна наилучшим образом сочетаться с другими агрономическими приемами. Это позволяет получить оптимальную комбинацию таких показателей, как продуктивность, рентабельность и устойчивость растениеводства при минимальном влиянии на окружающую среду. При разработке, оценке и усовершенствовании систем применения удобрений на уровне каждого конкретного хозяйства необходимо учитывать как экономические, так и социально-экологические задачи земледелия. Для этого используют специальные показатели, учитывающие влияние системы применения удобрений на региональном, национальном и глобальном уровнях. Эти показатели также позволяют оценить эффективность системы применения удобрений для каждого поля и возделываемой культуры в конкретном хозяйстве с позиции устойчивого растениеводства.

При применении четырех правил необходим сбалансированный подход и равный акцент на каждую составляющую (вид и форму удобрений, дозу, время и способ внесения). Однако на практике наибольшее внимание часто уделяют определению оптимальной дозы удобрения, так как это напрямую влияет на себестоимость продукции, а время и способ внесения удобрений при этом не принимаются в расчет, хотя учет этих двух составляющих в современных технологиях позволяет повысить доходность от внесенных удобрений и снизить риск загрязнения окружающей среды.

Указанная концепция предусматривает использование простого перечня вопросов, ответив на которые можно выяснить, удобряется ли данная сельскохозяйственная культура в конкретном хозяйстве надлежащим образом или нет. Этот перечень вопросов позволяет агроному проанализировать существующую технологию возделывания конкретной культуры в хозяйстве и ответить на главный вопрос: «Все ли возможности используются для того, чтобы выбрать правильные форму и вид удобрений, внести их вовремя, а также там, где в данных почвенно-климатических условиях они принесут максимальную отдачу?». Кроме того, ответив на составленные нами вопросы, можно улучшить используемую систему применения удобрений для каждой сельскохозяйственной культуры на заданном поле конкретного хозяйства.

Разработка и внедрение рациональных систем применения удобрений происходит на основе научных принципов с учетом местных факторов. При этом учеными разрабатываются рекомендации по системе удобрений, которые содержат информацию о наиболее подходящих в каждом конкретном условиях виде и форме удобрений, оптимальной дозе, времени и способе их внесения. Далее сельхозпроизводитель принимает решение: принять, отклонить или адаптировать эти рекомендации к своим условиям. Это решение основывается на более подробном анализе ситуации, в которой находится конкретный сельхозпроизводитель, а именно: наличии определенного оборудования для внесения удобрений, погодных условиях конкретного года и т. д. Далее происходит собственно внесение удобрений и после сбора урожая – оценка результатов. Результаты должны оцениваться и разработчиками систем удобрения, при этом желательно, чтобы и сельхозпроизводители, и разработчики использовали одни и те же параметры для оценки результатов. Важно отметить, что после подведения итогов система удобрений может быть скорректирована.

ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ИХ ПЛОДОРОДИЯ В ЮЖНЫХ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ РАЙОНАХ РОССИИ

Извеков А.С.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

Впервые для условий Северного Кавказа были проведены фундаментальные теоретические и научно-технологические исследования, которые позволили раскрыть механизм проявления пыльных бурь в условиях интенсивного земледелия, установить природные и антропогенные факторы эрозийного разрушения почвенного покрова, выявить наиболее эффективные противозерозионные агроприемы возделывания различных культур и создать комплекс новых технических средств для их выполнения. На основании этих многоплановых исследований были созданы основы почвозащитного земледелия для южных степных регионов страны и разработаны 14 почвозащитных технологий (ПЗТ) возделывания озимых зерновых и пропашных культур; созданы 12 новых комбинированных многофункциональных типов машин для выполнения почвозащитных агротехнологий.

В основу ПЗТ были положены плоскорезная и поверхностная обработка почвы с сохранением на ее поверхности стерни, растительных остатков. В результате создается мощный мульчирующий слой на поверхности почвы, который обеспечивает надежную защиту зяби и посевы озимых от дефляции и эрозии в эрозийноопасные периоды года. Приемы осенней отвальной обработки почвы плугами не дают возможности создать к весне ветроустойчивого состояния верхней части пахотного слоя почвы за счет улучшения его агрегатного состояния, ибо периодическое оттаивание и промерзание почвенных агрегатов в зимне-ранневесенние периоды приводит их к разрушению. При этом верхний 5-см. слой становится эрозийноопасным, количество частиц менее 1 мм достигает 80 %, что способствует развитию пыльных бурь. Только благодаря наличию послеуборочных пожнивных остатков (до 10 т/га) на фоне плоскорезной обработки поверхность почвы становится ветроустойчивой в течение всего сельскохозяйственного года. Это подтверждено многолетними наблюдениями (в период от 1976 до 2003 годов), когда дефляция проявлялась в средней и сильной степени.

Одним из важных объектов наших исследований по степному агроландшафту был Армавирский почвенно-эрозийный стационар, который был заложен в 1973 году на карбонатных и выщелоченных черно-

земах Длительные комплексные исследования, проведенные в экспериментальном 13-польном зернопропашном севообороте интенсивного типа (без многолетних трав) в течение 37 лет (1974–2011 гг.), показали высокую агротехническую и экономическую эффективность разработанных почвозащитных технологий при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Установлено, что систематическое применение безотвальных приемов обработки почвы в севообороте не ухудшает агрофизических свойств почвы, улучшает водно-пищевой режим и способствует повышению биологической активности корнеобитаемого слоя почвы. При применении почвозащитных технологий успешно решаются задачи воспроизводства эффективного плодородия предкавказских черноземов, возмещения потерь гумуса, сохранения его бездефицитного баланса, накопления необходимых питательных веществ за счет максимального использования свежих пожнивных растительных остатков, т. е. за счет биологических ресурсов агробиоценоза. Новые почвозащитные технологии с мульчирующей и плоско-резно-щелевой обработками почвы потребовали создания принципиально новой противозерозионной техники: комбинированных и многофункциональных машин.

В 1993 г. в Ясногорском районе Тульской области в лесостепной зоне на серых лесных смытых почвах был организован агроландшафтный стационар с общей площадью землепользования 90 га. Здесь на основе ландшафтного подхода разрабатывается и осваивается модель высокопродуктивной экологически устойчивой системы земледелия на агроземах с применением новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах с заданной продуктивностью от 30 до 70 ц/га зерновых единиц. Разработан и используется агромелиоративный комплекс почвозащитных мероприятий, включающий контурную организацию территории, полосное размещение посевов, подбор почвоулучшающих эрозионноустойчивых культур, применение почвозащитных технологий и простейших гидромелиоративных приемов (водоотводные борозды) и усиление биологизации почвы (до 8 т/га пожнивных остатков, специальные севообороты), который позволил коренным образом изменить направление внутрпочвенных процессов. В результате сформировался новый жизнедеятельный почвенный профиль мощностью до 1,5 м. Это позволило надежно защитить от эрозии агросерию почву на склонах крутизной 3–5°, улучшить её агрофизические свойства и получать стабильно высокие (50–70 ц/га) урожаи озимых культур при разных погодных условиях.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

Каличкин В.К., Павлова А.И.

Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства, Новосибирск, kvk@ngs.ru

Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) на уровне хозяйственного землепользования является в настоящее время актуальной задачей земледельческой науки и практики. Учитывая базовое определение АЛСЗ как системы использования земли определенной агроэкологической группы, подчеркивается, что их проектирование начинается с уточнения районирования территории и идентификации групп и типов земель. Для выполнения проектных работ рекомендуется применять современные методы обработки информации и геоинформационные системы (ГИС).

Наиболее сложной задачей в автоматизированном проектировании внутрихозяйственных АЛСЗ или их блоков является оценка продуктивности земель, которая, по нашему мнению, может быть отчасти решена с помощью формализации процесса определения количественных параметров урожайности сельскохозяйственных культур, размещаемых на данной территории.

Для реализации автоматизированного расчета урожайности культур использованы теория проектирования информационных систем и ГИС-технологий. Модель данных, необходимая для оценки земель по урожайности культур, реализована во внутренних и внешних базах данных (БД) ГИС. Внутренние БД ГИС представлены в виде тематических, определенным образом согласованных цифровых карт, которые составляют основу моделирования – цифровую модель землепользования (ЦМЗ). Внешние БД ГИС сформированы с целью ведения и обновления данных по почвам и метеорологическим условиям.

В качестве методической основы использовали две категории урожайности – климатически обеспеченная (КОУ) и действительно возможная (ДВУ).

Поскольку ГИС имеют ограничения по вычислительным операциям больших двумерных массивов данных, была разработана программа «GRAIN» на макроязыке программирования Visual Basic. Основные модули подпрограммы – сбор исходных данных, формирование БД по почвам хозяйства, оценка почв по урожайности культур, отображение результатов оценки на карте, расчет урожайности по рабочим участкам и формирование отчета.

Для расчета КОУ использовали метеорологические параметры – осадки и сумма активных температур выше 10 °С за май–июнь (для яровых

зерновых культур), а также запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом. Вначале рассчитывается коэффициент увлажнения территории, а затем величина КОУ. В основу расчетов положены многолетние данные по урожайности зерновых культур в стационарном опыте по севооборотам СибНИИЗиХ. Получена эмпирическая зависимость: $КОУ = 10a^{K_y}$, где K_y – коэффициент увлажнения, a – постоянный коэффициент (определенный для каждой культуры).

Для расчета ДВУ сформирована почвенная БД реляционного типа: наименование почвы, «полезный объем почвы» в среднем для метрового слоя, содержание гумуса, реакция почвенного раствора, гранулометрический состав, степень развития негативных процессов (водная эрозия, переувлажнение, засоление), содержание подвижных элементов питания.

Расчет ДВУ осуществляется с помощью коэффициента благоприятствования условиям возделывания той или иной культуры (K_n) на конкретном поле. Алгоритмы расчета K_n основываются на исследованиях И.И. Карманова. Вычисленные значения K_n с помощью программы «GRAIN» представляются в виде долей единицы. Результаты расчета ДВУ для каждой почвенной разновидности вносятся в БД цифровой почвенной карты.

В дальнейшем эти материалы используются при проектировании севооборотов, для чего рассчитывается урожайность культур по полям севооборотов (рабочим участкам). Для таких расчетов в программу «GRAIN» внедрены функции ГИС и используется цифровая карта землеустройства. Особенностью разработанной программы является возможность быстрого пересчета величин урожайности зерновых культур при изменении границ земельных участков.

УДК 631.10

ПОЧВЫ РОССИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Кашганов А.Н.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, sveta@agro.geonet.ru

Россия занимает около 13 % суши Земли и располагает самыми богатыми в мире земельными ресурсами с разнообразными почвами. По данным Государственной статотчетности на 1 января 2010 г. вся площадь земельного фонда составляет 1709,8 млн га, в том числе земли сельскохозяйственного назначения – 402,3 млн га, сельскохозяйственные угодья – 196,0 млн га.

Почвенный покров России включает в себя около 30 % мирового фонда мерзлотных почв, более 60 % почв бореальной зоны, около 20 % наиболее ценных для сельского хозяйства гумусово-аккумулятивных почв, среди которых 40 % мировых запасов черноземов (Атлас почв России, 2011).

В настоящее время проблемы сохранения и рационального использования, воспроизводства плодородия почв вышли на передний план в связи с ростом народонаселения, потребностей в продовольствии, экономическим и финансовым кризисом, ухудшением экологии, резким сокращением биоразнообразия в большинстве государств. Решить указанные проблемы возможно только на основе глубокого научного системного подхода.

Российское сельское хозяйство более чем за тысячелетний период своего развития прошло сложный и трудный путь от примитивных огневых, подсечно-огневых и других систем до современных систем земледелия. Начало развитию научного земледелия было положено в 18 веке выдающимися учеными М.В. Ломоносовым (1711–1765), А.Т. Болотовым (1738–1833), М.И. Афониним (1739–1810), И.М. Комовым (1750–1792) и др.

В середине 19 века (1867 г.) профессор С-Петербургского университета А.В. Советов в своей работе «О системах земледелия» провел тщательный анализ «развития форм научного земледелия». Он пришел к очень важному выводу, «что та или иная система земледелия выражает собою ту или другую степень гражданского развития народов». Несколько позже К.А. Тимирязев дополнил это положение, сказав, что «культура поля всегда шла рука об руку с культурой человека».

Мощный импульс развитию научного земледелия в нашей стране дали работы Особой экспедиции в Каменной Степи Воронежской области под руководством В.В. Докучаева (1892–1896 гг.) и решения выездной научной сессии Россельхозакадемии в 1992 году, в основу которых положена парадигма экологически сбалансированного, безопасного адаптивно-ландшафтного земледелия: правильная почвооохранная организация земельной территории агролесоландшафтов, агро-фито-гидромелиорация, почвозащитные севообороты с подбором в них почвоулучшающих сельскохозяйственных культур, экологически безопасные ресурсосберегающие агротехнологии обработки почвы и их возделывания.

История развития отечественного и зарубежного земледелия за последние 20 лет подтверждает правильность этого пути. Однако, современные вызовы (глобальные изменения климата, возрастающие антропогенные нагрузки и деградация почв, опустынивание больших территорий, технологические, технические и другие проблемы) настоятельно требуют постоянного совершенствования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агроландшафтов.

ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

Кирюшин В.И.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, mshapochv@mail.ru

Переход к устойчивому развитию в соответствии с биосферной парадигмой природопользования сопряжен с развитием ландшафтного планирования. В России опыт территориального планирования в советский период сложился в виде системы землеустроительного проектирования, которое было обусловлено жесткими плановыми заданиями и не было ландшафтным, что сопровождалось экономическими и экологическими издержками сельскохозяйственной деятельности. В 80-х годах развивались экологически ориентированные подходы к территориальному планированию (районные планировки, комплексные схемы и меры по охране природы и природопользованию). С начала 90-х годов прежняя система территориального планирования была разрушена, новая не создана. Однако исследования в этом направлении активно развивались в ландшафтно-географическом и агроэкологоландшафтном аспектах соответственно в рамках ландшафтоведения и агропочвоведения.

Отечественный и европейский опыт ландшафтного планирования может служить в качестве базовой методологии организации территориального планирования. В ее основе лежит сохранение основных функций ландшафта как системы поддержания жизни, предотвращение экологических конфликтов, содействие устойчивому развитию территории. Территориальное планирование должно осуществляться как иерархическая система на трех уровнях: локальном, региональном и федеральном.

На локальном уровне в качестве базовой формы ландшафтного планирования нами разработана методология проектирования агроландшафтов. Агроландшафты выделяются в сельскохозяйственных ландшафтах наряду с урбанизированными, техногенными и другими. Применительно к агроландшафтам формируется растениеводческая инфраструктура (полевая, пастбищная, садовая и др.). Агроландшафт представляется как геосистема, выделяемая по совокупности ведущих агроэкологических факторов (определяющих применение тех или иных систем земледелия), функционирование которой происходит в пределах единой цепи миграции вещества и энергии. Синоним агроландшафта – агроэкологическая группа земель. В качестве элементарных структур агроландшафта выделяются элементарные ареалы (элементы мезорельефа, ограниченные

ЭПП или ЭПС). Синоним – вид земель. Идентификация видов и групп земель осуществляется по материалам почвенно-ландшафтного картографирования в ГИС агроэкологической оценки земель (М: 1:10000). Проектирование агроландшафтов начинают с размещения сельскохозяйственных культур и угодий. Для этого составляют электронные карты пригодности видов земель для возделывания культур. Путем взаимного наложения карт-слоев выявляют агроэкологические типы земель и формируют полевою инфраструктуру, поля севооборотов и производственные участки. Разрабатывают системы обработки почвы, удобрения и защиты растений. С учетом почвенно-ландшафтных связей и энергомассопереноса формируют противозрозионную организацию территории, разрабатывают меры по устранению и предотвращению очагов деградации. Проектируют элементы экологического каркаса по экотопам. Дифференцируют размещение культур с учетом мест обитания птиц и полезных насекомых для борьбы с вредителями, для опыления растений. Проектируют микрозаказники. Разрабатывают систему защитного лесоразведения, обосновывают целесообразность мелиораций. На региональном уровне ландшафтное планирование должно осуществляться в виде рамочных планов, в которых определяются назначение и характер использования территории: селитебное, лесохозяйственное, рекреационное, размещение промышленности или энергетики, добыча полезных ископаемых и т. д.

Разработанная методология проектирования агроландшафтов широко апробирована в различных природно-сельскохозяйственных зонах и провинциях на примере крупных сельскохозяйственных предприятий.

УДК 631.416.1 : 631.582

БАЛАНС АЗОТА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В ЗЕРНОВЫХ АГРОЦЕНОЗАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Колбин С.А., Прозоров А.С., Самохвалова Л.М., Шарков И.Н.

*Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства
Россельхозакадемии, Краснообск Новосибирской области, humus3@yandex.ru*

Соотношение между приходом азота в почву и его отчуждением с поля с урожаем свидетельствует о направленности изменения содержания элемента в почве, что может иметь значение при долгосрочном планировании применения азотных удобрений. Дело в том, что содержанием элемента в почве, прежде всего в составе легкоминерализуемой части органического вещества, в значительной степени определя-

ется обеспеченность растений почвенным азотом. Сами же азотные удобрения должны дополнять фонд усвояемого растениями почвенного азота до минимально необходимого уровня для получения запланированного урожая культур. Приходно-расходные статьи баланса азота в почве достаточно многообразны, и определение многих из них представляет большую сложность. С определенной долей условности можно принять, что при возделывании зерновых культур поступление азота в почву с семенами и осадками уравнивается потерями элемента из почвы в результате денитрификации азота удобрения. В таком случае в севооборотах без бобовых культур приход азота в почву будет определяться в основном дозой удобрения, расход – отчуждением элемента с поля с продукцией. Баланс азота в почве оценивали за вторую ротацию (2007–2009 гг.) в двух зернопаровых севооборотах (чистый пар-пшеница-пшеница) и за этот же период в севообороте без чистого пара (пшеница-ячмень). Зернопаровые севообороты различались тем, что в одном из них (далее – севооборот 1) с поля отчуждались зерно и солома, в другом (севооборот 2) – только зерно. В севообороте пшеница – ячмень (севооборот 3) с поля также отчуждалось только зерно, солома измельчалась и заделывалась в почву при зяблевой вспашке. Баланс азота в почве севооборотов рассчитывали при двух уровнях применения азотного удобрения: в севооборотах 1 и 2 – при N0 и N40 (в расчете на 1 га пашни), в севообороте 3 – при N0 и N60. Дозы удобрения примерно соответствовали минимальным дозам азота для получения максимальных урожаев пшеницы в сложившихся погодных условиях. Севообороты заложены в центральной лесостепи Приобья, примерно в 20 км от г. Новосибирска. В пахотном слое чернозема содержалось: гумуса – 5,8 %, N_{общ} – 0,30 %, P₂O₅ и K₂O (по Чирикову) – 23 и 18 мг/100 г почвы соответственно. Средняя за годы исследований урожайность зерна пшеницы на фоне N0 составила (т/га пашни): в севообороте 1–2,47, в севообороте 2–2,41 и в севообороте 3–2,48; на удобренных фонах – 2,81, 2,70 и 3,55 соответственно. Среднегодовое отчуждение азота с 1 га пашни на фоне N0 было наибольшим в севообороте 1 (82 кг), далее следовали севооборот 2 (62 кг) и севооборот 3 (46 кг); для удобренного азотом фона эти величины составили 97, 70 и 90 кг соответственно. Среднегодовое сальдо баланса азота в почве для варианта N0 в севооборотах 1–3 соответственно составило – 82, – 62 и –46; для удобренного варианта –57, –29 и –30 кг/га пашни. Таким образом, при одинаковых урожаях зерна в севооборотах на фоне N0 наименее дефицитный баланс азота был в сево-

обороте пшеница – ячмень, что объясняется, очевидно, отсутствием чистого пара. Применение азотного удобрения в дозах, близких к оптимальным, уменьшало степень дефицитности баланса азота в почве, тем не менее, даже при оставлении соломы на поле сальдо баланса составляло –30 кг/га. Заметим, что при таком сальдо в севооборотах 2 и 3 урожай пшеницы в последнем был примерно на 30 % выше. Вследствие отчуждения соломы с поля дефицитность баланса азота возрастала на фоне N0 на 20 кг N/га, на N40 – на 28 кг N/га. Можно полагать, что при учете прихода азота в виде ассоциативной и несимбиотической (на базе заделываемой в почву соломы) азотфиксации баланс азота в почве в севооборотах 2 и 3 при применении оптимальных доз азотного удобрения будет приближаться к бездефицитному.

УДК 631.452 + 631.582

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ТОЧНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ ОВОЩНЫХ СЕВООБОРОТОВ

Конашенков А.А.

КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области, alkonashenkov@yandex.ru

Решение проблемы продовольственной безопасности находится в прямой функциональной зависимости от бережного решения вопроса воспроизводства плодородия почв. Данное положение нашло полное подтверждение в практике ведения земледелия в специализирующемся на производстве овощей КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области. В частности, недостаток органических удобрений, жизненно необходимых в овощных севооборотах, пришлось компенсировать введением в их структуру двух полей многолетних трав и сидератов. Однако по настоящему расширенное воспроизводство плодородия господствующих на пашне дерново-подзолистых почв с достоверным выравниванием его пространственной пестроты было достигнуто лишь в полевых экспериментах Агрофизического НИИ по комплексной оценке эффективности точных систем удобрения: базирующихся как на ежегодном дифференцированном применении навоза и туков, так и на разном их точном окультуривании.

Применение последнего позволило перевести почву из неоднородного в относительно выровненное хорошо окультуренное состояние и снизить коэффициенты вариации агрохимических свойств почвы с 14–

64 до 8–17 % в год внесения. Через пять лет исследований коэффициенты вариации обеспеченности пахотного слоя легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором и калием снизились в 1,8, 1,6 и 5,6 раза соответственно, а исходное валовое содержание органического вещества увеличилось на 73 %, азота – на 78 %, легкогидролизуемого азота – на 35 %, подвижного азота – на 73 %, подвижного фосфора – на 10 %, подвижности фосфатов – на 22 %, подвижного калия – на 54 %, легкорастворимого калия – на 61 %. Одновременно увеличилось содержание физической глины в слабокультуренном песке, супеси, лёгком и среднем суглинке на 1,8, 1,9, 1,2 и 2,2 % соответственно, а также доля агрономически ценных структурных агрегатов от 1 до 10 мм – с 6,9–37,1 % до 40,8–73,6 %. Минералогическое исследование показало, что под действием такого приёма воспроизводства почвенного плодородия в илистой фракции песчаных, супесчаных, легко- и среднесуглинистых почв увеличилась доля вторичных минералов с высокой обеспеченностью биогенными элементами, что указывает на возможность весьма быстрой перестройки не только органической, но и минеральной части дерново-подзолистой почвы.

Положительное действие на снижение пространственной неоднородности почвы оказывали точная и зональная системы удобрения, хотя агрономическая отдача от первой была выше, вследствие обособленного перераспределения питательных веществ между ранее недоудобренными и переудобренными участками. Агрономическая отдача от точных органо-минеральных систем удобрения превосходит зональную систему на 12–24 % у редьки чёрной, на 19 % – у картофеля, на 14–26 % – у свёклы столовой, на 7–9 % – у капусты белокочанной и на 8–23 % – у моркови столовой. Наивысшей отдачей в овощном севообороте отличался вариант с предварительным точным окультуриванием дерново-подзолистой почвы, где прибавка урожайности названных культур относительно зональной системы достигала 5,3, 9,9, 5,9, 9,2 и 3,9 т/га соответственно. Наибольший разрыв в эффективности точных и зональной системы удобрения на свёкле столовой обнаружился в наиболее неблагоприятных почвенно-агрофизических и агрохимических условиях. На слабокультуренных песчаных и среднесуглинистых почвах он достиг 53–79 %. В условиях высокой пестроты почвенного плодородия и среднего уровня окультуренности минеральная система удобрения уступает по эффективности органо-минеральной. При этом отдача от точного окультуривания, напротив, резко возрастает.

ПОЧВООХРАННАЯ РОЛЬ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Кононцева Е.В., Хлуденцов Ж.Г.

*Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,
kononcevaasau@mail.ru*

В настоящее время наблюдается прогрессирующая деградация почв и растительности различных водосборов в результате незарегулированных воздействий поверхностного стока талых вод. Известно, что для прекращения поверхностного стока или минимального его снижения на водосборах малых рек удельный вес защитных лесных насаждений необходимо довести до 15 %, на овражно-балочных системах – до 40 %, на коренных и русловых берегах – до 70 %. Водная эрозия в разной степени проявляется на территории Алтайского края. В результате проявления эрозионных процессов происходит вынос из почвы питательных веществ, уменьшается мощность гумусового горизонта, ухудшаются физические свойства почв, снижается водопроницаемость, увеличивается испарение, усиливается почвенная засуха. По данным исследователей годичный смыв верхнего плодородного слоя почв может достигать 60 и более тон с гектара. При этом урожайность может снизиться на слабосмытых землях 10–20 %, среднесмытых – 20–50 %, сильносмытых – 50–70 %. Огромный вред причиняют овраги. Они уменьшают площади пашни и других угодий, ухудшают условия механизации полевых работ. Продукты выноса из оврагов заиливаются пруды и водоемы, заносятся плодородные земли в поймах рек и сами реки.

Водорегулирующие лесные полосы прекращают разрушения водой расположенные ниже более крупные участки, кольматируют твердый сток и восстанавливают плодородие эродированных почв. Они проектируются на участках с крутизной склона 1,5–2,0 градуса и более поперек склона по горизонталям. Ширина лесных полос 20 м и зависит она от крутизны склона, климатических условий и водопроницаемости почв. Водорегулирующие лесные полосы создаются по древесно-кустарниковому типу, с размещением кустарников в опушечных рядах, а в широких полосах и в середине. Лесная полоса должна иметь ажурную конструкцию. Видовой состав древесных и кустарниковых пород, а также технология выращивания водорегулирующих лесных полос по-

добно выращиванию полезащитных лесных полос. Водорегулирующие лесные полосы должны иметь высокие ветрозащитные свойства. Поэтому в их состав нужно вводить высокоствольные деревья: тополь, березу, лиственницу, сосну, вяз и другие породы в соответствующих им почвенным и климатическим условиях. Установлено, что под вязовой полосой впитывается воды в 7 раз больше, чем в открытом поле, под липой, елью, сосной – в 3–6 раз больше, под дубом – в 4 раза, под березой – в 3 раза больше открытого поля. Важным звеном в водопоглощении является лесная подстилка, которая повышает инфильтрационную способность почвы, задерживает склоновый сток воды. Имеются сведения в том, что в лесу с помощью водопроницаемой подстилки и ореховатой структуры почвы полностью переводится поверхностный сток во внутрипочвенный на склонах до 25–35 градусов. При уплотнении лесной подстилки скотом, или полном ее уничтожении сток достигает 50–70 % даже на склонах крутизной около 5 градусов. На склонах крутизной 4–6 градусов на сильноосмытых почвах в помощь лесным полосам для задержания снега и равномерному его распределению создаются увлажненные опушки, древесные и кустарниковые кулисы. Такие земли чаще всего относятся к бросовым. Для восстановления плодородия этих почв необходимо прекратить смыв почв, увлажнять почву путем снегозадержания и осаждают илестые частицы, увлекаемые потоками сточных вод. Увлажнительные опушки создаются из 3–5 рядов, а кулисы из 1–2 рядов древесных и кустарниковых пород и располагать их нужно на расстоянии 50 м друг от друга. В процессе ухода за регулируемыми лесными полосами необходимо проводить обвалование их по нижнему краю путем ежегодной пропашки закровок полос в одном направлении или путем одно-двухкратного прохода плантажного плуга. Такой земляной вал значительно повышает водопоглощающую способность лесной полосы, особенно в молодом возрасте.

Однорядные и двурядные кулисы с древесных пород березы, тополя, клена яснолистного, сосны обыкновенной, или из кустарников (смородина золотистая, жимолость татарская) не нуждаются в специальном уходе, так как обработка почвы на межкулисных полях является одновременно и уходом за кулисами.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКИХ ФОРМ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ

Лактионов Ю.В., Кожемяков А.П.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, 8, шоссе Подбельского, Laktionov@pop3.ru

В многочисленных рекомендациях по прогрессивной технологии выращивания бобовых указывается на такой элемент технологии, как предпосевная обработка семян инокулянтами на основе клубеньковых бактерий. Необходимость данного агроприёма обусловлена ценной биологической особенностью бобовых растений – способностью усваивать молекулярный азот воздуха в симбиозе со специфическими бактериями. В условиях бобово-ризобияльного симбиоза растение способно сформировать высокий урожай зерна с повышенным содержанием белка, удовлетворяя свои потребности в азоте от 30 до 70 % за счёт азота воздуха.

Основной задачей при производстве инокулянтов является сохранение необходимого количества активных бактерий в препарате при их хранении. Целью нашей работы была разработка современной технологии производства жидкой формы биопрепаратов на основе клубеньковых бактерий, анализ динамики численности микроорганизмов в препаратах на протяжении всего срока хранения (6 месяцев), а также оценка эффективности новых жидких форм.

Изучалась динамика численности клубеньковых бактерий сои на нескольких питательных средах. Использовались натуральная среда (бобовый отвар с солями) и несколько синтетических сред (ДМП, ДМЖ – на основе маннита с добавлением солей). Питательные среды из натуральных продуктов очень сложны и меняются в зависимости от качества и происхождения исходного сырья. Синтетические среды готовят из определенных химически чистых органических и неорганических соединений, взятых в точно указанных концентрациях. Важное преимущество этих сред в том, что состав их постоянен, поэтому эти среды легко воспроизводимы.

Полученные данные показывают, что для получения препаратов на основе клубеньковых бактерий целесообразно использовать синтетические среды. Во-первых, в отличие от натуральной среды (бобового отвара) на данном типе сред не наблюдается контаминации препаратов при их хранении. Во-вторых, используя данный тип среды можно более точно регулировать содержание в ней тех или иных элементов питания и их соотноше-

ний, чего не позволяет сделать отвар, т.к. состав среды меняется от времени варки, качества, сорта исходного сырья и многих других факторов.

Показано что использование бобовой среды для культивирования клубеньковых бактерий позволяет получить нужный титр бактерий в препарате, однако их численность довольно быстро уменьшается. Начальный титр жидких препаратов клубеньковых бактерий 3,1–4,5 млрд КОЕ в 1 мл., а спустя 2 месяца количество бактерий в препарате снижается в 2 раза и составляет от 1,7 до 2,1 млрд КОЕ. Через 3 месяца титры препаратов резко падают (на 3 порядка) до 3,1–6,1 млн КОЕ и продолжают уменьшаться с высокой скоростью. Кроме того, препараты, полученные на бобовом отваре через 2–3 месяца после начала хранения теряют своё качество из-за развития в них посторонней микрофлоры.

Синтетическая среда ДМП обеспечивает получение высокого титра бактерий в конце стадии культивирования. Его значения составляют 3,6–4,2 млрд КОЕ в 1 мл. жидкого препарата. Главным преимуществом данного типа сред является то, что они позволяют сохранить высокий титр бактерий в препарате на протяжении 6 месяцев без потери качества препарата и его свойств.

Работа выполнена при поддержке Гос. контракта № 16 М04.11.0013

УДК 631.4 : 631.114.31 : 633.11 (571.15)

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Максимова Н.Б.¹, Макарычев С.В.², Морковкин Г.Г.²

¹*Алтайский государственный университет, Барнаул, nipmaxim@mail.ru;*

²*Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, ggmork@mail.ru*

Стабильность сельскохозяйственного производства определяется комплексом факторов, среди которых, наряду с повышением уровня агротехники и мелиорации почв, важное место отводится рациональному размещению сельскохозяйственных культур с учетом почвенных ресурсов и климатических особенностей территории.

Наличие тесной связи между условиями климата и типами почв предопределяет проведение комплексных исследований и моделирования связи урожайности с этими факторами, поскольку именно урожайность является результирующей характеристикой взаимовлияния в процессе роста и развития растений, их биологических особенностей, климата, плодородия почвы и агротехники.

В работе использованы данные об урожайности, климатических и почвенных факторов госсортоучастков, расположенных во всех почвенно-климатических зонах Алтайского края. Это позволило выявить особенности формирования урожайности яровой пшеницы в разных зонах края с различным почвенным покровом, свойствами почв и погодными условиями.

Для выявления зависимости формирования урожайности яровой пшеницы от почвенных и метеорологических характеристик и определения ареалов различной урожайности каждого сорта, многолетний фактический материал по зонам был обработан с помощью информационно-логического анализа по методике, предложенной Ю.Г. Пузаченко, А.В. Мошкиным (1969).

Результаты исследований позволяют сделать выводы о влиянии почвенно-климатических факторов на урожайность яровой пшеницы. Определяющими климатическими факторами (по степени связи) являются сумма активных температур и гидротермический коэффициент за первую половину вегетации. Выявлено, что среднеранняя группа сортов наиболее чувствительна к июньской засухе. По урожайности обычно уступает сортам более позднеспелых групп. Ее рекомендуется возделывать по предшественникам с хорошим запасом влаги. Предпочтительно возделывать в подзоне обыкновенных черноземов умеренно засушливой и колючей степи. Среднеспелая группа – наиболее универсальная группа сортов с повсеместным распространением, но предпочтительно возделывать в зонах с достаточным увлажнением. Среднепоздняя группа в сравнении с другими группами формирует достаточно высокий урожай в подзоне южных черноземов засушливой степи Алтайского края.

Среди почвенных факторов на формирование урожая яровой пшеницы значительное влияние оказывают содержание гумуса в пахотном слое, мощность гумусового горизонта и величина рН. Почвенные условия, требуемые для получения максимальной урожайности яровой пшеницы, для всех сортов примерно одинаковы (мощность гумусового горизонта 50–70 см, содержание гумуса в пахотном слое 4–6 %, нейтральная и слабокислая реакция почвенного раствора).

Нами выявлено, что наиболее тесная связь по величинам общей информативности (Т) и коэффициентам эффективности каналов связи (К) между природно-почвенными зонами и урожайностью яровой пшеницы наблюдается в природно-почвенных зонах выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи, черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая. В условиях указанных природно-почвенных зон в меньшей степени проявляется варьирование величины урожайности по годам и имеется большая вероятность получения стабильных урожаев.

УДК 631.47

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В ПОЛЕВОМ МИКРОДЕЛЯНОЧНОМ ОПЫТЕ

Моисеев К.Г., Сурин В.Г., Пищик В.Н., Гончаров В.Д.

*ГНУ Агрофизический институт Россельхозакадемии, С-Петербург,
kir_moiseev@mail.ru*

Разработана методика выполнения измерений уровня азотного питания и физиологического состояния растений в посевах полевым тестером АДТ. Актуальным остаётся вопрос распространения указанной методики на более широкий класс посевов с низким проективным покрытием, определения пороговых уровней проективного покрытия, при которых возможна оптическая диагностика состояния культурных растений.

Для решения поставленной задачи на опытной станции Агрофизического института – Меньково (Ленинградская обл., Гатчинский р-н) был организован 2-х факторный опыт с яровой пшеницей сорта «Красноуфимская». Выбор участка под микроделяночный опыт произведён из условий выравненности мезо-и микрорельефа и предположительной однородности почвенного покрова.

Исследовалось влияние двух факторов. Первый фактор – азотное питание посевов был задан на 6 уровнях: 0, 60, 90, 120, 150 и 180 кг/га по действующему веществу. Второй фактор – норма высева, задан на двух уровнях – 50 % и 100 % нормы высева. За шумовой фактор приняты значения физических и геоморфологических свойств почв. Для количественного учёта уровня «шума» производился мониторинг физического состояния почв опыта в течение вегетационного сезона.

При закладке эксперимента предполагалось, что динамика физических параметров почв и физическое состояние почв в целом, не оказывают существенного влияния на физиологическое состояние посева. В результате опыта было показано, что влияние текущего физического состояния почв, как минимум является равноценным фактором наряду с агрохимическими показателями почв. В связи с этим возникла проблема условий однозначности опыта, которая решается нами с использованием понятий физическая окультуренность почв и индекс физического состояния почв (ИФС). То есть те деланки опыта, на которых физическое состояние почв (по ИФС с учётом физической окультуренности) резко отличалось, от необходимого уровня, не использовались нами при построении градуировочных характеристик тестера по

оптическим индексам. Для оценки состояния растений в посеве использовались различные вегетационные индексы для разных фаз развития растений.

Оценены пороговые значения проективного покрытия $ПП \approx 0.1-0.2$ на фазе всходов. Обоснована возможность построения градуировочной характеристики ГХ с помощью тестера с использованием перпендикулярного вегетационного индекса PVI при норме высева 50 % в ограниченном диапазоне уровня вносимых азотных удобрений от 0 до 90 кг/га ($R^2=0,99$). Промежуточная верификация полученной ГХ проведена по биомассе и отмечена на уровне $R^2=0,92$. Окончательная верификация по урожаю (массе зерна) дает $R^2=0,76$.

Для фазы кущения с $ПП=0.2-0.3$ построение ГХ с использованием перпендикулярных индексов PVI и PVIc (специализированный индекс), возможно во всем диапазоне вносимых азотных удобрений (от 0 до 180) и норм высева 50 % и 100 %.

Начиная с фазы выхода в трубку когда $ПП > 0.4$ использовались индексы NDVI и VI и применима ранее разработанная методика выполнения измерений оптическим тестером.

УДК

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Морковкин Г.Г., Дёмина И.В.

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, ggmark@mail.ru

Состояние плодородия почв во многом зависит от способов их использования. При распашке земель и смене естественной растительности сельскохозяйственными культурами резко уменьшается количество органического вещества, поступающего в почву, вместе с тем, в пахотном слое возрастает интенсивность процессов минерализации органического вещества, меняются физические свойства почвы.

Нами были проведены исследования по изучению влияния различных вариантов использования почв (бесменная пшеница, зернопропашной севооборот с сидеральным паром, залежь) на изменение содержания гумуса и структурно-агрегатного состояния черноземов выщелоченных умеренно-засушливой и колочной степи Алтайского края.

Экспериментальные исследования проводились в 2005–2011 гг. на опытном поле Алтайского государственного аграрного университета.

Исследование флористического состава залежных земель по истечении девяти лет, показало, что на рассматриваемом варианте сформировался рыхлокустовый тип растительности. В количественном отношении в растительном сообществе доминируют представители семейства мятликовых. Отмечается появление в составе фитоценоза древесных жизненных форм, таких как клен татарский и береза повислая.

Возделывание яровой пшеницы бессменно в течение 7 лет в условиях умеренно засушливой с колочной степи существенно не повлияло на содержание гумуса в почве, вместе с тем на участке размещения зернопропашного севооборота с сидеральным паром отмечаются тенденции его накопления почве, а на варианте многолетней залежи наблюдается существенное увеличение содержания гумуса (на 27,5 %) по сравнению с вариантом возделывания бессменной пшеницы.

Данные сухого просеивания почвы по варианту многолетней залежи свидетельствуют о ее положительном влиянии на структурно-агрегатный состав почвы. Так, содержание структурных агрегатов размером >5 мм на этом варианте на 3,5 % и 2,9 % больше, чем на вариантах исследования с бессменной пшеницей и зернопропашным севооборотом соответственно.

Возделывание бессменной пшеницы способствует увеличению содержания микроагрегатов (фракция $<0,25$ мм), то есть ведет к распылению почвы.

Исследование водоустойчивости почвенных агрегатов показало, что почва на всех вариантах характеризуется следующим распределением водопрочных агрегатов: сумма агрономически ценных водопрочных агрегатов составляет 33–39 %, а фракций менее 0,25 мм – 61–67 %. При этом наименьшее содержание микроагрегатов ($<0,25$ мм) отмечается на варианте залежи (60,3 %), в сравнении с участками с зернопропашным севооборотом (62,6 %) и возделывания пшеницы бессменно (63,4 %). Залежное состояние почв способствует увеличению содержания водопрочной структуры. Так, по сравнению с бессменной пшеницей содержание фракции >5 мм увеличилось более чем в 2 раза.

Таким образом, наши исследования показали, что в зернопропашном севообороте с сидеральным паром отмечается относительная стабилизация показателей почвенного плодородия, выращивание бессменной пшеницы ведет к ухудшению агрофизических свойств почвы, в частности происходит увеличение содержания микроагрегатов и снижение водопрочности. Залежь увеличивает содержание гумуса в почве, улучшает ее агрофизические показатели.

ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ ПОЧВЫ И ПОДХОД К ЕЁ РЕШЕНИЮ

Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В., Соловьёва Ю.А.

*ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии Россельхозакадемии, Курск,
soil-er@kursknet.ru*

В результате эрозии произошли огромные потери почвы, и этот процесс прогрессирует. А в связи с тем, что почвенные ресурсы не имеют альтернативы, и численность населения в мире быстро увеличивается, то существует опасность возникновения кризиса, когда возможности производства растениеводческой продукции не смогут удовлетворять потребности населения в ней. Поэтому в настоящее время жизненно важной проблемой является сохранение оставшихся почвенных ресурсов, для чего необходимо долгосрочное прогнозирование их динамики для разных сценариев землепользования, и с позиции будущего выбирать наиболее подходящие варианты.

Ущерб от водной эрозии почв определяется, главным образом, ущербом, причиняемым как почвенным, так и водным ресурсам. Любое возмещение причинённого ущерба предполагает наличие двух основных составляющих: первая – затраты на восстановление, вторая – компенсация упущенной выгоды за период восстановления. В результате эрозии уменьшаются гумусовый горизонт и запасы гумуса, что приводит к значительному ухудшению физических, химических и биологических свойств почвы и, соответственно, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, а также к сокращению площади пашни.

Для чернозёмов Центрального Черноземья, подверженных водной эрозии, разработан долгосрочный прогноз динамики мощности гумусового горизонта и запасов гумуса. При разработке прогноза использованы две модели: модель водной (дождевой и при снеготаянии) эрозии и модель, описывающая динамику водной эрозии, трансформацию органического вещества в почве и динамику образования гумусового горизонта. Полученные результаты показали, что при современном землепользовании: а) будет происходить дальнейшее сокращение почвенных ресурсов; б) утраченные ресурсы эродированных почв восстановить практически невозможно. Это означает, что ущерб, причиняемый водной эрозией почвенным ресурсам, возместить невозможно.

Ущерб для водных ресурсов определяется заилением (накоплением донных отложений) и загрязнением продуктами эрозии с сельскохозяйственных угодий, что приводит к сокращению и ухудшению качества этих

ресурсов. Очевидно, что в обозримом будущем невозможно возместить и этот ущерб (хотя бы по одной причине – невозможно восстановить водные ресурсы до их исходного состояния).

Учитывая огромные масштабы проявления эрозии почв, невозможно за короткий период времени остановить эрозию. Следовательно, необходима государственная стратегия рационального использования оставшихся ресурсов эродлируемых почв. Она должна содержать разные этапы. Самым главным в стратегии рационального использования эродлируемых почв является обоснование допустимых потерь почвы, которые должны уменьшаться от этапа к этапу. Полученные результаты в конце очередного этапа позволят скорректировать задачи для следующего этапа и так далее. В обосновании допустимых потерь почвы приоритетом должно быть состояние гумусового горизонта, т.к. его восстановление практически невозможно. Поскольку противоэрозионные мероприятия требуют затрат, то необходимо учитывать и реальные экономические условия. Весьма важно, чтобы допустимые потери почвы имели законодательный статус.

УДК 633.18:631.4(470.62)

ПОЧВЫ РИСОВЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Тешева С.А.¹, Елисеева Н.В.²

¹*ГНУ ВНИИ риса, Краснодар,*

²*Академия ИМСИТ, Краснодар, satecheva@mail.ru*

Размещение сельскохозяйственных культур, оптимальный выбор агротехнологий, объем планируемых затрат, прогноз урожайности должны базироваться на результатах оценки и типизации земель. Такой подход отвечает принципам адаптивно-ландшафтного земледелия. На территории зоны рисоводства Краснодарского края выделено 5 агроэкологических категорий земель по признаку благоприятствования условий для возделывания риса.

В 2008–2010 гг. проводились полевые опыты по экологическому испытанию сортов риса в стародельтовом (рисовая оросительная система опытно-производственного участка Государственного научно-исследовательского института риса г. Краснодар) и в долинном агроландшафтном районе (рисовая оросительная система общества с ограниченной ответственностью «АБРИС-АГРО» Абинского района). Испытывались сорта селекции ВНИИ риса как районированные, так и переданные в ГСИ. Сорта относятся к среднеспелой (111–120 дней) и среднепозднеспелой (121–125 дней) группам.

Земли экспериментальных участков относятся к I агроэкологической категории – лучшие для выращивания культур рисовых севооборотов. Почва участка стародельтового агроландшафта представлена рисовой лугово-черноземной тяжелосуглинистой на аллювиальных отложениях и деградированных лессовидных глинах. Содержание гумуса 3,5 %, нейтральная реакция почвенного раствора (рН 7,0), повышенное количество легкогидролизуемого азота (6,6 мг/100 г), низкое содержание подвижного фосфора (2,6 мг/100 г), среднее (28,7 мг/100 г) – подвижного калия. %. Содержание валового азота равняется 0,23 %, легкогидролизуемого – 7,5 мг/100 г; общего фосфора – 0,20 %. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает кальций. Его доля составляет – 75,3 %. В долинном агроландшафте исследования проводились на рисовых луговых среднемощных легкоглинистых почвах на аллювиальных оглеенных глинах. Содержание гумуса 3,3 %. Реакция почвенного раствора нейтральная (рН=6,8). Содержание валового азота равняется 0,19 %, общего фосфора 0,18 %. Обеспеченность почв доступными растениям формами элементов питания изменяется от средней по наличию легкогидролизуемых форм азота (4,10 мг/100 г) и подвижных соединений калия (25 мг/100 г) до низкой по фосфору (2,2 мг/100 г). Сумма поглощенных оснований достигает 35–42 мг-экв./100 г. Доля поглощенного кальция составляет 70 %, поглощенного магния – до 25 %.

В качестве удобрений в опытах применяли: азотное – карбамид (46 % д.в.), азотно-фосфорное – аммофос (52 % P_2O_5) и калийное – калийная соль (40 % д.в.). Посев проводился в первой декаде мая. Норма высева 7 млн всхожих семян на 1 га для каждого изучаемого сорта. Предшественник – занятый пар. Предпосевная подготовка почвы и уход за посевами риса выполнялись в соответствии с рекомендациями по возделыванию риса в Краснодарском крае. Режим орошения – укороченное затопление.

В стародельтовом агроландшафтном районе наибольшую урожайность показали сорта: Ренар–8,22 т/га; Виктория–7,94 т/га; Диамант–7,7 т/га; в долинном: Диамант–7,29 т/га; Ренар–7,25 т/га; Гамма–6,71 т/га; Флагман–6,8 т/га.

Таким образом, полученные результаты урожайности каждого из изучаемых сортов позволяют рекомендовать ассортимент сортов для различных агроландшафтных районов Краснодарского края.

**ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА–РАСПАДА ГУМУСА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ**

Черепухина И. В.¹, Безлер Н. В.², Колесникова М. В.¹

*¹Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы
им. А. Л. Мазлумова, Воронежская область, ВНИИСС, vniiss@mail.ru;*

²Воронежский государственный университет, Воронеж, bezler@list.ru

Недостаточное количество поступающих в почву органических веществ в агрофитоценозах можно отчасти компенсировать соломой зерновых культур. Процесс разложения соломы может затягиваться на несколько лет. Ускорить его можно с помощью микроорганизмов с целлюлолитической активностью. В лаборатории эколого-микробиологических исследований почв ВНИИСС из чернозема выщелоченного был выделен аборигенный штамм микромицета-целлюлозолитика. В результате лабораторных экспериментов установлено, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 75 %.

В 2009 году в паровом звене зерновсвекловичного севооборота был заложен полевой опыт по изучению трансформации соломы ячменя под воздействием микромицета-целлюлозолитика. Образцы отбирали в динамике (в мае, июле и сентябре). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный тяжелосуглинистый. Численность почвенных микроорганизмов учитывали методом высева почвенной суспензии на элективные питательные среды. (Звягинцев, 1991; Теппер, Шильникова, Переверзева, 2004). Ферментативную активность почвы определяли по классическим методикам (Хазиев, 2005).

В результате исследований выявлено, что при внесении соломы совместно с микромицетом-целлюлозолитиком и дополнительными компонентами наблюдается стабилизация численности зимогенной микрофлоры и снижение численности автохтонной группы микроорганизмов. Так, в мае количество последних было ниже, чем в контроле (7,80 млн КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы) на 28,2 % и чем при использовании соломы без дополнительных компонентов – на 31,7 %.

В процессе жизнедеятельности микроорганизмы продуцируют в почвенную среду ферменты, участвующие в процессах синтеза-распада гумусовых веществ.

Анализ полифенолоксидазной и пероксидазной активности почвы дает возможность оценить направленность процесса гумификации. Выявле-

но, что использование микромицета-целлюлозолитика для активизации разложения соломы способствовало повышению условного коэффициента гумификации, что подтверждается и соотношением зимогенной и автотонной микрофлоры (коэффициент корреляции 0,77).

Установлено, что при использовании микромицета-целлюлозолитика для ускоренного разложения соломы содержание гумуса в почве увеличивается. При запашке соломы с микромицетом-целлюлозолитиком к концу вегетационного периода его количество в почве составило 5,56 %, в то время как при внесении соломы без дополнительных компонентов – 5,17 % (в контроле 4,90 %), в основном, за счет подвижных форм и детрита.

Таким образом, запашка соломы совместно с микромицетом-целлюлозолитиком, стимулируя жизнедеятельность почвенной микрофлоры, положительно сказывается на биохимических превращениях органических остатков, и, в конечном итоге, на накоплении гумусовых веществ в почве.

УДК 631.58:631.6.02

АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Черкасов Г.Н.

*ГНУ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии Россельхозакадемии, Курск,
vnizem@kursknet.ru*

Почва является важнейшим компонентом природных ресурсов биосферы Земли. Она относится к невозполнимым природным ресурсам. В настоящее время состояние земельных ресурсов вызывает большую тревогу. По данным государственного учета, общая площадь эродированных, дефлированных, эрозионно- и дефляционноопасных сельскохозяйственных угодий составляла 130 млн га, в т.ч. пашни – 84,8 млн га. Наблюдается смещение на юг границы кислых почв, снижение содержания гумуса и элементов питания в почвах сельскохозяйственных угодий практически всех регионов России.

Основное богатство России, ее знаменитый чернозём, «царь почв» по оценке Докучаева, из-за чрезмерной эксплуатации находятся на грани истощения. К современным проблемам, вызывающим деградацию черноземов, потерю земельных ресурсов, относится преобладание экстенсивного, нерационального земледелия (с низким уровнем внесения удобрений, особенно органических и т.п.), которое не позволяет стабилизировать экологическое состояние черноземов.

В этих условиях земледелие должно основываться на гармоничном сочетании интересов общества и законов развития природы. Рациональное землепользование, сохранение почвенного плодородия и окружающей среды в современных условиях невозможны без комплексного ландшафтно-экологического подхода к территориальной организации сельскохозяйственного производства, научно обоснованному использованию природных и антропогенно измененных земельных ресурсов.

Устойчивое воспроизводство почвенных ресурсов в технологическом цикле получения необходимого количества качественной продукции является одной из главных задач разработки и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Системы земледелия должны разрабатываться на основе фундаментальных экологических законов и принципов, исключающих нарушение стационарных режимов функционирования природных систем, вовлекаемых в сельскохозяйственное пользование, и этим требованиям в настоящее время отвечают системы земледелия нового поколения – адаптивно-ландшафтные.

Упорядочение использования почвенных ресурсов подразумевает: 1. оценку земель в разрезе каждого рабочего участка по качеству почв, рельефа и микроклимата; 2. размещение сельскохозяйственных культур по тем рабочим участкам, природные условия которых для них наиболее пригодны (по требованию к уровню плодородия почв, тепло- и влагообеспеченности, по реакции на эродированность почв); 3. исключение из пашни и перевод на менее затратный режим использования деградированных земель и сильно истощенных почв, содержание которых в пашне нерентабельно; 4. размещение севооборотов с короткой ротацией (3–5-польных) допускать только на массивах с высокоплодородными почвами, поскольку в таких севооборотах почвы истощаются быстрее; 5. рассредоточение посевов многолетних бобовых трав по всей системе севооборотов в хозяйстве, а не концентрацию их, например, только в травопольных севооборотах, т.к. в севооборотах с чистыми парами, пропашными и зерновыми культурами они выполняют функцию восстановления плодородия почв.

Одним из основных условий экологизации и адаптивности систем земледелия является ограничение на деградацию почвенного плодородия, обусловленную некомпенсируемым выносом питательных элементов из почвы, а также потерями почвы, связанными с распашкой почвенного покрова и воздействиями сельскохозяйственной техники. Прежде всего, системы земледелия должны быть направлены на огра-

нижение потерь почвы под действием эрозионных процессов, так как потери почвы с эрозией представляют собой наиболее опасную форму деградации, являясь необратимыми. Не менее важным является поддержание баланса между выносом питательных элементов с урожаями и их возвратом в почву. Нарушение этого баланса приводит к снижению содержания гумуса, макро- и микроэлементов, подкислению почвы. Внесение достаточного количества органического вещества в почву для поддержания его воспроизводства является неременным условием сохранения почвы как ресурса.

Таким образом, освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия – путь сохранения почвы, повышения продуктивности и устойчивости земледелия и решение продовольственной безопасности страны.

УДК 631.452

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И БАЛАНС УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ ЗЕРНОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Шарков И.Н., Шепелев А.Г., Мишина П.В.

Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства Россельхозакадемии, Краснообск Новосибирской области, humus3@yandex.ru

Оценка скорости минерализации органического вещества и баланса углерода в почвах агроценозов представляет интерес с различных точек зрения. Во-первых, соотношение между приходом и расходом углерода в почве свидетельствует о направленности изменения запаса органического вещества – одного из основных показателей почвенного плодородия. Во-вторых, скорость минерализации определяет накопление в почве минеральных соединений биогенных элементов, например азота, наиболее часто лимитирующего урожайность небобовых культур на старопашотных почвах. В-третьих, конечный продукт минерализации – CO_2 относится к числу так называемых парниковых газов, баланс которых важно оценивать в атмосфере Земли. Минерализацию органического вещества за вегетационный период определяли в парующемся черноземе выщелоченном на основании среднесуточных значений скорости продуцирования CO_2 , которые определяли 1 раз в неделю абсорбционным методом. Баланс углерода в почве оценивали путем сравнения количеств выделившегося $\text{C}-\text{CO}_2$ за вегетационный период и элемента, поступившего в почву с надземными растительными остатками и корнями. Измерения

выполняли во вторую ротацию в 3-х севооборотах пар–пшеница–пшеница, различавшихся количеством поступающих в почву растительных остатков. В двух из них паровое поле было представлено чистым паром, причем в одном севообороте солома пшеницы ежегодно удалялась с полей, в другом – измельчалась и запахивалась в почву. В третьем севообороте чистый пар был заменен сидеральным (смесь вики и овса), солома пшеницы заделывалась в почву. Таким образом, в трехпольных зерновых севооборотах были созданы фоны с минимально и максимально возможным поступлением растительных остатков в почву. В пахотном слое чернозема содержалось: гумуса – 5,8 %, $N_{\text{общ}}$ – 0,30 %, P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 23 и 18 мг/100 г почвы соответственно. В среднем за 2007–2009 гг. в почву севооборотов с удалением соломы с поля, оставлением соломы на поле и с сидеральным паром поступило растительного вещества соответственно 990, 2570 и 3800 кг С/га пашни в год. Минерализация почвенного органического вещества за этот период на данных фонах почвы соответственно составила 1890, 2490 и 3440 кг С/га пашни в год. Следовательно, баланс углерода в почве за вторую ротацию в севообороте с удалением соломы с поля был дефицитным с сальдо –900 кг С/га пашни в год, с оставлением соломы на поле – близким к бездефицитному и в сидеральном севообороте – слабоположительным с сальдо +350 кг С/га пашни в год. Среднегодовая урожайность пшеницы в севооборотах составила 35–40 ц/га. Следовательно, при получении таких урожаев зерновых в 3-польных зернопаровых севооборотах в старопашотных черноземах возможно поддержание бездефицитного баланса углерода при условии оставления на поле всей соломы. Результаты исследования показали, что суммарные за вегетационный период потери углерода из почвы в виде CO_2 тесно коррелировали с приходом углерода в почву ($K = 0,9$), а среднесуточная скорость продуцирования CO_2 – со среднесуточной температурой слоя почвы 0–20 см ($K = 0,7–0,8$). Исследование в 2011 г. зависимости скорости продуцирования CO_2 от приема зяблевой обработки почвы показало, что суммарные за вегетационный период минерализационные потери углерода на фоне вспашки составили в среднем 1852 кг С/га и не различались существенно с результатом, полученным при поверхностной обработке – 1783 кг С/га. В целом материалы исследования подтверждают гипотезу о том, что в старопашотных почвах легкоразлагаемое микроорганизмами органическое вещество (свежие остатки, детрит, подвижный гумус) является своеобразным регулятором, обеспечивающим стабилизацию в них запасов гумуса при изменении поступления растительных остатков.

Симпозиум 9

**АНТРОПОГЕН-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ
И ПОЧВЕННЫЕ ПОКРОВЫ: СТРОЕНИЕ,
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ГЕНЕЗИС И ЭКОЛЮЦИЯ**

Руководители: д.с.-х.н. Н.Б.Хитров, к.б.н. Т.В.Прокофьева

УДК 631.4:581.524.34(1-924.82)

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ
НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В ПОДЗОНЕ
СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)**

**Арчегова И.Б., Кузнецова Е.Г., Лиханова И.А., Панюков А.Н.,
Хабибуллина Ф.М.**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, archeгова@ib.komisc.ru

При изучении формирования почв и растительности на посттехногенных территориях в таежной зоне особую важность приобретают комплексные исследования в системе биота-почва. Методологической основой исследований является принцип системности, в соответствии с которым природная экосистема рассматривается как целостное образование, состоящее из взаимосвязанных и взаимообусловленных структур: растительного сообщества, зоо-микробного комплекса, трансформирующего органические остатки, и продуктивного слоя, т. е. почвы. Компоненты экосистемы связывает механизм биологического оборота органического (растительного) вещества и энергии. Сопряженные исследования почвы, ее микробиоты и растительности позволяют оценить роль каждого из этих компонентов в формировании лесных экосистем, изучить их взаимосвязь и взаимовлияние.

В комплексных исследованиях важное место занимает изучение химического состава атмосферных осадков, проходящих через растительный покров. Дождевые воды, проникая через кроны древесных пород, изменяют свой химический состав вымыванием разнообразных продуктов жизнедеятельности растений и техногенного воздействия, влияя на круговорот веществ в экосистемах и на процесс почвообразования.

Исследования проводили в подзоне средней тайги на стационаре, расположенном в 17 км к юго-западу от г. Сыктывкара. Объект исследований – многолетнее разнотравно-злаковое сообщество, которое

сформировалось в процессе самовосстановительной сукцессии в течение 20–25 лет на техногенном суглинистом субстрате (покровные суглинки, вскрытые и оставшиеся после реконструкции автодороги). В последующие годы разнотравно-злаковое сообщество замещается лесным в процессе естественного возобновления березы, ивы, сосны. На первом этапе формирование лесной экосистемы происходит путем дифференциации отдельных парцелл, приуроченных к разным группам древесных растений. В последние два года отмечен переход сукцессии на новую стадию – формирование сомкнутого древесного яруса (жердняка), образованного преимущественно мелколиственными породами.

Установлено, что в соответствии с изменением состава растительного сообщества происходит преобразование почвы, которое проявляется в ослаблении (разрушении) дернины, формировании лесной подстилки, аккумуляции в ней грубого гумуса.

Почвенная микробиота отражает парцеллярное преобразование травянистого растительного сообщества. Под травами и листовыми породами развиты актиномицеты и бактерии, микробиота в почве сосновой парцеллы в основном представлена мицелиальными и дрожжевыми грибами. Наибольшее количество аммонифицирующих бактерий отмечено в почве березовой парцеллы.

Состав атмосферных осадков преобразуется древесными растениями в зависимости от их вида. Выражено сезонное изменение содержания элементов-биогенов в кроновых водах. С осенними водами из органогенного слоя мигрируют более агрессивные органические вещества, особенно под сосной, что вызывает постепенно накапливающиеся изменения минеральной массы под биогенно-аккумулятивным слоем.

По результатам комплексных (сопряженных) исследований сделано заключение, что на стадии заселения травянистого сообщества древесными растениями морфологическое строение и химические свойства почв, характеристика микробиоты, химический состав кроновых вод отражают парцеллярную структуру растительного сообщества формирующейся лесной экосистемы. На новом этапе – формировании сомкнутого древесного яруса с преобладанием мелколиственных пород древесных растений – соответственно преобразованию растительной компоненты происходит закономерное изменение в целом экосистемы.

ОСУШЕНИЕ ЛЕСНЫХ БОЛОТ И ПОЧВА**Бабиков Б.В., Субота М.Б.***СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, subota_m@mail.ru*

Болота в лесном фонде России занимают около 130 млн га, еще около 100 млн га занимают заболоченные земли. Производительность лесов в таких условиях низкая. Тогда как потенциально болота, особенно низинного и переходного типов, достаточно богаты. Но использованию богатства почв лесом мешает избыток воды. Удаление избытка влаги при гидромелиорации (осушении) улучшает аэрацию почвы и улучшает ее прогреваемость, что особенно важно в условиях зоны boreальных лесов. Изменяется характер почвообразовательного процесса. На формирование почв на осушенных землях влияет как осушение, так и формирующийся древостой. Рассмотрим такие изменения на примере многолетних исследований проводимых на стационаре кафедры почвоведения и гидромелиорации Ленинградской Лесотехнической академии.

В год осушения участок был представлен торфяником с глубиной торфа до 0.5 м. В 1959 году были созданы культуры сосны посадкой 2-х летних саженцев. После осушения усилилось разложение торфа, что можно оценить по продуцированию и эмиссии CO_2 . При слабом осушении (глубина грунтовых вод 25–30 см) продуцирование и эмиссия CO_2 составляет 38.4 кг/га в сутки, на интенсивно осушенном участке (глубина грунтовых вод 40–50 см) – 73.6 кг/га в сутки. Произошло уплотнение и осадка торфа. Через 40 лет после осушения мощность торфа не превышает 26–35 см.

Изменилась водопроницаемость торфа. В год осушения коэффициент фильтрации варьирует в пределах 26–13.5 м/сут. Через 22 года, когда сформировался древостой высотой 11 м, с запасом древесины 210 м³/га и I класса бонитета, с мощной корневой системой, за счет армирования почвы корнями коэффициент фильтрации увеличился до 19.4–36.0 м/сутки, достигая в верхних горизонтах 70–110 м/сутки.

В возрасте 33–45 лет древостой имел запас соответственно 287 и 405 м³/га, при высоте 16.0 и 28.5 м с полнотой более 1.0. В таком состоянии древостой расходовал влаги за период вегетации на суммарное испарение на 10–20 % больше величины выпадающих осадков.

За это время сменился тип водного режима с промывного до выпотного (транспирационного).

Напочвенный покров до осушения был представлен преимущественно гидрофитными растениями, в основном кукушкин лен, сфагнум фискум, пушица влагалищная. В насаждении 45 летнего возраста, когда древостой имел высоту более 23 м, с запасом древесины 439 м³/га, с полнотой 1.1, встречались преимущественно мезофитные растения – щитовник игольчатый, кислица, черника, а местами и полевица обыкновенная.

В результате разложения и минерализации зольность торфа с 8–10 % выросла до 22–26 %.

Сосновое насаждение за счет опада хвои привело к увеличению актуальной кислотности почвы, показатель рН с 4.7–4.8 снизился до 3.8–4.1. Гидролитическая кислотность в год осушения составляла 31.4–45.2 мг/экв., через 40 лет после осушения 47.6–65.5 мг/экв.

Под влиянием осушения и древостоя совершенно изменился процесс почвообразования и тип почвы.

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНТ-ПЕТЕРБУРГА БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Бардина Т.В., Чугунова М.В., Герасимов А.О., Маячкина Н.В.

*Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
Санкт-Петербург, bardinatv@mail.ru*

Почвы крупных городов, постоянно находящиеся под действием человеческой деятельности, являются антропогенно измененными почвами. Сильный антропогенный прессинг в виде тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов, ПАУ, антигололедных средств и других загрязняющих веществ приводит к значительному ухудшению экологического состояния городских почв и, следовательно, к появлению в ней токсичности. Но и в городской экосистеме почва должна выполнять свои экологические функции: обладать плодородием, являться биогеохимическим барьером для загрязняющих веществ и обеспечивать качественный уровень жизни для всех организмов, в том числе и человека.

Исследования проводились в течение нескольких лет на мониторинговых площадках, расположенных на землях городской застройки (газоны вдоль оживленных автомагистралей, скверы, внутриквартальные пространства), а также на землях промышленной зоны (ТЭЦ). Исследуемые

почвы представляли собой урбаноземы. Отбор смешанных образцов почв осуществлялся ежегодно в течение вегетационного периода титановым почвенным буром с глубин 0–5 и 5–20 см.

Экологическое состояние почв мегаполиса определяли с помощью как традиционных, так и новых биологических методов контроля. Точность анализа токсичности почв достигалась путем применения набора биотестов с использованием различных тест-организмов при контроле их разных биологических параметров: ракообразные, простейшие, семена высших растений, почвенные микроорганизмы. Для комплексной экотоксикологической оценки почв были использованы методики токсикологического анализа, включенные в Федеральный реестр, в том числе методика на проростках высших растений, разработанная в НИЦЭБ РАН. Также проводилось определение биологической активности почв по интенсивности выделения почвой углекислого газа.

В результате проведенных исследований было установлено, что верхние слои городской почвы в большинстве случаев характеризуются присутствием различной степени токсичности и снижением биологической активности по сравнению с контролем. В почвенном покрове на площадках, где имеет место значительная антропогенная нагрузка (близость транспортных магистралей и промышленных зон), токсичность присутствовала постоянно, что может свидетельствовать о нарушении экологической функции этих почв. Степень токсичности почвы на большинстве мониторинговых площадок увеличивалась осенью в связи с накоплением в верхних слоях почв загрязняющих веществ. Не токсичными были свеженасыпные слои газонов, но с течением времени в них выявлялся факт токсического загрязнения. Наблюдалась также токсичность почвы, вызванная сезонным засолением.

В результате многолетних наблюдений за экотоксичностью городских почв, было выявлено, что динамика токсичности городской почвы определяется не только степенью антропогенной нагрузки, но и динамикой природных процессов, которые оказывают влияние на экологическое состояние почвы.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ В ПРИХУБСУГУЛЬЕ И ЮГО-ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ

Белозерцева И.А., Черкашина А.А.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, belozia@mail.ru

Исторически принадлежавшие кочевым народам (монголам и бурятам) земли района ранее использовались исключительно как пастбищные угодья. С приходом русского населения пригодные для земледелия участки были распаханы и использовались для посевов сельскохозяйственных культур. В настоящее время большинство этих земель заброшено, частично используются под пастбища. Подавляющее большинство пастбищ в настоящее время представляют собой сложное сочетание нарушенных участков в различной степени. Ненормированное использование под выпас природных пастбищ с чрезмерной нагрузкой ведет к значительным нарушениям структуры и продуктивности растительных сообществ, механическому разрушению дернины, эрозии и уплотнению верхнего горизонта почв, микротеррасированию склонов. Предельно допустимая пастбищная нагрузка для черноземов (гидрометаморфизованных), каштановых (гидрометаморфизованных), аллювиальных торфянисто-глеевых и перегнойно-гидрометаморфических почв составляет 200 голов/км². Для черноземов и каштановых почв степных ландшафтов установлена предельно допустимая нагрузка – 410 голов./км². Уровни предельных нагрузок установлены путем выделения критических точек на линиях трендов зависимости «нагрузка – эффект», построенных по чувствительным свойствам, закономерно изменяющимся от численности поголовья скота.

Горно-котловинный рельеф, относительное малоснежье, засушливый весенне-раннелетний период, сильные ветры, господство светлых лесов с легковоспламеняющимися подлеском и опадом способствуют быстрому распространению возникающих чаще всего из-за деятельности человека пожаров. В этом регионе сильно нарушенные пожарами леса к настоящему времени составляют около 50 % территории. Периодическим пожарам в разное время и в различной степени были подвержены практически все леса. Последствия влияния на почву пожаров, затрагивающих подстилку – это изменение органического вещества, реакции почвы, содержания обменных оснований, водорастворимых соединений. Под влиянием лесных пожаров снижается кислотность верхнего слоя почвы в результате его обогащения щелочно-

земельными и щелочными элементами, поступающими из золы сгоревших биогенных объектов. Наиболее значителен рост этих нейтрализующих среду элементов в водорастворимой форме при очень сильных пожарах.

На северо-восточном берегу оз. Хубсугул (междуречье Тойн-Гола и Танын-Гола) нами зафиксирован полностью выгоревший лес с развитым в нем ранее криоземом. После ветровала, как результата пожаров третьей категории (при полном выгорании растительности), поверхность почвы стала больше прогреваться и вследствие таяния близко залегающих здесь многолетнемерзлых пород активизировался процесс заболачивания. В итоге почва эволюционировала в торфяно-криозем. В мерзлотных подзолистых почвах при этом также развиваются процессы оглеения и оторфования (торфяно-подзолисто-глеевые). На участках с более глубоким залеганием или отсутствием многолетнемерзлых пород после пожаров получают развитие процессы остепнения. Например, многие ныне степные ландшафты описывались Б.Б. Польшовым и И.М. Крашенинниковым (1926) в начале XX в. как таежные. Полевыми исследованиями почв остепненных участков окрестностей пос. Ханх, Хух-Муст и Хатгал, междуречья Танын-Гола и Тойн-Гола, восточного склона хребта Баян-Ула, северо-западного склона Хубсугульской котловины (междуречье Ханх-Гола и Тохмог-Гола) выявлены послепожарные остатки древесины на глубине 11–18 см. По исследованиям А.А. Сирина (2010), в развитии болотных ландшафтов Монголии зафиксированы периоды различных экологических условий и явные тенденции к их опустыниванию в последние десятилетия. По данным Ч. Доржсурэн (2004), на старых крупных вырубках Северной Монголии, многократно подверженных пожарам, интенсивно протекает процесс остепнения.

В сравнительно благоприятных биоклиматических условиях Тункинской котловины с более низким гипсометрическим уровнем в достаточно увлажненных серийных послепожарных геосистемах и на ранее освоенных из-под леса сельскохозяйственных угодьях, которые затем были «заброшены», в настоящее время идет активное лесовосстановление на стадии развития подроста лиственницы, сосны и мелколиственных древесных пород.

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СВОЙСТВА ПОЧВ УСМАНСКОГО БОРА

Беляев А.Б., Горбунова Ю.С., Девятова Т.А.

*Воронежский государственный университет, Воронеж, :soils@bio.vsu.ru,
ice-queen_88@mail.ru, : devyatova@bio.vsu.ru*

Лесные пожары на территории России представляют собой значительную угрозу для нормального функционирования природных экосистем. Научная база программ противодействия лесным пожарам должна включать данные о последствиях влияния пирогенного фактора на различные компоненты природной среды, в том числе на почвы.

Целью работы является изучение влияния пожаров на свойства почв Усманского бора.

В задачи исследований входило: заложение почвенных разрезов и их морфологическое описание; определение основных химических и физико-химических показателей изучаемых почв; вариационно-статистическая обработка полученных результатов с использованием программ Stadia и Microsoft Excel.

Объектами исследования являются дерново-лесная глеевато-элювиальная супесчаная и дерново-лесная глеево-элювиальная песчаная почвы, распространенные на территории биоцентра ВГУ «Веневиново» (Усманский бор).

В исследованных пирогенных почвах выявлена тенденция к снижению содержания гумуса в слое 0–10 см особенно в дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве на 1,00 % и незначительное увеличение его содержания в нижележащем слое на 0,09 %. Пирогенный фактор оказал влияние на содержание обменных катионов, в сторону их увеличения, особенно на дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве. Содержание катионов Ca^{2+} выше в почвах березняка – 6,31 ммоль(+)/100 г почвы в слое 0–10 см, вниз по профилю происходит закономерное уменьшение содержания катионов Ca^{2+} до 3,82 ммоль(+)/100 г почвы. Максимальное содержание катионов Mg^{2+} отмечается в слое 0–10 см в дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве и составляет 1,59 ммоль(+)/100 г почвы с глубиной их содержание уменьшается до 1,04 ммоль(+)/100 г почвы. В почвах подвергшихся пожару происходит незначительное уменьшение в содержании катионов Mg^{2+} до 1,44 ммоль(+)/100 г почвы. После пожара произошло смещение показателя pH от кислого – 5,21 к слабокислому – 5,92 диапазону в дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве на глубине 0–

10 см. Дерново-лесная глеевато-элювиальная супесчаная почва с поверхности на фоновом участке сильноокислая – 4,12, после пирогенного воздействия реакция среды изменилась и приблизилась к кислой – 4,83. На пирогенных почвах мы наблюдали снижение гидролитической кислотности по сравнению с не тронутой пожаром почвой. На дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве в слое 0–10 см гидролитическая кислотность уменьшилась на 1,95 ммоль(+)/100 г почвы и на 0,84 ммоль(+)/100 г почвы в дерново-лесной глеевато-элювиальной супесчаной почве.

Содержание щелочногидролизующего азота в пирогенных почвах уменьшилось на 7,7–30,6 мг/кг по сравнению с фоновыми, это связано с тем, что при температурах около 500 °С большая часть органических соединений азота сгорает.

После пожара содержание P_2O_5 в дерново-лесной глеевато-элювиальной супесчаной почве увеличилось и достигло 8,21 мг/100 г. В дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве произошло увеличение в содержании P_2O_5 до 6,97 мг/100 г.

Вывод: в почвах лесов, подвергшихся пожару произошло подщелачивание раствора, снижение содержания гумуса и азота и увеличение содержания зольных элементов (P_2O_5 , K_2O). Тенденция к росту значений pH в почвах после пожара объясняется тем, что зольные водорастворимые соединения, проникая в почву, насыщают поглощающий комплекс щелочноземельными элементами и вызывают сдвиг реакции среды к нейтральному диапазону. С поступлением золы на поверхность почвы увеличилось содержание обменных катионов $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ в пирогенных почвах на 1,09–1,15 ммоль(+)/100 г.

УДК 631.4:551.311.234(470.3)

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ЦЧР ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Божко С.Н., Девятова Т.А., Божко Н.Е.

Воронежский государственный университет, Воронеж, sveta19691@yandex.ru, devyatova@bio.vsu.ru, sveta19691@yandex.ru

Проблема рационального использования природно-ресурсного потенциала и, в первую очередь, земельных ресурсов всегда была и остается в перспективе основой экономического благополучия общества. Сельскохозяйственное производство не только создает жизненно важный продовольственный рынок, но и оказывает не всегда благоприят-

ное воздействие на естественные природные ресурсы. При этом почвы, испытывая на себе техногенные нагрузки, одновременно являются лучшими диагностическими свидетельствами, своего рода, естественным мониторингом состояния агроэкосистем в прошлом, настоящем и будущем. Интерес к экзогенным геодинамическим процессам (ЭГП) вызван их широким распространением на территории ЦЧР, необходимостью рационального использования земельных ресурсов региона, а также практическими нуждами сельского хозяйства, строительства и почвенного мониторинга. Территория ЦЧР характеризуется высокой степенью проявления ЭГП за исключением Окско-Донской низменности. На территории ЦЧР встречаются плоскостная и линейная водная эрозия, оползни, обвалы, осыпи, карст, суффозия, солифлюкция и дефлюкция. Территория ЦЧР интенсивно используется в сельском хозяйстве (80,0 %), степень распаханности составляет 62 %. Более 50 % пашни расположены на склонах с уклоном более 1°. При таких условиях активно развивается эрозия от стока ливневых и особенно талых вод. 25,4 % пахотных земель ЦЧР имеют различную степень смывости. Приблизительно четверть общей территории ЦЧР имеют повышенную или даже высокую эродированность – выше 35 и 50 %. Это большая часть Белгородской области, южная часть Воронежской (преимущественно степные районы с обыкновенными или типичными черноземами) и некоторые районы Орловской области. Почвы овражно-балочного комплекса на Среднерусской и Калачской возвышенностях занимают до 12 % территории и более. Почвы балочных склонов, днищ балок и овражные почвы занимают соответственно 8,0 %, 4,7 % и 1,9 % от общей площади правобережья Дона Воронежской области. В среднем в ЦЧР площадь оврагов занимает 0,5 млн га (2,6 % территории), а овражно-балочные комплексы составляют почти 8 % территории. Густота овражно-балочной сети в ЦЧР изменяется от 3,0 км/км² в юго-западной части Среднерусской возвышенности до 0,3 км/км² на Окско-Донской низменности. Средний прирост оврагов в ЦЧР составляет 1,5 м в год, с колебаниями от 0,5 м до 10 м и более. Ежегодный прирост площади земель, разрушенных оврагами в ЦЧР составляет 9,4 тыс. га, из них на Воронежскую область приходится 4–5 тыс. га. В хозяйствах с сильным развитием овражной эрозии площадь пашни может снижаться на 20 %. Общее сокращение площади пашни за счет овражной эрозии только в Воронежской области превышает 400 тыс. га. На территории ЦЧР оползни сейсмогенного типа встречаются в карьерах КМА, Шкурлатовского, Латненского и других месторождений, в районах шоссейных дорог Воронеж-Белго-

род у с. Игуменка, Воронеж-Ростов у с. Шестаково и других, на правобережьях рек Дона (у р.п. Каменка, с. Сторожевое), Сухой Россоши (у р.п. Подгорное). Оползни гидрогеологического типа на меловом юге Среднерусской возвышенности имеют цирковидную форму. На севере ЦЧР оползни этого типа превращаются в «висячие» болота. Гидрогенные оползни приурочены, главным образом к склонам долин рек Дона, Сосны, Ворсклы и других, к берегам Воронежского, Матырского и других водохранилищ. Наиболее крупным из них является Белгородский оползень на Дону и оползни, расположенные в районе сел Белогорье, Кобылка, Сторожевое, Урыв, Щучье и других. Кроме того в регионе встречаются климатогенные и полигенные оползни.

УДК 631.42

ОПЫТ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГОРОДСКИХ ПОЧВ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Васенев В.И.

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, vasenyov@mail.ru.

За последние десятилетия утвердилось понимание биосферной роли почв, оформившееся в учение о почвенных экологических функциях. На данный момент основной сложностью практического использования этой теории является дефицит критериев и показателей для качественной и количественной оценки экологического функционирования почв. Особенно актуальна данная проблема для почв городов, специфика функционирования которых во многом определяется доминирующим влиянием антропогенного фактора и принципиально отличается от естественных аналогов.

При поиске показателей почвенного функционирования целесообразно обратиться к характеристикам углеродных пулов и биологической активности почв, отличающимся высокой чувствительностью, таким как углерод микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$), микробное дыхание (МД), микробный метаболический коэффициент (qCO_2) и почвенный органический углерод ($C_{\text{орг}}$). В отличие от естественных экосистем наблюдается явный дефицит данных по $C_{\text{мик}}$, МД, qCO_2 и $C_{\text{орг}}$ для городских почв.

Для представительного ряда городских почв ($n=61$) были изучены морфогенетические, химические и биологические свойства, включая показатели функционирования, описано их пространственное разнообразие.

Объектами исследования послужили почвы под газонами (конструктоземы и реплантоземы) г. Москва, и населенных пунктов Московской области: Дубна, Воскресенск, Пущино и Серебряные Пруды, что отразило разнообразие биоклиматических условий региона. Изучались почвы промышленной, селитебной и рекреационной функциональных зон, что позволило учесть контрастную нагрузку. Рассматривались как поверхностный (0–10 см), так и подстилающий горизонты (10–150 см). Анализ функционирования городских почв проводился в сравнении с зональными аналогами ($n=30$).

Несмотря на очень высокое внутренне разнообразие городских почв, показано их значимое отличие от естественных по ряду показателей. Так $C_{\text{мик}}$ и МД городских почв оказались на 40–50 % меньше, а $C_{\text{орг}}$ – на 20–30 % больше, чем в естественных. Для городских почв отмечена более щелочная реакция среды, большее содержание элементов питания, более высокий уровень загрязнения тяжёлыми металлами (Cu, Pb, Zn), более легкий гранулометрический состав и меньшая мощность органо-генного горизонта. Основными факторами, определившими региональное разнообразие $C_{\text{мик}}$, МД, qCO_2 и $C_{\text{орг}}$ конструктоземов Москвы и Московской области, были «зональность», «землепользование» и «глубина». Отмечено, что по мере уменьшения антропогенной нагрузки $C_{\text{мик}}$ и МД увеличивались, а qCO_2 уменьшался как для конструктоземов, так и для зональных почв.

Полученные результаты были использованы для оценки трех частных экологических функций городских почв (местообитание микроорганизмов, регуляция качества атмосферы и субстрат для растений), а также интегральной оценки их экологического функционирования. Показано неудовлетворительное функционирование городских почв в целом по региону (2.11 балла; 34 % критических значений – для поверхностных горизонтов и 2.22 балла; 20 % критических значений – для подстилающих). Наименее благоприятная ситуация отмечена для г. Дубна – критические значения для всех частных функций. Показана высокая функционально-экологическая значимость подстилающих горизонтов, которые по выполнению ряда экологических функций не уступали поверхностным, а иногда и превосходили их. Отмечена высокая корреляция результатов интегральной оценки на основе расчетного индекса с почвенным экологическим индексом (ПЭИ). В тоже время установлено, что расчетный индекс несет дополнительную функционально-экологическую информацию и лучше коррелирует с частными оценками функций, каждая из которых индивидуально значима.

ОТРАЖЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПАЛЕОУРБАНОЗЕМАХ

Гольева А.А.

*Учреждение Российской академии наук Институт географии РАН, Москва,
alexandragolyeva@rambler.ru*

Наиболее интенсивные преобразования в результате хозяйственной деятельности происходят на участке поселения. В процессе обживания и обновления ветхих жилищ, идет формирование специфических толщ – урбаноземов или культурных слоев.

За тысячелетний период активного хозяйствования люди в той или иной степени преобразовали значительные территории. Так, например, для Центральной России термин «коренные леса» все чаще заменяется на термин «условно коренные леса» поскольку по мере накопления историко-археологических данных становится ясно, что вся территория неоднократно проходила через агрогенную и/или поселенческую стадию, хотя и в различной степени. И если признаки древней распашки можно выявить спустя длительное время лишь аналитическими методами, то места обживания (палеоурбаноземы) даже спустя тысячи лет сохраняют свои специфические свойства, резко контрастирующие с таковыми для зональных почв. В истории освоения земель были периоды, когда плотность населения была выше современной, а на отдельных территориях значительно. Учитывая тот факт, что в прошлом высокая плотность населения была сопряжена не с этажностью зданий, а с количеством селищ и городищ, т. е. было не только сосредоточение в каком-то одном центре, но и повсеместное рассредоточение на обширной площади. Согласно археологическим данным, в Центральной России, включая нечерноземье и черноземье, поселения в отдельные исторические эпохи располагались в пределах 4–5 км друг от друга. Подобные периоды регулярно повторялись в исторической ретроспективе. Иногда восстанавливались заброшенные поселения, иногда создавались новые. И на ранее непреобразованных землях начиналось формирование урбанозема.

После ухода людей с обжитого участка постройки разрушаются, зарастают травами, начинается процесс почвообразования в толще созданного ранее урбанозема, который переходит в категорию палеоурбаноземов. На сегодняшний день исследованы новообразованные постурбанистические почвы многих природных зон России. Выявле-

но, что все они обладают рядом общих морфологических и химических свойств, т. е. наблюдается конвергенция почвенного покрова. Можно так же говорить об определенной инверсии основных свойств этих почв в зональном ряду. Так, почвы палеоурбаноземов поселений аридной зоны, расположенные среди зональных светло-каштановых почв, по своим свойствам становятся ближе к каштановым и даже темно-каштановым почвам. А почвы, сформированные на культурных слоях в таежной зоне, имеют свойства, характерные для почв значительно более южных – серых лесных, черноземовидных, вплоть до черноземов южных.

Характерными чертами почв, сформированных при доминирующем воздействии антропогенного фактора, являются: искусственный генезис горизонта или серии горизонтов; высокая скорость (по сравнению со скоростями природных процессов) их формирования; ясная морфологическая диагностика; специфические свойства и процессы в созданной толще; накопление или потеря отдельных химических элементов; обратимость многих параметров при снятии антропогенного фактора и др.

Таким образом, антропогенный фактор почвообразования проявляется в виде нового глобального общего процесса формирования искусственных интразональных почв. Этот процесс направлен на сходство ряда почвенных параметров: щелочное или нейтральное рН, обогащенность органическим и минеральным углеродом, накопление биофильных элементов, часто – обогащенность биогенным кремнеземом и солями. Основным признаком является выделение морфологически особого горизонта, имеющего искусственную природу и различную мощность. Устойчивость большинства соединений и новообразований чрезвычайно высока, что позволяет говорить о формировании новых антропогенных интразональных почв. Равновесное функционирование этих почв неустойчиво, практически отсутствует. Оно напрямую зависит от длительности и интенсивности антропогенного воздействия, длительности постантропогенного периода, гранулометрического состава исходной породы и, очевидно, многих других факторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 11-05-00967

ГЕНЕЗИС И СВОЙСТВА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ДОНО-АКСАЙСКОЙ ПОЙМЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОЛЬФ-ПОЛЯ «ДОН» И КАЧЕСТВО ГАЗОННОГО ПОКРЫТИЯ

Горбов С.Н.¹, Безуглова О.С.², Романюта Е.М.²

¹ООО Гольф&Кантри Клуб «Дон», Ростов-на-Дону, gorbow@mail.ru;

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, lola314@mail.ru

Гольф является одним из самых популярных видов спорта в мире, с большой историей, как правил и этикета игры, так и спортивных сооружений, обеспечивающих игру. Поля для гольфа построены практически во всех климатических зонах, каждое из гольф-полей схоже с другими и уникально одновременно. Схожесть заключается в стандартном наборе игровых зон (*ти, грин, ферфей, раф*), уникальность каждого поля проявляется в слагаемых эти гольф-поля почвах и грунтах, сопряженных с особенностями климатической зоны. Для почвоведов гольф-поле является чрезвычайно интересным объектом исследования: игровые зоны поля, по сути, являются моделями различного антропогенного воздействия на почву.

Почвенный покров Доно-Аксайской поймы представляет собой сложную полигенетическую систему почв, обладающих разнообразным составом и комплексным характером пространственной организации. Основу почвенного покрова до начала строительства гольф-поля составляли аллювиально-луговые насыщенные почвы различной мощности. Для них были характерны: карбонатность с поверхности, тяжелый гранулометрический состав с высоким участием ила, наличие в нижней части гумусового слоя признаков переувлажнения в виде ржаво-сизых пятен оксидов и закиси железа. Почвы были в той или иной степени засолены, причем пестрота по этому показателю, как в пространственном, так и профильном аспекте была значительна.

При строительстве гольф-поля аллювиально-луговые почвы были сохранены только в межигровой зоне. На большей части территории (фервей) под насыпным плодородным 20-сантиметровым слоем горизонта А нативных почв залегает перемешанная почвенная масса, использованная для создания искусственного слабоволнистого ландшафта, под которой погребены скальпированные аллювиально-слоистые и аллювиально-луговые почвы. Игровая зона «предгрин» отличается от фервеев большим участием в гранулометрическом составе почвы пес-

чаных фракций. Игровые зоны «грин» и «ти», занимающие 5 % от площади поля, представляют собой полностью искусственные почвоподобные образования – конструктороземы. Это сложные инженерные сооружения, состоящие из послойных образований различной мощности и состава.

Тяжелый гранулометрический состав аллювиально-луговых почв с преобладанием илистых частиц в составе физической глины является неблагоприятным для газонной растительности. Поэтому на рафах и фервеях даже незначительное, на первый взгляд, увеличение доли ила в составе физической глины, обнаруженное в почве на участках с неудовлетворительным состоянием газона, может являться причиной аномального проекционного покрытия газонной растительности. Пескование оказывает эффективное улучшающее действие на состояние газонной растительности.

Содержание гумуса во всех отобранных образцах менее 4 %, следовательно, почвы слабогумусированные. В образцах, отобранных под хорошим состоянием газонного покрытия, содержание гумуса выше, чем в образцах, отобранных на участках с неудовлетворительным состоянием газона. Это позволяет сделать вывод, что в условиях дефицита гумуса этот показатель становится достаточно важным.

Обеспеченность аллювиально-луговой почвы доступными фосфатами высокая. Причем, содержание подвижного фосфора значительно выше в образцах с хорошим состоянием газона, следовательно, состояние газона зависит и от содержания в почве подвижного фосфора. Вероятно, вклад каждого из рассмотренных показателей невелик, но в совокупности они заметно влияют на состояние растений газонного покрытия на рафах и фервеях: при уменьшении ила в составе физической глины, увеличении содержания гумуса и росте обеспеченности подвижными фосфатами состояние газона улучшается.

Ухудшение состояния газона на предгрине зафиксировано только на участках с более тяжелым гранулометрическим составом конструкторозема. Здесь содержание гумуса и подвижных элементов питания на качество газона не влияет.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ Г. МИРНЫЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Данилов П.П., Саввинов Г.Н., Петров А.А., Сивцева Н.Е.

*Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
Северо-Восточного Федерального Университета, г. Якутск, DanPP@mail.ru*

В настоящее время значительные площади занимают техногенные поверхностные образования, которые представляют собой целенаправленные сконструированные почвоподобные тела и/или остаточные продукты хозяйственной деятельности.

Образовавшиеся на сегодняшний день на территории г. Мирный техногенные поверхностные образования занимают в основном водораздельные пространства и их склоны, где в естественном состоянии преобладали мерзлотные дерново-карбонатные почвы в сочетании с мерзлотными перегнойно-карбонатными почвами.

Исследования проводились в районе г. Мирный в период с 2001 по 2011 г. Определение физико-химических свойств почв, почвогрунтов и грунтов проводилось в соответствии с общепринятыми в почвоведении методами в лаборатории физико-химических методов анализа Института прикладной экологии Севера (г. Якутск) и лаборатории агрохимии Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск).

Согласно систематики техногенных поверхностных образований, сформированные на исследуемой территории почвоподобные тела в основном относятся к литостратам, органолитостратам и урбиквазиземам, которые занимают основную часть территории города. Последние, относящиеся к группе квазиземы, представляют собой гумусированные, внешне сходные с почвами, почвоподобные образования. В морфологическом строении имеют фрагменты органогенных горизонтов, слоев и включений в виде остатков строительных материалов. Реакция среды урбиквазиземов на поверхности слабощелочная (рН 7,7–8,1) и характеризуются высоким содержанием грубого гумуса (11,0–14,0 %). Содержание P_2O_5 относительно высокое и доходит до 32,0 мг/кг. Содержание железа составляет 49,4 мг/кг.

Литостраты представлены субстратом лишенной гумусированного слоя и состоящей из минерального материала природного происхождения. В морфологическом строении не дифференцируются на четко выраженные слои (ни по одному из морфогенетических признаков почв). Гранулометрический состав в основном относится к легкой градации – су-

песчаной. Реакция среды в большинстве случаев сильнощелочная и колеблется от 8,3 – до 8,7. Содержание $C_{\text{общ}}$ – 0,5–1,5 %, P_2O_5 – 3,0–128,0 мг/кг, $Fe_{\text{общ}}$ – 22,9–314,3 мг/кг.

Органолитостраты представлены смешанным несортированным органоминеральным материалом. Гранулометрический состав органолитостратов также в основном относится к легкой градации и представлен рыхлыми песками. Реакция среды слабощелочная и колеблется от 7,5–7,7. Они в отличие от литостратов относительно богаты органическим веществом. Так, содержание гумуса на поверхности составляет 3,1 %, $N_{\text{общ}}$ – 0,025 % и P_2O_5 – 264 мг/кг, $Fe_{\text{общ}}$ – 150,1–170,2 мг/кг.

Таким образом, в настоящее время территория г. Мирный в основном представлена литостратами, органолитостратами и урбиквазиземами, иными словами, техногенными поверхностными образованиями, имеющими свои особенности (морфогенетических признаков, составов и свойств).

УДК 631.47:504.5(1–21)

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ПОЧВ И ПОЧВОПОДОБНЫХ ТЕЛ Г. МОСКВА

Иваников Ф.А., Прокофьева Т.В., Розанова М.С.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва,
tatianaprokofieva@yandex.ru*

Исследованы гумусово-аккумулятивные горизонты почв и почвоподобных техногенных образований (ПТО) жилых кварталов, придорожных территорий, общественных и природно-рекреационных зон г. Москва, расположенных в разных геоморфологических позициях, обуславливающих изначально различный природный фон. Структура и особенности использования этих городских территорий (Тушино, Покровское-Стрешнево, Крылатский берег, Университет) складывались веками. Земли окультуривались человеком на разных стадиях развития поселения, а затем вписались в городскую среду в виде участков с различными типами функционального использования. Целью работы была характеристика (на качественном и количественном уровне) и оценка особенностей образования и свойств органического вещества (ОВ), сформированного в разных типах городских почв, в связи с изменением условий гумификации под влиянием антропогенного воздействия.

Городские почвы имеют синлитогенную природу. Их поверхностные гумусово-аккумулятивные горизонты, как правило, имеют небольшой возраст: от нескольких лет до нескольких десятилетий и со временем оказываются погребены под более молодыми городскими почвами и грунтами. На формирование ОВ этих почв большое влияние оказывает городская среда, образуя антропогенные горизонты со свойствами, не характерными для естественных почв южной тайги. Одновременно формируется иной состав микробиоты, который функционирует в городских почвах в ином режиме, чем в естественных. Естественное поступление ОВ нарушается ежегодной уборкой древесного опада и регулярной стрижкой газонов. Среди специфических источников органического вещества можно упомянуть: бытовой и хозяйственный мусор, рекультивационные грунты на основе компостов, атмосферные выпадения, в том числе, большое количество пыли, оседающей на листьях, траве и концентрирующей в себе многие канцерогены, экскременты домашних животных и др. Современные тенденции в изменении почвенного покрова г.Москва выражаются в повсеместном проведении поверхностной рекультивации.

В первую очередь, это сказывается на окраске и спектральной отражательной способности (СОС) почвенных горизонтов. Показано, что полogie вогнутые спектральные кривые характерные в естественных условиях для оторфованных горизонтов с большим количеством ОВ, для городских почв – это горизонты, целиком состоящие из торфокомпостных смесей или ими удобренные. Наши исследования позволяют впервые использовать форму спектральных кривых как диагностический признак для выявления рекультивированных городских почв даже при отсутствии явных морфологических признаков внесения компоста в почву когда-либо в прошлом (до 7 лет).

По результатам исследований можно выявить тенденцию к увеличению концентраций ОВ в селитебной зоне. Она отлична от европейской, где отмечено понижение содержания Сорг в почвах многоэтажной застройки по сравнению с одноэтажной и лесопарковыми территориями. По всей видимости, к этому приводит практика последних лет по улучшению качества почв г.Москва за счет регулярного внесения компостов в почвы города. Можно предположить, что запасы Сорг в городских почвах за прошедшие 7–10 лет также увеличились.

Выявленная ранее тенденция к формированию фульватно-гуматного типа гумуса в городских почвах не является однозначной. Так, в малокарбонатных, неоглееных горизонтах, как правило, формируется гумус, преимущественно, фульватного типа, характерного для почв южной тайги.

ПАСТБИЩНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СУХОСТЕПНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА

Ильина Л.П.¹, Калиниченко В.П.², Сушко К.С.¹

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, iljina@ssc-ras.ru;

²Институт плодородия почв юга России, Персиановка, kalinitch@mail.ru

Соблюдение условий оптимальной пастбищной нагрузки позволяет сохранить плодородие, разнообразие, продуктивность сообществ эксплуатируемых земель. При умеренном выпасе пастбищные экосистемы длительное время функционируют устойчиво: в них накапливается растительная биомасса, поддерживается баланс между ее синтезом и деструкцией, в верхних почвенных горизонтах образуется гумус, почва обогащается питательными веществами, активизируется биологический круговорот. Проблема нерегулируемого выпаса, приводящая к пастбищной дигрессии, в последние годы приобрела масштабный характер, что позволяет отнести решение задач по восстановлению деградированных почв пастбищ к регулированию выпаса к важнейшим для современного природопользования.

В условиях сухих степей долины Маныча пастбищное животноводство является одним из ведущих направлений сельскохозяйственного производства. Для исследования состояния почв под воздействием пастбищной нагрузки с 2009 г. проводятся комплексные экспедиции в разные периоды года (весна–лето–осень) на базе Научно-экспедиционного стационара «Маныч» Южного научного центра РАН. В его окрестностях были заложены 6 модельных участков по 1 га с преимущественно равнинным (0° – 1°) или слабополосым (1°–2°) рельефом. Участки 1–4 были заложены на берегах вдоль озера Маныч-Гудило, участки 5–6 на территории прилегающей к озеру Грузскому. Участки 1 и 3 расположены на заповедной территории – «Островном» участке, остальные (2,4,5 и 6) в охранной зоне заповедника «Ростовский», где разрешен выпас скота (в основном, коровы и овцы). Для данной территории характерна комплексность почвенного и растительного покрова. На фоне приуроченных к каштановым почвам степных ценозов выделяются, с одной стороны, пятна влаголюбивой растительности микро- и мезопонижений на лугово-каштановых почвах, а с другой стороны – пятна полупустынной растительности на каштановых солонцеватых почвах и солонцах. Каштановые солонцеватые почвы занимают от 30 до 50 % общей площади почвенного комплекса.

Участок 1 – контрольный, без выпаса. Участок 2 с минимальной пастбищной нагрузкой характеризуется редким и нерегулярным выпасом. На участках 3–4 (слабая и умеренная степень) выпасают крупный рогатый скот в среднем 300–400 голов. На участках 5–6 (сильная и очень сильная степень) количество выпасаемых коров составляло 350–500, а овец около 1000–1500. На всех модельных участках было проведено морфологическое описание почв, определены плотность, влажность, агрегатный состав (количество агрономически ценных агрегатов, а также коэффициент структурности), содержание карбонатов, гумуса и его запасов в почве.

Установлено, что влияние выпаса на почвы в первую очередь отражается на показателях, характеризующих плодородие. В градиенте возрастания пастбищной нагрузки почвы подвергаются интенсивному иссушению в связи с изреженностью растительного покрова, а также деградиационным изменениям: уплотняются верхние горизонты, при этом значение плотности практически может соответствовать этому показателю в солонцеватом горизонте (1.37 г/см^3), существенные изменения в структуре происходят на агрегатном уровне. Содержание агрономически ценных агрегатов уменьшается в верхних горизонтах, а также в профиле пастбищных почв происходит формирование столбовидных, призмовидных и плитчатых образований. Полученные данные свидетельствуют о физической деградациии почвенной структуры при интенсивном выпасе, что подтверждается динамикой коэффициента структурности, который снижается в пастбищных почвах до 0,6–0,8. Почвы пастбищ с сильной степенью нагрузки характеризуются низким содержанием гумуса (не более 1,5 %) и его запасами (53–68 т/га). Анализ полученных результатов выявил, что сухостепненные почвы пастбищ имеют низкий уровень плодородия и необходимы меры по восстановлению деградированных почв.

УДК 631.45:911.375

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА ПОЧВ ЛЕСОПАРКОВ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Кайгородова С.Ю., Жданова Т.Ю., Хлыстов И.А.

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург,
kaygorodova@ipae.uran.ru*

Екатеринбург является крупным промышленным городом с низким коэффициентом эмиссионной нагрузки на одного жителя. Уровень загрязнения воздуха г.Екатеринбурга оценивается как очень высокий. Приоритетными загрязнителями атмосферы в 2010г являлись бенз(а)пирен,

формальдегид, диоксид азота, фенол, аммиак, а также было отмечено повышенное содержание в воздухе взвешенных частиц. Почвы г.Екатеринбурга характеризуются допустимым уровнем загрязнения (Государственный доклад о состоянии..., 2010).

С целью изучения влияния урбанизации на свойства почв лесопарков г. Екатеринбург в 2009–2011 гг были исследованы участки сосновых насаждений лесопарковой зоны в юго-западной части города и загородных территорий. Для оценки поступления вещества в почвы из атмосферных осадков были проанализированы пробы снега. Свойства почв оценивались по стандартным агрохимическим характеристикам: рН, гидролитическая кислотность, обменные основания, содержание нитратов, подвижных фосфора, калия, азота, общего углерода. Уровень загрязнения почв оценен по содержанию и запасам кислоторастворимых форм тяжелых металлов и железа. Все анализы выполнены в аккредитованной лаборатории (аттестат РОСС.RU0001.515630).

Почвы исследованных участков представлены буроземами типичными и оподзоленными с хорошими условиями дренажа. Каменистость почв средняя и слабая, гранулометрический состав – от супесчаного до тяжелосуглинистого.

Почвы всех ключевых участков характеризуются слабокислой реакцией среды. В почвах города происходит подщелачивание верхних горизонтов на 0,2–0,5 ед. рН, снижение гидролитической кислотности и насыщение обменного комплекса кальцием до 60–70 % за счет выпадения в городе слабощелочных осадков с повышенным содержанием кальция.

Содержание тяжелых металлов в снеге городских участков и за городом находится на сопоставимом уровне, в городе несколько повышено выпадение железа. Накопления тяжелых металлов в почвах городских лесопарков относительно почв загородных участков не обнаружено. На участках городских территорий подстилки и почвы не загрязнены медью и свинцом, уровень загрязнения подстилок кадмием и цинком в пределах города повышенный, но в почвенном профиле их содержание снижается до нормального уровня. На участке «Дендрарий БС» отмечено повышенное содержание Ni как в подстилке, так и во всем почвенном профиле, что, возможно, связано с совокупным влиянием аэрогенного загрязнения и почвообразующей породы. Подстилки и почвы участков вне города характеризуются более высоким, чем в городе уровнем загрязнения по меди, свинцу, цинку и кадмию, сопоставимым с уровнем буферных территорий вокруг Среднеуральского медеплавильного завода. Запасы металлов в городе и вне города находятся на одном уровне.

В связи с повышенным содержанием в снеге городских территорий азотистых соединений, нитратов и углерода верхние горизонты почв обогащаются этими соединениями. Основные отличия почв городских территорий проявляются в накоплении нитратов и легкогидролизуемого азота в подстилках (в 2–5 раз выше, чем вне города), не исключено и изменение циклов этих элементов в городе. Содержание в почвах подвижных калия и фосфора не зависит от фактора урбанизации среды.

Мощность подстилок на ненарушенных участках почвенного покрова в городе снижена по сравнению с мощностью подстилок вне города в 1,5–1,7 раза. Это обусловлено усилением деструкционных процессов под влиянием городской среды (поступление нитратов, изменение состава опада и т.п.).

Таким образом, исследованные почвы лесопарковых зон города практически не загрязнены тяжелыми металлами и более плодородны, чем зональные буроземные почвы вне городской территории по таким показателям как насыщенность обменными основаниями, содержание углерода, легкогидролизуемого азота и нитратов.

Работа завершена при поддержке Президиума УрО РАН (интеграционный проект № 09-И-4-2002).

УДК 631.42

ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ПРИ ПОСТАГРОГЕННОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭКОСИСТЕМ НА ПЕСКАХ И СУГЛИНКАХ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ

**Калинина О.Ю.^{2,3}, Горячкин С.В.¹, Долгих А.В.¹, Караваяева Н.А.¹,
Люри Д.И.¹, Джани Л.³**

¹*Институт Географии АН, Москва, sergey.gory@gmail.com
dmitry.lyri@mailfrom.ru;*

²*Архангельский технический университет, Архангельск, otkalinina@mail.ru*

³*Университет Ольденбурга, Ольденбург, Германия, luisse.giani@uni-oldenburg.de*

Изучалось постагrogenное восстановление экосистем южной тайги на песках (Валдай) – залежи 3, 20, 55, 100 и 170 возраста и на суглинках (Киров) – залежи 4, 12, 17 и 68 возраста.

На песках восстановление климаксного ельника чернично-зеленомошного на 170 летней залежи начинается с короткой рудеральной стадии и проходит последовательно через рудерально-луговую и луговую стадии и стадию соснового леса с последующим вытеснением сосны елью. Постагrogenная сукцессия на суглинках идет в направлении ельника зеленомошника травно-

го через рудеральную и рудерально-луговую стадии с переходом к березняку мертвопокровному и березово-словому травному лесу на 68-летней залежи.

Постагрогенное восстановление почв сопровождается увеличением запасов углерода (С) за периоды наблюдения в слое почвы 20 см от 4.3 до 6.4 кг С м⁻² на песках и от 2.2 до 4.4 кг С м⁻² на суглинках в расчете на эквивалентную массу. Для слоя почвы 50 см запасы С остались на уровне 8.8–8.5 кг С м⁻² на песках и возросли от 4.3 до 5.3 кг С м⁻² на суглинках. Аккумуляция органического вещества в ряду постагрогенных подзолов происходит по грубогумусному типу при постепенном уменьшении запасов С в минеральной части почвы и увеличении запасов С в лесной подстилке. В ряду постагрогенных дерново-палево-подзолистых почв аккумуляция органического вещества (ОВ) идет по модергумусному типу с преимущественным увеличением запасов углерода в минеральной части почвы в составе вновь сформированного под маломощной лесной подстилкой (3 см) гумусового горизонта и сохранившегося пахотного горизонта.

В ряду постагрогенных подзолов результаты фракционирования ОВ по плотности (1.8 г см⁻³) и по фракциям гранулометрического состава показали отсутствие количественных изменений всех фракций ОВ за исключением фракции свободного ОВ. Содержание фракции свободного ОВ увеличилось в 170-летней залежи на 10–15 % (от Собщ) по сравнению с пашней в слое почвы 0–20 см. В ряду подзолов соотношение С/Ν во фракции свободного ОВ (<1.8 г см⁻³) и во всей пробе увеличилось в 55-летней залежи (27–32) в два раза по сравнению с 3-летней залежью (12–15) и осталось на уровне 30 в залежах 100 и 170-летнего возраста. Это указывает на достижение равновесного состояния лабильного пула ОВ почвы примерно через 55 лет постагрогенного восстановления лесной экосистемы. Во фракциях ОВ связанного с минеральной частью почвы (фракция <20 мкм в составе фракции по плотности >1.8 г см⁻³ и во фракции глины) соотношение С/Ν увеличилось от 10–12 в 3-летней залежи до 15–20 в 170-летней залежи, но оказалось меньше, чем в естественной почве. Процесс преобразования ОВ при постагрогенном восстановлении подзолов затрагивает также и пассивный пул ОВ.

В ряду постагрогенных дерново-палево-подзолистых почв содержание фракций ОВ с плотностью <1.8 г см⁻³ изменилось. Содержание фракции свободного ОВ возросло от 6.9 (% от Собщ) в пахотной почве до 33.3 % в 68-летней залежи в слое 0–2 см и от 5.6 % до 12.1 % соответственно в слое почвы 2–20 см. Содержание фракции ОВ, заключенного в агрегатах, увеличилось на 10 % в 68-летней залежи по сравнению с пашней в слое почвы 0–20 см. Содержание ОВ во фракции глины осталось без изменений в ходе постагрогенного восстановления почв.

Таким образом, при увеличении запасов ОВ на песчаных и суглинистых залежах в процессе их постагрогенного восстановления типы аккумуляции ОВ почв различны.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДТОПЛЯЕМЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Каменщикова В.И.

*Естественнонаучный институт Пермского государственного университета,
Пермь, nsi@psu.ru*

Создание крупных искусственных водохранилищ нарушает гармонию природных процессов, что особенно четко проявляется на прилегающих к водоразделу территориях. Наибольшую нагрузку испытывает почвенный покров вследствие изменения водного режима и климатических условий. Исследованиями доказаны изменения морфологии и химизма подтопляемых почв.

Целью исследований явилось изучение воздействия подтопления на окислительно-восстановительные функции и биохимическую активность микробных сообществ в зональных и подтопляемых почвах. В основу исследований положен метод полевого эксперимента, основанный на сопоставлении морфологических признаков, а также метод лабораторного эксперимента по созданию оптимальных условий для функционирования микроорганизмов и проявления ими биохимических процессов в испытуемых почвах. Активность каталазы, рассматриваемая многими исследователями как показатель функционального состояния микробиоценоза в различных экологических условиях, определяли в сухих и стерильных образцах в кинетике. Эмиссию CO_2 из почвы, как интегральный показатель экологического состояния почв, определяли в иницированной глюкозой среде и при увлажнении почвы водой при оптимальном температурном режиме адсорбционным методом.

Установлено отличие активности каталазы в почвах различного гранулометрического состава при максимуме ($4.8 \text{ см}^3 \text{ O}_2 \text{ мин}$) в тяжелосуглинистой почве, что в 4 раза превышало активность каталазы песчаной почвы, при этом выявлены различия в соотношении общей и иммобилизованной форм каталазы. В песчаных почвах иммобилизованная каталаза составляет 50–60 % от общей, в тяжелосуглинистых – 80–90 %.

Подтопление снижало активность каталазы, что наиболее отчетливо проявлялось в снижении иммобилизованной формы и выравниванию активности по профилю почвы.

В легких по механическому составу почвах негативное действие подтопления на интенсивность биохимических процессов проявлялось более рельефно. Так подтопление снижало активность базального дыхания и тесно связанного с ним органического вещества, что в наибольшей мере проявлялось в поверхностных аккумулятивных горизонтах песчаных почв, и в меньшей мере влияло на субстрат-индуцированное дыхание.

Определение экофизиологического индекса устойчивости по формуле: $1 - 2P_o / P_o + P_x$ показало серьезные нарушения биохимической активности микроорганизмов в подтопляемых почвах легкого механического состава. ЭКФИУ по каталазе в поверхностном горизонте был равен -0.48 ; а для базального дыхания равнялся -0.33 . В почвах тяжелого механического состава ЭКФИУ подтопляемых почв по каталазе варьировал по профилю от -0.23 до -0.36 ; базальное дыхание несущественно снижалось только в поверхностном слое почвы.

Отклонение биохимических показателей от контрольных (не подтопляемых почв) вариантов более чем на -0.3 единицы можно считать серьезным нарушением микробного статуса и, следовательно, почвообразовательного процесса. Считаем возможным использование показателей иммобилизованной каталазы и базального дыхания в качестве экспресс методов оценки экологического состояния нарушенных подтоплением почв.

УДК 631.47

БИОГЕННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ПОСТАНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕНЕЗА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Коркина Е.А.

*Нижевартовский государственный гуманитарный университет,
Нижевартовск, lena_d_nv@mail.ru*

Основной причиной изменений почв в зоне техногенеза центральной части Западной Сибирской равнины является добыча углеводородного сырья и связанное с ним строительство техногенных и антропогенных объектов. Исследования современного состояния почвенного покрова данной территории, в пределах нефтедобывающего комплекса, показали, что почвенный покров обладает мозаичностью почвенных и техногенных поверхностных образований (ТПО).

С того времени когда на созданные ТПО прекращается антропогенное воздействие начинаются процессы восстановления растительности и почв. Начинают формироваться постантропогенные почвы, относящиеся по Классификации почв России (2004) к отделу «Слаборазвитые почвы» постлитогенного ствола. Отдел включает почвы, профиль которых состоит из гумусового-слаборазвитого горизонтов – W или подстильно-торфяного горизонта – O, залегающего на минеральной толще залегающего на минеральной толще: плотной или рыхлой породе любого химического состава и любой мощности. В ней могут наблюдаться слабые признаки почвообразования, недостаточные для выделения генетических горизонтов, однако позволяющие разделять почвы на уровне подтипов в соответствии с генетическими признаками, относимыми в формулах профиля к верхней части породы (горизонт C). Причинами, ограничивающими развитие профиля, являются молодость почв или особые климатические условия.

Естественная эволюция ТПО зависит от ряда факторов: 1) протяженность времени после прекращения антропогенного воздействия; 2) уровень рельефа, в котором находится ТПО; 3) литологический состав ТПО; 4) микроклиматические особенности; 5) сукцессионная смена растительности.

Постантропогенные почвы, сформированные на притеррасных повышениях, характеризуются более низкими показателями восстановления верхнего органического горизонта, чем в пойме. В пойме на суглинистых субстратах ТПО постепенно восстанавливается биогенно-аккумулятивный процесс. На относительно повышенных элементах рельефа центральной поймы р. Обь процессы накопления органического материала на ТПО происходят интенсивнее, т.к. этому способствует быстрая адаптация и восстановление злаковой растительности и разнотравья, которые богаты питательными элементами.

Различия в режиме влажности, выраженности промывного режима, литологического состава, восстановления растительности обуславливают процессы почвообразования.

Начальным процессом восстановления почв как в лесной зоне, так и в пойме является биогенно-аккумулятивный процесс – накопление и разложение органики. Чем выше проективное покрытие растительностью поверхности ТПО и разнообразнее виды травянистой растительности, тем интенсивнее происходит биогенно-аккумулятивный процесс.

Природные условия формирования почвенно-растительного покрова центральной части Западной Сибири суровы для быстрого восстановления окружающей среды. Короткий вегетативный период не позволяет быстро развиваться растительному покрову, следовательно, органический слой почвы на суглинистом субстрате в пойме формируется по модели 1 см за 10 лет.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Ложкин И.В.¹, Климентьев А.И.²

¹*Оренбургский государственный педагогический университет,
Оренбург, ospi@ospi.ru;*

²*Институт степи УрО РАН, Оренбург, orensteppe@mail.ru*

Современное состояние уникального по своему естественно-генетическому разнообразию почвенного покрова Оренбургской области характеризуется прогрессирующим развитием различных деградационных процессов. Под влиянием интенсивных техногенных нагрузок, почвы испытывают, зачастую, необратимые изменения, утрачивая при этом способность к эффективному выполнению экологических и хозяйственных функций.

Целью комплексных почвенно-экологических исследований являлось изучение закономерностей антропогенной трансформации почв в пределах крупнейших промышленных центров области, в том числе загрязнения их тяжелыми металлами (ТМ).

На первом этапе проведена оценка фоновых содержаний ТМ в естественных почвах региона. Исходным материалом послужили аналитические данные по содержанию валовых и подвижных форм приоритетных металлов-загрязнителей (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr) в эталонах зональных почв из «Красной книги почв Оренбургской области» (Климентьев и др., 2001). Расчеты фоновых концентраций производились с учетом внутрипрофильного перераспределения металлов по генетическим горизонтам и положения изучаемой территории в системе почвенно-геохимического районирования. В качестве носителя информации о местном (локальном) геохимическом фоне приняты статистические параметры содержания ТМ в гумусовых горизонтах (A₀, A, AB) почв.

Оценка степени загрязнения почв городских территорий и установление местного «урбанизированного» геохимического фона производилась на основе применения различных методических подходов. На первом этапе весьма эффективен сравнительный анализ графического изображения интервальных вариационных рядов геохимических выборок естественных почв и урбаноземов. Высокая степень изменчивости свойств городских почв обусловила необходимость обобщения исходной информации и её дифференцированной оценки по наиболее круп-

ным группировкам городских почв, от естественных (условно-ненарушенных) до собственно урбаноземов (в т.ч. индустриземы, культуроземы парков, экраноземы и др.). Для данных группировок были рассчитаны коэффициенты техногенной концентрации (поэлементно) и суммарные показатели загрязнения.

Сопоставление полученных количественных параметров распределения ТМ в основных типах городских почв с существующими санитарно-гигиеническими нормативами показало, что для большинства ТМ значения ПДК приблизительно совпадают с 3-х кратным превышением местных фоновых концентраций.

Установленные количественные показатели распределения ТМ в городских почвах могут быть использованы как предварительные ориентиры, позволяющие более достоверно оценить экологическую ситуацию в зонах экстремального загрязнения, а также для совершенствования методики мониторинговых исследований почвенного покрова городских территорий.

УДК 631.47

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ЕГО ОБРАБОТКИ

Макаров И.Б., Басевич В.Ф.

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

После прекращения обработки пахотного горизонта материал этого горизонта трансформируются под воздействием естественных факторов почвообразования, что в течение относительно короткого времени (годы) может привести к его метаморфизации (морфологически выраженным изменением свойств почвы).

Между основными обработками почвы в севообороте (раз в два года), трансформация проявляется в стратификации пахотного горизонта, при которой свойства почвы ухудшаются с глубиной (уменьшается содержание гумуса, ухудшается его состав, увеличивается кислотность, снижается содержание доступных растениям питательных веществ, ухудшается структурное состояние и т. д.). Только в редких случаях за такой период времени (еще реже за вегетационный сезон или за год) трансформация проявляется настолько интенсивно, что ее можно проследить визуально на стенке разреза.

В процессе метаморфизации общий фон пахотного горизонта, кроме его верхней части, становится светлее (обычно изменяется от светло-серой окраски к палевой или белесой). На этом фоне происходит дифференциация прежде относительно однородного материала пахотного горизонта: появляются округлые пятна элювирования, стяжений и новообразований диаметром от долей миллиметра до 3, редко – до 5 см.. Такие морфоны имеют самую разную окраску, в зависимости от их происхождения и состава, преобладающими являются морфоны элювирования (белесые или палевые), железистые (от светло-рыжего до ржаво-коричневого), гумусовые (разные оттенки серого – до черного), железисто-марганцевые, марганцево-железистые и гумусовые стяжения и конкреции (от ржаво-коричневого до фиолетово-чёрного и чёрного цвета).

Можно ориентировочно выделить три фазы метаморфизма: первая фаза характеризуется перестройкой почвенного материала, изменением его химических и физических свойств, сопровождающихся слабыми, еще плохо выраженными морфологическими проявлениями. На более темном, чем в последующие фазы, фоне начинают обозначаться описанные морфоны, чаще большого диаметра, их количество невелико и степень концентрации определяющих их облик веществ небольшая. Во второй фазе – наибольшая степень гетерогенности метаморфизируемого материала, преобладают морфоны диаметром в несколько миллиметров, что придаёт этому слою своеобразную порфириобразную окраску. В третьей фазе почва приобретает облик, приближенный к естественному состоянию, степень гетерогенности по сравнению со второй фазой уменьшается, но она еще выше, чем в естественной почве. В этой фазе у почвы наиболее светлый фон, с небольшим оттенком серого, количество морфонов невелико, преобладают стяжения и конкреции.

Характер трансформации нижней части пахотного горизонта зависит от особенностей подстилающего слоя, и, прежде всего, от водного режима, складывающегося в этих слоях. Например, над трещиной в подпахотной толще в пахотном слое часто образуются подзолистые пятна разной формы (линзы, воронковидные и т. д.) Там, где в пахотном слое имеется относительный застой влаги, могут образоваться стяжения разных размеров и концентрации, вплоть до конкреций. Такой характер метаморфизма характерен для местоположений, где боковое передвижение почвенной влаги практически отсутствует или невелико.

Там, где в пахотном горизонте имеется вдольповерхностный внутрипочвенный сток, характер трансформации несколько иной: образуется плитчатая структура, отложение и элювирование веществ происходит

в основном по граням структурных отдельностей, наблюдается горизонтальное расслоение почвенного материала.

Характер трансформации пахотного горизонта позволяет предположить, что из почвообразовательных процессов, участвующих в метаморфизации, доминирующим является элювиально-глеевый.

Конечным итогом описанных трансформаций является профиль, близкий по облику и свойствам к естественному профилю дерново-подзолистой почвы. Период времени, необходимый для его регенерации – десятки и сотни лет, в зависимости от условий, складывающихся в конкретном местоположении.

УДК 631.48

ОГОРОДНЫЕ ПОЧВЫ БОЛЬШОГО СОЛОВЕЦКОГО ОСТРОВА

Макарова Е.П.

МГУ им.М.В. Ломоносова, Москва, uhtenok@rambler.ru;

Огородничество процветало на территории России на протяжении всей ее истории. Зачастую, крестьянин помимо пашни имел небольшой в несколько грядок огород недалеко от дома. Наряду с крестьянскими огородами развивается и культура монастырского огородничества. Почвы монастырских огородов отличаются давней историей использования, известной историей возделывания почвы, перечнем выращиваемых культур и проводимых агротехнических мероприятий. А также традиционностью этих действий.

На территории Большого Соловецкого острова, где проводился отбор почвенных образцов для данного исследования, в технологии обработки почвы разница между огородами мирян и монастырскими огородами состоит лишь в давности использования одного и того же места под огород. Технология обработки почвы не отличается, в основном огороды обрабатываются вручную, вручную же пропалываются и удобряются. И монахи, и миряне в качестве удобрения вносят в почву золу, навоз, преимущественно коровий, торф (с лесных болот и из мест бывших торфоразработок), в редких случаях ил. При обработке почвы, по мере возможности стараются убирать крупные валуны и камни. Почвы, которые уже довольно давно используются под огороды, фактически не имеют в верхних 60–80 см толщи валунов и камней.

Объектами данного исследования стали агродерново – подзол стратифицированный действующего огорода Соловецкого монастыря, агрозем темный огорода заброшенного и аптекарского огорода.

При определении свойств огородных почв представляется важным провести сравнение антропогенно – преобразованных почв с нативными почвами, изучаемого региона. В качестве эталона сравнения был выбран иллювиально-железистый подзол. В ходе исследования определяли количественное содержание углерода, рН водной почвенной суспензии, гранулометрический состав, показатель водопрочности агрегатов (по методу Андрианова), плотность почвы, проводили сухое и мокрое просеивание,

У агрозема темного и агродерново-подзола стратифицированного реакция среды нейтральна. Значение рН почвы действующего огорода значительно выше, чем рН естественной почвы, в то время как почва заброшенного огорода имеет промежуточные значения рН. Следовательно, можно предположить, что почва заброшенного огорода, в условиях влажного климата и промывного водного режима, в отсутствии дальнейшего антропогенного воздействия, подкисляется, и, в дальнейшем, возможно, рН установится на уровне характерном лесным естественным почвам.

Агрозем темный заброшенного огорода имеет крайне высокое содержание углерода (14,0 г/100 г). Данный результат был подтвержден 10-ти кратными исследованиями. Столь высокое содержание углерода может свидетельствовать о том, что почва изначально, до возделывания огорода, уже имела высокое содержание углерода. Внесение мочками навоза в качестве удобрения могло только незначительно увеличить количество углерода, ввиду непродолжительного времени использования данной почвы под огород, но коренным образом не могло изменить содержание углерода в почве. При полевом исследовании почвы было выявлено, что данная почва маслянистая, жирная на ощупь, мажется в руках, оставляя темно-бурые следы, что может говорить о большом количестве ила. И высокие значения содержания углерода в данной почве связано с высоким содержанием илистых частиц. По содержанию илистых частиц агрозем темный значительно превосходит другие исследованные почвы.

В целом, огородные почвы различаются с зональными почвами большим содержанием гумуса, большим содержанием антропогенных включений, нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Верхние горизонты, которые вероятнее всего были образованы насыпкой минерального субстрата на поверхность нативной почвы, содержат углерод в количестве сопоставимом с количеством углерода в верхних горизонтах естественных почв.

**АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКИ ГОРНЫХ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ
МАЛОГО КАВКАЗА**

Мамедов Э.Э., Гасымов А.М., Исмаилов Б.Н.

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, Баку,
elton-774-e@hotmail.com*

В настоящее время ощущается недостаток фактических данных по изменению элементарных почвенных процессов и свойств почв под антропогенным воздействием, особенно в горных областях, где усиливаются и процессы эрозии. Почвы здесь используются очень интенсивно и дальнейшее развитие горного земледелия, обеспечение высоких урожаев возможно только за счет рационального использования почвенных ресурсов. Малый Кавказ отличается специфическим геологическим возрастом, сложным рельефом и растительным покровом, а также природно-экологическими условиями, что отражается на морфогенетических показателях почв и структуре почвенного покрова. Горные серо-коричневые почвы широко распространены в горных областях Азербайджана. В связи с развитием горного земледелия и отрасли животноводства значительные площади исследуемых почв столетиями используются под различные сельскохозяйственные культуры (картофель, кормовые, зерновые, садовые и т. д.). В связи с хозяйственной деятельностью человека и остепнением, верхняя граница горных серо-коричневых почв возвышается на высоте 950–1000 м над уровнем моря, эти же границы проступали на ареалах горно-лесных коричневых почв в регионе Малого Кавказа. В своем распространении они связаны с формациями ксерофильных кустарников и сухостепной травянистой растительности. Характерными морфогенетическими признаками целинных почв является: четкая текстурная дифференциация профиля и обособление гумусового ($AU_z = 20\text{--}30$ см) и метаморфического слитого горизонтов ($Bt = 30\text{--}60$ см), относительно глубокая гумусовая окрашенность профиля, комковато-ореховатая структура, присутствие карбонатных образований в иллювиальном горизонте. Современный окультуренный слой мощностью 45–50 см с пылевато-комковато структурой состоит из пахотного ($AU'_a = 0\text{--}25$) и подпахотного ($AU''_a = 25\text{--}45$ см) горизонтов. В среднем ($Bm = 45\text{--}70$ см) и нижнем горизонтах ($C_{ca} = 70\text{--}120$ см) значительное изменение не наблюдается. Целинные варианты отличаются высоким содержанием гумуса ($AU_z\text{--}3,4\text{--}5,5\%$), с резким уменьшением по профилю, что характерно

для горно-степного типа почвообразования. В средних горизонтах ($B_m = 45\text{--}70$ см) содержание гумуса равно $0,85\text{--}1,98$ % и постепенно снижается с глубиной. По-видимому столь глубокое проникновение гумуса по профилю в значительной мере обусловлено участием корневой массы травянистых растений в образовании гумуса, а также выщелачиванием более подвижных форм его в нижние слои профиля. В окультуренных вариантах содержание гумуса в $1,2\text{--}1,5$ раза уменьшается. В пахотных горизонтах его количество составляет $2,7\text{--}3,2$ %, а в подпахотном горизонте не превышает $1,5\text{--}2,0$ %. В слабоокультуренных разностях исследуемых почв, которые используются под монокультурой зерновые культура содержание гумуса в пахотном горизонте уменьшается до $1,3$ %. Количество $CaCO_3$ составляет $7,9\text{--}15,0$ %, где максимальное значение наблюдается в средней части профиля. В окультуренных почвах содержание $CaCO_3$ достигает $10\text{--}20$ % по профилю. Емкость поглощения в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте достаточно высокая ($30\text{--}40$ мг-экв. на 100 гр почвы). Реакция почвенного раствора на горизонт AU_z+V слабощелочная и щелочная ($pH = 8,1\text{--}8,5$), с глубиной увеличивается до $8,9\text{--}9,0$. В пахотном горизонте ($AU'_a = 0\text{--}25$) сумма поглощенных оснований несколько снижается ($20\text{--}25$ мг-экв. на 100 гр почвы), что связано с пониженным содержанием гумуса и иловатых частиц ($<0,001$ мм). Заметное изменение наблюдается и в характере почвенного раствора, где в пахотных горизонтах pH несколько повышается ($8,3\text{--}8,5$) и карбонатные почвообразующие породы отличаются явно щелочными условиями ($pH = 8,7\text{--}9,0$). Горные серо-коричневые почвы являются глинистыми и тяжело-суглинистыми разновидностями, но в пахотном гор. окультуренных разностей количество илестых частиц несколько снижается ($29,8\text{--}33,2$ %), где под влиянием процесса эрозии вымываются тонкодисперсные частицы ливневыми дождевыми водами. Под антропогенным влиянием происходит определенное изменение водно-физических свойств. По валовому составу профиль этих почв хорошо дифференцирован. В большинстве случаев наблюдается несколько повышенное содержание SiO_2 в пахотном слое и R_2O_3 в средней части профиля. Молекулярное отношение $SiO_2: R_2O_3$ равно $4,0\text{--}4,5$.

УДК 631.4

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ УРБАНОЗЕМОВ Г.РОСТОВА-НА-ДОНУ

Полуян Д.И.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, dinapoluyan@rambler.ru

В последнее время почвы испытывают возрастающую антропогенную нагрузку. Это проявляется в нарушении природных связей между составляющими окружающей среды. Как следствие формируются искусственные экосистемы, в которых немаловажная роль отводится почвенному покрову. Почва является местом промежуточной и конечной аккумуляции различных поллютантов, находящихся в атмосфере и гидросфере городской среды. Тонкодисперсная часть почвы сорбирует загрязнители, тем самым превращая почву в сорбционно-химический барьер для тяжелых металлов и других продуктов техногенеза. Поэтому необходимо проводить мониторинг загрязнения почвенного покрова, и с этой целью исследовать элементный состав почв городских ландшафтов.

Почвенный покров города Ростова-на-Дону в прошлом был представлен черноземами обыкновенными карбонатными различной мощности. В настоящее время такие почвы встречаются на территориях парков, лесополос, частных домовладений. Основная часть города представлена антропогенно-преобразованными почвами, или урбаноземами.

Основная цель – исследование элементного состава в городских почвах г.Ростова-на-Дону.

Задачей данного исследования является определение валового содержания химических элементов, в том числе тяжелых металлов, в почвенном покрове города.

В 2010 году было заложено 3 разреза в разных районах города с различной техногенной нагрузкой. Определение концентрации проводилось рентгенофлуоресцентным методом в лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета. Проводилось исследование содержания следующих элементов: V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As, Sr, Pb, Ca, Al, Si, P, K, Mg.

Два разреза были заложены у обочины проезжей части густонаселенного района на расстоянии 100 метров друг от друга в западной части города. В них наблюдается схожая картина: количество изучаемых элементов, относящихся к четвертому ряду четвертого периода периодической системы, сопоставимы с литературными данными и находятся в пределах нормы для данного типа почв. Содержание Mn, Sr, Zn, Al, Si, P так же не противоречит

литературным источникам. Что касается, мышьяка и свинца, то здесь замечается незначительное превышение ПДК в средних слоях.

Третий разрез расположен в лесопосадке в восточной части города. Здесь выявлено превышение содержания цинка в верхних горизонтах – 104,4 ppm при ПДК – 100,0, а также увеличение концентрации свинца: 42,7 при предельно допустимой 32,0. Это связано с влиянием грузового транзитного транспорта, т.к. в непосредственной близости от лесополосы, проходит оживленная трасса. Также наблюдается повышенное содержание меди в слоях ниже 40 см: от 57,0 ppm до 62,0 ppm при ПДК – 55,0 ppm, что, вероятно, обусловлено влиянием химического состава почвообразующей породы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы: валовое содержание химических элементов в урбопочвах г.Ростова-на-Дону соответствует элементному составу черноземов обыкновенных, некоторое превышение концентрации отдельных тяжелых металлов в почвенном профиле есть следствие техногенеза изучаемой территории.

УДК 631.466.1

ГРИБЫ-ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИКИ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

Потребич В.В., Иванова А.Е.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, leroffka@mail.com, a-ivanova@rambler.ru

В почвах урбанизированных территорий складываются весьма специфические условия для формирования целлюлозолитических микробных сообществ, играющих важную роль в лесных биогеоценозах. Это обусловлено свойствами самих городских почв и также особенностям эксплуатации городских территорий (вывозом листового опада, обустройством газонов, подсыпкой торфокомпостных смесей).

Целью данной работы был анализ особенностей сукцессии культивируемых микроскопических грибов и изменения биологической активности городских почв при разложении опада (липы) в Москве.

Объекты исследования расположены в Москве (Тушино): ненарушенная дерново-подзолистая почва лесопарка Алешкинский, урбанозем в жилом квартале 40-летнего возраста застройки. Анализ проводили методом изоляции нестерильного опада липы в мешках с диаметром пор 2 и 0,1 мм в верхних почвенных горизонтах. Опад заложен в ноябре 2009 г. по окончании листопада. Отбор проб осуществляли в течение 2 лет посезонно в 3-х кратной повторности для каждого варианта. Анализировали потерю массы листьев, состав и структуру грибных сообществ с поверхно-

сти разлагающегося опада методом отпечатков, а также из интактной почвы (прилегающей к опаду 0,5 см) и из верхних горизонтов почв методом посева почвенных разведений на питательные среды (Чапека, Гетчинсона). В образцах почвы определяли ферментативную целлюлазную активность спектрофотометрическим методом и оценивали эмиссию CO_2 , в том числе субстрат-индуцированную внесением целлюлозы.

Скорость деструкции в урбаноземе оказалась примерно в 1,5 раза медленнее, чем в дерново-подзолистой почве лесопарка. В урбаноземе потеря массы в варианте без участия животных за первый год составила 40 %, к концу второго года – 60 %. Наиболее интенсивное разложение было отмечено в весенний период.

В урбаноземе уровни эмиссии CO_2 при внесении целлюлозы также оказались в 2–3 раза ниже, чем в почве лесопарка. Эмиссия CO_2 при внесении целлюлозы в обеих почвах была минимальна после зимы, постепенно возрастала в течение вегетационного периода и была обусловлена преимущественно участием грибов.

В то же время ферментативная целлюлазная активность урбанозема и дерново-подзолистой почвы была сходна в течение года за исключением осени, когда по окончании листопада целлюлазная активность верхнего горизонта урбанозема резко возрастала, вероятно, из-за отсутствия подстилки. В интактной зоне вблизи разлагающегося опада целлюлазная активность и эмиссия CO_2 не изменялись и соответствовали сезонным уровням для исследованных почв.

Сукцессии микроскопических грибов при разложении опада липы в урбаноземе характеризовались обедненным видовым разнообразием на каждом этапе по сравнению с почвой лесопарка. Однако суммарно за всю сукцессию в урбаноземе был выявлен сопоставимый запас видов и пул целлюлозолитических грибов, характерный зональной дерново-подзолистой почве. Для сукцессионных перестроек грибных комплексов на разлагающемся опаде в урбаноземе была характерна более резкая сезонная смена видового состава и структуры в отличие от более постепенных изменений в почве лесопарка. В первый год разложения опада в урбаноземе смена состава доминирующих видов грибов происходила с некоторым опережением. Спустя год на опаде в урбаноземе присутствовали, как и в почве лесопарка, *Humicola*, *Penicillium*, но доминировали грибы рода *Clonostachys*, и иные представители зигомицетов. В течение второго года наблюдалось возрастание отличий сукцессии в урбаноземе от дерново-подзолистой почвы. В то же время наблюдалось постепенное увеличение сходства комплексов целлюлозолитических грибов интактной зоны с сообществом поверхности опада в ходе сукцессии.

Таким образом, при сопоставимом видовом разнообразии целлюлозо-литических микроскопических грибов выявлено значительное изменение функционирования пула целлюлозолитиков в урбаноэме по сравнению с зональной дерново-подзолистой почвой.

УДК 631.48

АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ БУРОЗЕМЫ ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНОЙ ЗОНЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Пшеничникова Н.Ф.¹, Пшеничников Б.Ф.²

¹*ТИГ ДВО РАН, Владивосток, n.f.p@mail.ru;*

²*ДВФУ, Владивосток, bobf@bio.dvfu.ru*

Данные исследований почв прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока свидетельствуют о том, что формирование и пространственная дифференциация распространенных здесь буроземов предопределяется сочетанием природных и антропогенных факторов. Природные факторы формирования буроземов рассматриваемой зоны – климат, растительность, рельеф, почвообразующие породы имеют определенные фациальные черты. Они обусловлены, прежде всего, приокеаническим положением исследуемой территории и резко выраженной муссонностью ее климата. С природными факторами связано широкое распространение в ее пределах типичных буроземов и в меньшей степени – их оподзоленных и глееватых подтипов. Влияние антропогенного фактора проявляется как в непосредственном (прямом) воздействии на буроземы прибрежно-островной зоны, так и опосредованном (косвенном) воздействии – через трансформацию растительного покрова. Примером прямого антропогенного воздействия является техногенное нарушение буроземов на островах Русский, Энгельма, Лаврова, Шкота. Оно сопровождалось трансформацией типичных буроземов в техногенно-турбированные буроземы в местах прокладки сети грунтовых дорог, разработки карьеров, рытья многочисленных окопов, планировки территории под военные объекты. В настоящее время в связи со строительством объектов саммита АТЭС масштабы техногенного нарушения буроземов прибрежно-островной зоны значительно возросли. Техногенно-турбированные буроземы имеют нарушенный поверхностный горизонт, состоящий из крупных фрагментов серогумусового и структурно-метаморфического горизонтов. Рекреационная нагрузка в прибрежно-островной зоне также является фактором прямого антропогенного воздействия на ее почвы. Она сопровожда-

ется развитием плоскостной эрозии и трансформацией типичных буроземов в эродированные буроземы. Косвенное влияние антропогенного фактора на буроземы связано с трансформацией широколиственных лесов под воздействием рубок и пожаров в изреженные дубняки, травяно-кустарниковые заросли и, как следствие этого – с наложением на буроземообразовательный процесс дернового процесса и, в ряде мест, иллювиально-гумусового процесса. Это определяет соответственно эволюцию типичных буроземов в буроземы темные и буроземы темные иллювиально-гумусовые. Пирогенный фактор является повсеместным фактором антропогенного воздействия на буроземы прибрежно-островной территории и оказывает как прямое, так и косвенное влияние на них. Прямое воздействие пирогенного фактора сопровождается сгоранием подстилки, а в отдельных случаях, при низовых пожарах – частичным прогоранием и верхней части аккумулятивно-гумусового горизонта. При этом в зависимости от степени пирогенного воздействия на почвы формируются буроземы пирогенезированные или буроземы пирогенные. Косвенное влияние пожаров проявляется в уничтожении растительного покрова с последующим развитием эрозионных процессов и формированием эродированных буроземов. С антропогенной трансформацией растительности в заключительную фазу малого ледникового периода связано формирование полигенетических буроземов рассматриваемой зоны. Профиль последних включает элементарный почвенный профиль современных буроземов и элементарный почвенный профиль погребенных буроземов. Их формированию предшествовало обезлесивание горных склонов исследуемой территории. Оно сопровождалось активизацией пирогенного воздействия на растительность и развитием плоскостной эрозии и солифлюкции, чему способствовали суровые климатические условия того времени. В результате развития плоскостной эрозии и солифлюкционных процессов буроземы в верхней половине горных склонов разрушались. Их почвенная масса в виде эрозионно-солифлюкционных отложений перекрывала (погребала) буроземы, расположенные в нижних частях горных склонов. Со временем на этих отложениях и сформировался современный элементарный почвенный профиль полигенетических буроземов. С учетом выше изложенного, мы приходим к выводу о том, что педоантропогенез предопределяет пространственно-временную динамику факторов почвообразования прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока и тем самым обуславливает своеобразие морфологического строения, свойств, генезиса ее буроземов. Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект: № 09-04-00923.

СВОЙСТВА И ЭВОЛЮЦИЯ АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Семендяева Н.В.

*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,
semendyeva@ngs.ru*

В длительных стационарных опытах изучено воздействие удобрений (минеральных и их сочетание с органическими) и сельскохозяйственно-го использования на эволюцию почв юга Западной Сибири. Установлено, что на различных почвах оно неодинаково и в значительной степени определяется типом почвообразования. В подзолистых почвах под влиянием минеральных удобрений усиливается подзолообразование при весьма заметных изменениях морфологических признаков и свойств: увеличивается мощность гумусового слоя, происходит смещение генетических горизонтов вниз по профилю, снижается величина рН., возрастают гидролитическая кислотность и оглеенность нижних горизонтов при отсутствии количественного накопления оксидов. Периодическое внесение органических удобрений сглаживает негативность подзолообразования. Научно-обоснованное использование подзолистых почв переводит их в подтип дерново-подзолистых и усиливает развитие дернового процесса. Одноразовое внесение гипса на корковые солонцы проявляет положительное действие в течении 25 и более лет. При этом устойчиво снижается их щелочность, формируется агрономически ценная структура, а в почвенном поглощающем комплексе снижается содержание обменного натрия. В залежном состоянии в бывшем пахотном горизонте немелиорированных солонцов восстанавливается столбчато-ореховатая структура, а в мелиорированных – комковато-зернистая. В профиле длительно мелиорированных солонцов снижается количество илистой фракции, физической глины, уменьшается фактор дисперсности, что свидетельствует об улучшении их агрегатности. Чем больше доза гипса, тем выше мелиоративный эффект. При длительном действии одноразового внесения гипса корковые солонцы переходят в тип луговых и черноземно-луговых почв различной степени солонцеватости и солончаковатости. Дерновый почвообразовательный процесс, в результате которого формируются черноземы и каштановые почвы, более устойчив по сравнению с подзолообразовательным и галогенным. Антропогенез значительно слабее отражается на свойствах данных почв. Основные изменения в морфологическом профиле проявляются в

виде увеличения мощности гумусового слоя, в выраженности, глубине залегания и мощности карбонатного. При интенсивном использовании черноземов выщелоченных в орошаемых условиях на контроле (без удобрений) прослеживается уплотненность всего гумусового слоя и коркообразования. Внесение минеральных удобрений снижает плотность почвы, появляются землеройки и дождевые черви, а совместное внесение минеральных и органических удобрений способствует появлению дождевых червей и созданию копролитовой структуры. Однако при длительном применении удобрений возрастает кислотность почв. В полевых севооборотах на черноземах южных и каштановых почвах антропогенное воздействие также несколько изменяет морфологический профиль, глубину залегания и мощность карбонатного слоя. Эти изменения усиливаются, если в севооборот включен чистый пар, в котором уровень залегания карбонатов наиболее высокий, что связано с большей испаряемостью влаги с поверхности, не занятой растительностью. Многолетнее парование уменьшает мощность гумусового слоя из-за отсутствия поступления свежих порций органического вещества и процессов ветровой эрозии. Наибольшая мощность гумусового слоя создается под многолетними травами.

УДК 631.4

МИНЕРАЛЬНАЯ ОСНОВА ПАРКОВЫХ ПОЧВ КАК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ

Силева Т.М.¹, Семенюк О.В.¹, Градусова О.Б.², Пеленева М.В.^{1,2}

¹*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, olgatour@rambler.ru;*

²*РФЦСЭ при Минюсте России, Москва, APOSTOL137@yandex.ru*

Парковые комплексы характеризуются почвенным покровом, в составе которого значительную долю занимают антропогенные и антропогенно-преобразованные почвы. Формирование антропогенно-преобразованных почв связано с улучшением агрохимических и агрофизических свойств естественных почв под декоративные культуры путем внесения компонентов различного состава как органических, так и минеральных. При конструировании антропогенных почв создаются новые искусственные горизонты, содержащие смеси песка, торфа и материала гумусовых и перегнойных горизонтов естественных почв с различным соотношением указанных составляющих. На примере парковых почв музея-усадьбы Архангельское Московской области проводились исследования по изуче-

нию особенностей гранулометрического состава, а также минералогического состава и состава включений крупных фракций антропогенных почв. В качестве объектов исследования выбраны антропогенно-преобразованные постагрогенные дерново-подзолистые и аллювиальные луговые почвы, а также конструктороземы дорожек и газонов. Для изучения минералогического состава почв выделение крупных фракций (1–0,25; 0,25–0,1; 0,1–0,05 и 0,05–0,01 мм) осуществлялось по методу Н.И.Горбунова. Подсчет минералов осуществлялся из средней пробы фракции в трехкратной повторности под поляризационным микроскопом в иммерсии ($\times 100$) Выделение антропогенных включений проводили методом, применяемым в практике судебно-почвоведческих исследований, во фракциях $>0,5$ мм, 0,5–0,25 мм, $<0,25$ мм. Природу и морфологические особенности включений устанавливали с помощью оптического микроскопа «Leica MZ- 12,5» при увеличении от $\times 10$ до $\times 160$. Результаты исследования показали, что при формировании нового почвенного профиля в соответствии с технологическими требованиями используются материалы, обогащенные песком. Содержание песчаных фракций в минеральной основе новых сконструированных почв на порядок больше, чем в покровных суглинках, что приводит к значительному опесчаниванию почвенного профиля. Относительная доля содержания песка в верхнем слое 0–50 см увеличивается почти в 2 раза. Отмечается высокая неоднородность профильного распределения гранулометрических фракций в пределах почвенного профиля. Новые искусственно созданные почвы наследуют минералогическую ассоциацию пород, послуживших источником материала для его формирования, однако верхний органогенный горизонт конструкторозема более выветрелый. Такие горизонты характеризуются большим долевым участием выветрелых полевых шпатов и относительным увеличением доли устойчивых к выветриванию гранатов и рутила. Установлено несоответствие степени выветрелости минеральной компоненты и абсолютного возраста почв. В результате изучения антропогенных включений в минеральной основе парковых почв было выявлено 12 видов включений: антропоморфы – каменный уголь, магнитные сферулы, остаточные нефтепродукты на зернах минералов, частицы красножгущейся керамики (в основном кирпич), топливные шлаки, окалина/ржавчина, частицы строительного раствора, спёки; биоморфы – древесный уголь; литоморфы – обломки известняка, гранитоидных пород. Молодые сконструированные почвы конструктороземы содержат больший спектр включений в крупных фракциях, тогда как антропогенно-преобразованные постагрогенные почвы более зрелого возраста концентрируют включения в более мелких фракциях.

УДК 634.0.114

**ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДородИЯ
АГРОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ СЕРЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ
СИБИРИ****Сорокина О.А.***Красноярский Государственный аграрный университет, Красноярск,
nikos@akadem.ru*

Плодородие почвы определяется функцией параметров различного уровня и трактуется как совокупность взаимосвязанных, направленных биохимических и физических процессов в почве, качественным выражением которых является образование гумуса, а количественным – энергия, заключенная в органическом веществе почвы.

Проведены многолетние исследования в следующих рядах агрогенных и постагрогенных серых почв: пространственно-временных (Среднее Приангарье в 1973–2007 гг, лесостепи Красноярского края в 1975–2010 гг), фитоценологических (агроценозы, залежи, лесные насаждения различного видового состава), сукцессионно-возрастных (залежи в бурьянистой, корневищной, дерновинной стадиях; молодняки разнотравные, жердняки мертвопокровные, средневозрастные разнотравные и приспевающие зеленомошно-разнотравные сосновые древостои, поселившиеся на залежах; пашни разной продолжительности освоения из-под леса и использования). Эти экосистемы имеют условный «нуль-момент» начала наблюдений и их окончания, могут быть приравнены к природным модельным объектам, что дает возможность судить о факторах формирования и трансформации почвенного плодородия.

Установлено, что общая продуктивность бактерий и грибов верхнего слоя серых почв изменяется от 1,4 до 4,0 мг/см³ (1,2–3,8 т/га). Расчетный углерод микробной биомассы колеблется в пределах 0,65–2,0 мг/см³ или 0,4–1,7 % от общего углерода в зависимости от состояния экосистемы. Наиболее бедна по численности и составу эколого-трофических групп микрофлора агросерых почв пашни, освоенной из-под леса и используемой в течение 30 лет. С увеличением возраста леса в постагрогенных серых почвах уменьшается доля бактерий и увеличивается микромицетов. Коэффициенты микробиологической минерализации выше в агросерых почвах пашни по сравнению с почвами чистых и зарастающих лесом залежей. Также высокие коэффициенты минерализации установлены в серых почвах залежей Среднего Приангарья по сравнению с лесостепной зоной Красноярского края. Их величины составляют, соответственно, от 0,7 до 1,4 и от 1,6 до 3,5. Повышенной степени минерализации органических соединений в лесных почвах соответствует большая

величина эмиссии $C-CO_2$ в верхних органогенных горизонтах (407–529 $г/м^2$). Среди факторов плодородия серых почв Средней Сибири особое место отводится азоту, достоверные различия по превращению и аккумуляции которого происходят так же быстро, как и гумусонакопление. Нитрификаторы развиты очень слабо. Нитрификационная способность несколько возрастает в первые годы освоения почв в пашню из-под леса и повторной распашки залежей. Однако это не имеет прямой зависимости от численности нитрификаторов, а связано с общей численностью микроорганизмов, участвующих в метаболизме азота. Преимущественное использование микробоценозами и фитоценозами аммонийных форм азота выражается в преобладающем развитии в этих почвах аммонифицирующих микроорганизмов (до $5,6 \times 10^6$ КОЕ). Накопление поглощенного аммония наиболее активно происходит в почвах под лесом (17–20 $мг/100$ г почвы) и наименее активно в агросерых почвах пашни (3,5). Ранжирование гумусового состояния серых агрогенно-преобразованных почв объектов исследований показало, что формирование гумусового профиля и статистически достоверное изменение содержания гумуса происходит в условиях антропогенного воздействия на природные экосистемы очень быстро (10–15 лет). Тип гумусового профиля остается регрессивно-аккумулятивным, но абсолютное содержание гумуса, групповой и фракционный его состав меняются на порядки, определяя новое качественное состояние экосистем, их репарацию и адаптацию, а также возможность последующего рационального использования. Наиболее отчетливые различия по комплексу показателей плодородия выявлены в объектах сукцессионно-возрастных и, тесно связанных с ними, фитоценологических рядов, что обусловлено спецификой и особенностями функционирования биоты.

УДК 632.125 (571.56-13)

О ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Тарабукина В.Г., Макаров В.С.

НИИПЭС СВФУ, Якутск, tarabukina43@mail.ru

В Якутии земли пригодные для земледелия составляют лишь 102,9 тыс. га (0,03 %) при общей площади земельного фонда республики более 3 млн га. Вследствие ограниченности площадей благоприятных для земледелия они подвергаются чрезмерной концентрации агропромышленного комплекса. В результате в основных земледельческих районах республики – центральных и юго-западных происходит снижение почвенного плодородия интенсивнее, чем вне мерзлотных областях.

К перечню характерных для других климатических зон процессов антропогенной деградации почв добавляются климатические и геокриологические особенности региона. Распространение многолетнемерзлых грунтов обуславливает широкое развитие специфических процессов – криогенную аридизацию почв, вплоть до опустынивания земель, засоление, термокарстовое и термоэрозионное разрушение, которые усиливают деградацию почвенного покрова.

Исследованиями, проведенными в Южной Якутии (Алданский район), характеризующимся горным рельефом, суровым континентальным климатом, наличием мерзлоты установлено, что почвы данного региона более уязвимы к антропогенным деструкционным процессам. Используемые в сельском хозяйстве в основном мерзлотные палево-бурые почвы, развиты на элювиально-делювиальных продуктах выветривания плотных пород, имеют укороченный почвенный профиль (40–70 см), характеризуются щебнистостью, каменистостью и близким залеганием многолетней мерзлоты. По гранулометрическому составу изучаемые почвы супесчаные и легкосуглинистые.

В результате сельскохозяйственной обработки (распашка, полив) структурное состояние почв существенно изменяется. Так содержание агрономически ценных фракций 3–0,5 мм с 40–60 % в лесной почве уменьшается на пахотных землях до 22 %, на угодьях увеличивается доля мелких фракций < 0,25 мм до 30 % (при наличии их в лесной почве в пределах 6–12 %). Ухудшается и водопрочность агрегатов: в верхних слоях пахотных почв количество водоустойчивых агрегатов снижается до 7–2 % (при содержании их в лесной почве до 30 %). Снижение агрегированности почв в результате сельскохозяйственного использования способствует развитию процессов эрозии: смыву и размыву почв на склоновых местоположениях. Установлено, что на распаханых склонах в данном регионе величина смыва почв может достигать 200–300 м³ на гектар. Высокая интенсивность смыва почв обуславливается также их глубоким промерзанием. Интенсивное орошение пахотных земель способствует их уплотнению, в подпахотных горизонтах объемная масса достигает 1,40 г/см³. Деградации, происходящие в изученных почвах, более значительны, чем в почвах других зон региона. Например, почвы Центральной якутской равнины, сформированные на лессовидных суглинках подвержены меньшей деструкции, чем почвы горных территорий. Южной Якутии. Обусловлено это особенностями почв горных территорий: укороченным почвенным профилем, наличием склоновых участков.

Следовательно, в результате сельскохозяйственного использования, сформировавшиеся буферные свойства мерзлотных палево-бурых почв горных территорий подвергаются значительным антропогенным деструк-

ционным процессам. Почвы пахотных земель теряют агрономические свойства, способность противодействовать развитию эрозии и криогенных процессов. Уязвимость исследованных почв подчиняется общим закономерностям, сопровождающим хозяйственную деятельность человека. В то же время в характере негативных экологических последствий отражаются региональные почвенные особенности. В целях охраны и рационального использования почв горных территорий необходимо при их использовании соблюдать специфический подход, выражающийся в контроле и нормировании применения сельскохозяйственного воздействия.

УДК 631.4

ПРИРОДНАЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ И АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Хитров Н.Б.¹, Чевердин Ю.И.², Чижикова Н.П.¹, Роговнева Л.В.¹

¹*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, khitrov@agro.geonet.ru;*

²*Воронежский НИИ сельского хозяйства, cheverdin@box.vsi.ru*

Проведен ретроспективный анализ влияния природных особенностей строения и функционирования территории и характера антропогенных воздействий на преобразование почвенного покрова ЦЧО в пространстве и во времени.

На примере агролесоландшафта Каменной Степи систематизированы картографические и атрибутивные данные о климате, растительности, геологическом и гидрогеологическом строении, поверхностных и грунтовых водах, почвенном покрове, полученные разными авторами в течение 120 лет. Состояние почвенного покрова в начале XXI века охарактеризовано созданной картой структур почвенного покрова (М 1:25000) и серией детальных почвенных карт (М 1:1000 и 1:2000) и катен-трансект вложенных ключевых участков. В совокупности материалы предшествующих исследователей и данные, полученные нами, позволили оценить динамику антропогенного преобразования исходно степного ландшафта и природную предрасположенность возможности возникновения и локализации современного вторичного сезонного переувлажнения, засоления и осолонцевания черноземов. Факторами, которые в XX веке предопределили развитие отмеченных выше явлений, являются рельеф и сложное слоистое гидрогеологическое строение ландшафта, впервые описанное Н.М. Сибирцевым и в дальнейшем детализированное А.А. Дубянским, А.Н. Семихатовым и М.Н. Грищенко, на фоне комплексного изменения водного баланса территории хозяйственной деятельностью человека.

В ходе современного почвенного обследования Каменной Степи было выявлено 4 ландшафтные ситуации развития почв с признаками слитогенеза, сведения о которых на территории ЦЧО отсутствуют.

Явления, отмеченные в Каменной Степи, имеют широкое распространение в ЦЧО в районах со сложным гидрогеологическим строением. Такими районами являются восточная половина Белгородской области, южная часть Воронежской, северные районы Ростовской и Волгоградской областей. В частности выявлено еще 36 ареалов с почвами, имеющими признаки слитогенеза.

На современном этапе провоцирующим фактором развития разных видов деградации становятся новые технологии, основанные на минимизации механических обработок при активном использовании химических средств защиты растений. Они часто приводят к уплотнению средней части бывшего пахотного горизонта на глубине 15–30 см, способствуя изменению водного режима с печальными последствиями развития эрозии, локального переувлажнения и засоления почв.

Анализ складывающейся ситуации показал, что при антропогенном преобразовании степного ландшафта следует целенаправленно создавать пространственно-функциональную архитектуру, которая бы на основе выявления естественного строения и функционирования ландшафта предупреждала возникновение позиций ландшафта, уязвимых к переувлажнению почв, накоплению в них легкорастворимых солей и развитию других деградационных процессов (эрозии, переуплотнения, слитогенеза и прочих).

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 06-04-08323, 08-04-01195, 11-04-00710.

УДК 631.4

МЕХАНИЗМ ТРАНСФОРМАЦИИ КАРБОНАТНЫХ АККУМУЛЯЦИЙ В ПОЧВАХ РАЗНЫХ ВИДОВ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ АГРОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Хохлова О.С.¹, Чендев Ю.Г.²

¹*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушино, akhokhlov@mail.ru;*

²*Геолого-географический факультет Белгородского государственного
университета, Белгород, sciences@mail.ru*

Изучены карбонатные аккумуляции нижних горизонтов, 190–200 см, почв в агрорядах (лес – пашни различной длительности использования – варианты

многолетнего стационарного опыта: монокультура, черный пар) в лесостепной зоне Среднерусской возвышенности на ключевых участках в Белгородской и Воронежской областях. Использован комплекс морфологических (макро-, мезо- микро- и субмикроуровни) и инструментальных (определение процентного содержания и изотопного состава и радиоуглеродное датирование) методов.

Смена леса пашней приводит к изменению водного режима пахотных почв в сторону усиления его контрастности и, как следствие, к увеличению аккумуляции карбонатов и ^{14}C -возраста (до 2–3 раз) мучнистой карбонатной присыпки и твердых журавчиков в изучаемых горизонтах пахотных почв по сравнению с лесными. Аккумуляция возрастает за счет подтягивания «старых» карбонатов из нижележащих сильно окарбоначенных горизонтов плейстоценовых почв по порам капиллярного размера, предположительно, в коллоидных растворах-суспензиях. Кроме того, в пахотных почвах выявлены случаи резкого (в 2–5 раз) омоложения журавчиков и приближения их ^{14}C -возраста к таковому журавчиков в гидроморфных почвах. Омоложение обнаруживается редко и локально, скорее всего, только в самых крупных магистральных трещинах и связано с переувлажнением автоморфных пахотных почв при сезонном застое воды. По нашим наблюдениям, весной, после снеготаяния, профили пахотных почв сильно переувлажнены, со стенок сочится вода, тогда как в фоновых лесных разрезах в это время отмечается равномерное умеренное увлажнение. Мучнистые карбонаты вокруг журавчиков в пахотных почвах незначительно растворяются, но не омолаживаются, так как, по микроморфологическим наблюдениям, они располагаются в плазме (или в межтрещинной массе – на макроуровне) и находятся в незначительном контакте с нисходящим потоком воды, движущимся преимущественно по крупным трещинам. По изотопному составу углерода рассеянные мучнистые и сегрегированные твердые карбонаты в некоторых случаях отличаются значительно, что указывает на различный механизм их аккумуляции и трансформации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 09-05-97513-р_центр_a

УДК 631/48(470/630/627)

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ

Цховребов В.С., Новиков А.А., Фаизова В.И., Марьян А.Н.

*Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь,
tshovrebov@mail.ru, boden1976@mail.ru, verafaizova@gmail.com*

Почвы Ставропольского края образованы преимущественно на лессовидных суглинках и породах морского генезиса (сарматских и майкоп-

ских глинах). Представлены, главным образом, каштановыми, черноземами и солонцами. Возраст почв 10–11 тыс. лет от последнего оледенения.

С целью выявления особенностей эволюции почв в голоцене нами были произведены исследования погребенных почв и их современных аналогов. Использованы также материалы исследований кафедры естественных угодий и агроценозов. В каштановой зоне под курганами, называемым археологами «Шарахалсун» (7 курганов) и «Дамба-Калаус-2» (1 курган). В черноземной зоне в Новоалександровском районе под курганом «Славянский-1». Возраст курганов 4800–5200 лет. В каштановой зоне рядом с названными курганами обнаружили захоронение аланских времен (1300–1400 лет) и в районе г. Эссентуки захоронение скифского периода (2000–2200 лет). По утверждению палеогеографов климат за весь голоценовый период не имел резких колебаний и характеризовался как засушливый в каштановой зоне и недостаточно увлажненный в чернозёмной зоне.

Лессовидные суглинки изначально засолены в разной степени. Наблюдается снижение засоленности с востока к западу, т. е. от каштановой зоны к чернозёмам, которая практически исчезает на Кубани. Породы морского генезиса засолены все, но также в различной степени.

Профиль погребенных каштановых почв по морфологическим признакам типичен для солонцов. Иллювиальный горизонт имеет высокую плотность, столбчатость в строении и глыбистость структуры. Содержание обменного натрия составляет до 27,7 % от суммы. Содержание легкорастворимых солей 0,45 %.

Современной профиль почвы характеризует зональную каштановую почву, не засолен (0,09 %) и содержит обменного натрия менее 5 % от суммы.

По морфологическим признакам почву кургана «Славянский-1» в черноземной зоне можно классифицировать как чернозем южный. Современные почвы классифицируются как черноземы обыкновенные карбонатные мощные тяжелосуглинистые. Почвы захороненные 1500 и 2200 лет назад близки к современным аналогам, но имеют менее мощный гумусовый горизонт.

В зоне черноземных солонцов при проведении почвенного обследования выявили наличие расположенных в непосредственной близости друг от друга на одинаковых породах собственно солонцов, солонцевато-слитых, солонцеватых и глубокосолонцеватых почв.

Таким образом почвы с начала голоценового периода при неизменном климате последовательно прошли стадии рассоления и рассолонцевания по следующей схеме: солончаки → солончаковатые почвы → солонцевато-солончаковатые → солонцы → солонцеватые почвы → зональные каштановые и черноземы. В зоне чернозёмов карбонатных солончаковой стадии не было.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ ТЕРРАС РЕК ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ

Яблонских Л.А., Алаева Л.А.

*Воронежский государственный университет, г. Воронеж,
liliya-250477@yandex.ru*

Серые лесостепные почвы низких террас легкого гранулометрического состава, которые характеризуются низким естественным плодородием, уязвимы к антропогенному воздействию. По сравнению с почвами под лесом в их профиле сформировались пахотный и подпахотный горизонты с менее интенсивной гумусовой окраской. В них отсутствуют пористость и слабо заметна кремнеземистая присыпка, тогда как в лесных аналогах на глубине 0–40 см отмечается ясно выраженная белесая присыпка, структура из ореховато-зернистой трансформировалась в мелкоглибистую. Структура почв относится к категории быстро реагирующих показателей на изменившиеся экологические условия. Распаханные почвы имеют заметные отличия структурного состава в пахотном горизонте. По сравнению с почвами под лесом в нем количество агрегатов 10–1 мм в 2, а коэффициент структурности в 1,5 раза меньше. Уменьшается коэффициент водопрочности агрегатов > 1 мм. На посевах ржи в момент уборки он равен 0,37 в слое 0–10 и 0,55 в слое 10–20, а под лесом 0,65 и 0,64 соответственно. На залежи он равен 0,52 и 0,34 в слоях 0–10 и 10–20 см против 0,63 и 0,35 под лесом. При распашке разрушаются все водопрочные агрегаты крупнее 2 мм и уменьшается содержание агрегатов 2–1 мм до 6,6 в слое 0–10 и 15,4 % в слое 10–20 см. На залежи структура частично восстанавливается. Здесь в бывшем пахотном горизонте повышается содержание агрегатов размером > 3 мм до 8 и 5 % в слоях 0–10 и 10–20 см и > 1 мм до 23 и 18 % соответственно.

Распашка привела к увеличению в пахотном и подпахотном горизонтах величины плотности сложения (на 0,05 г/см³), плотности твердой фазы почвы (на 0,01 г/см³) и уменьшению общей порозности. Сельскохозяйственное использование почв, сопровождаемое потерей гумуса на 1 % и уплотнением верхних горизонтов, ведет к уменьшению величины полной влагоемкости в пахотном горизонте в 1,3 раза под зерновыми, в 1,2 раза – под многолетними травами. Также отмечается уменьшение величины влажности завядания в пахотном горизонте в 1,4 раза под зерновыми, в 1,3 – под многолетними травами. Под зерновыми культурами скорость впитывания и фильтрации снижается в 1,5–1,7 раза.

Освоение данных почв привело к резкому снижению содержания обменного кальция в пахотном горизонте (до 3 мг-экв/100г почвы против 11 под лесом). На выгоне происходит накопление кальция в слое 20–30 см (6 мг-экв/100 г почвы против 4 под лесом). Содержание магния в составе поглощенных оснований незначительно снизилось по всему профилю в почве на пашне и до 50 см на выгоне. Глубже происходит увеличение содержания магния до 1,5–2,5 мг-экв/100 г почвы против 1,0–1,3 под лесом. Здесь отмечается вынос ила, что подтверждает связь обменного магния с тонкодисперсной частью почвы. Сумма обменных оснований уменьшилась лишь в пахотных горизонтах рассматриваемых почв. В освоенных почвах по всему профилю увеличились показатели рН_{сол}. Только пахотные горизонты, лишившиеся лесной подстилки, нейтрализующей естественную кислотность почв, стали кислее, чем их аналоги под лесом. В них снизилась обменная кислотность (до слабокислой в пахотном горизонте), в 1,5 раза уменьшилась величина гидролитической кислотности, слабо возросло содержание обменного кальция и увеличилась степень насыщенности основаниями (до 70–59 % в слое 0–10 и 10–20 см против 59–49 в почвах под лесом).

Агрогенная трансформация исследуемых почв сопровождается изменением морфологии верхней части почвенного профиля, ухудшением структурного состояния, водно-физических, физико-химических и химических свойств в пахотном слое.

УДК 631.4

ЭВОЛЮЦИЯ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Яковлева Л.В.¹, Абакумов Е.В.², Левин А.В.¹

¹Ленинградский НИИСХ «Белогорка», Ленинградская область, lenniish@mail.ru;

²Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург,
e-abakumov@mail.ru.

Проведен мониторинг основных свойств лесной почвы после ее освоения в 1978 году. Исследования проводили в образцах почвы из разреза в лесу, на почве при выращивании сельскохозяйственных культур без внесения агрохимикатов, на почве при различных уровнях применения минеральных удобрений без известкования и на разных фонах известкования, на залежи. Полевые и лабораторные наблюдения сопровождалось исследованиями в модельных опытах.

Известно, что минеральная часть почвы сравнительно консервативна и обладает некоторой инерционностью. Содержание фосфора, кальция, серы, калия в почвообразующих породах и естественных почвах в значительной степени определяют уровень и устойчивость почвенного плодородия, так как при ослаблении воздействия человека почва стремится вернуться к состоянию гомеостаза. Не имея возможности провести микроморфологические и минералогические исследования, мы ограничились изучением мезоморфологии образцов из различных горизонтов почвенных разрезов и с контрастных делянок полевого опыта. Основное внимание было уделено изучению изменения физико-химических свойств почв и миграции оснований по профилю почвы.

Минеральные почвы Северо-Западного региона имеют кислую реакцию, связанную, как правило, с содержанием подвижного алюминия, и в меньшей степени, водорода. Без известкования и регулярного применения минеральных удобрений использование таких почв для выращивания сельскохозяйственных культур невозможно. Известь и минеральные удобрения являются чрезвычайно сильными средствами воздействия на все фазы почвы. Изменяется кислотно-основное равновесие, физические, химические, биологические свойства почвы; изменяются источники почвенной кислотности, источники миграции различных веществ в почвах, в том числе оснований. При окультуривании почвы изменяется емкость поглощения. В наших почвах она зависела от гранулометрического состава и содержания гумуса. Емкость поглощения увеличивается на 3–31 % при известковании почв различного гранулометрического состава до pH 5 и на 28–59 % – при внесении извести для доведения реакции почвы до pH 7. Это связано с освобождением после известкования мест обмена в ППК, заблокированных ранее алюминием и освобождающихся в результате его осаждения в виде нерастворимых гидроксидов, а также в результате вовлечения в реакции обмена карбоксильных и частично гидроксильных групп гумусовых веществ.

Плодородие почв неразрывно связано с протекающими в них биологическими процессами. На почвенную микрофлору большое влияние оказывает не только уровень реакции почвы, но и содержание в ней подвижных форм фитотоксичных элементов. Зависимости носят нелинейный характер и имеют высокую тесноту связи. При известковании содержание грибов снижалось на 15–42 %; количество бактерий, использующих минеральные формы азота, разлагающих органические азотсодержащие вещества, увеличивалось в 2,5–5 раз. Но длительное применение минеральных удобрений ингибировало развитие бактериальной микрофлоры. Таким образом, преобразование лесных почв в сельскохозяйственные угодья приводит в дальнейшем и к положительным, и к отрицательным (с экологической точки зрения) последствиям. Фактически мы имеем совершенно новые образования.

Алфавитный список авторов

- | | |
|----------------------|------------------|
| Абакумов Е.В. | Белик А.В. |
| Абрамов А.А. | Беличенко М.В. |
| Авакимова Л.А. | Белозерцева И.А. |
| Аврова А.Ф. | Беляев А.Б. |
| Адрианов С.Н. | Березин Л.В. |
| Азовцева Н.А. | Берзин А.М. |
| Алаева Л.А. | Бечина И.Н. |
| Александровский А.Л. | Бигун О.Н. |
| Алифанов В.М. | Билтуев А.С. |
| Алябина И.О. | Бирюкова О.А. |
| Андрианов А.Д. | Блынская Т.А. |
| Аникина Л.М. | Бобкова К.С. |
| Анкудинова М.А. | Бодеева Е.А. |
| Апарин Б.Ф. | Божко Н.Е. |
| Аристархов А.Н. | Божко С.Н. |
| Архангельская Т.А. | Божков Д.В. |
| Арчегова И.Б. | Болдырев А.А. |
| Асеева Т.А. | Болотов А.Г. |
| Бабаев М.П. | Бондаренко С.Ю. |
| Бабиков Б.В. | Борисов Б.А. |
| Базыкина Г.С. | Бронникова М.А. |
| Байбеков Р.Ф. | Брызжев А.В. |
| Байков К.С. | Будажанов Л.В. |
| Бакина Л.Г. | Булгаков Д.С. |
| Балабко П.Н. | Бурлай А.В. |
| Баламирзоев М.А. | Бурлаков Д.В. |
| Балашов Е.В. | Бурова А.В. |
| Балданова А.Л. | Бурховецкая А.К. |
| Балюк С.А. | Бутылкина М.А. |
| Баранов И.П. | Бучкина Н.П. |
| Бардина Т.В. | Вайгель А.Э. |
| Баринов В.Н. | Валдайских В.В. |
| Басевич В.Ф. | Васенев В.И. |
| Безлер Н.В. | Васенев И.И. |
| Безуглова О.А. | Василенко Е.С. |
| Безуглова О.С. | Вербина Е.Б. |
| | Веревкина С.И. |
| | Вертебный В.Е. |

- Ветрова А.А.
Вильчевская Е.В.
Власова Н.В.
Габриэлян Г.А.
Гамзиков Г.П.
Ганжара Н.Ф.
Гарсиа-Кальдерон Н.Е.
Гасанов В.Г.
Гасымов А.М.
Гендугов В.М.
Геннадиев А.Н.
Герасимов А.О.
Герасимова М.И.
Герке К.М.
Гефке И.В.
Гиличинский Д.А.
Гиндемит-Семененко А.М.
Гиниятуллин К.Г.
Глаголев М.В.
Глазунов Г.П.
Головацкая Е.А.
Голозубов О.М.
Гольева А.А.
Гончаров В.Д.
Гончарова Л.Ю.
Горбов С.Н.
Горбунова Ю.С.
Горячкин С.В.
Градобоева Н.А.
Градусова О.Б.
Гребенников А.М.
Гришко В.Н.
Громыко Е.В.
Гурова Т.А.
Гусева Т.М.
Гусейнова С.М.
Дабах Е.В.
Данилов П.П.
Девятова Т.А.
Демидов Н.Э.
Демин В.В.
Дёмина И.В.
Демкин В.А.
Демкина Т.С.
Денисова Т.В.
Дергачева М.И.
Десяткин А.Р.
Десяткин Р.В.
Джани Л.
Джафарова Ч.М.
Дитц Л.Ю.
Дмитриев Н.Н.
Добровольский Г.В.
Добротворская Н.И.
Долгих А.В.
Дурынина Е.П.
Дядькина С.Е.
Евдокимов И.В.
Евдокимова Г.А.
Евдокимова М.В.
Елизарьев В.В.
Елисеева Н.В.
Елсаков В.В.
Елькина Г.Я.
Ельников И.И.
Ельцов М.В.
Ендовицкий А.П.
Ермак А.А.
Ермакова Л.И.
Еськов А.И.
Ефремов С.П.
Ефремова Т.Т.
Жданов А.В.
Жданова Т.Ю.
Желтов Ю.И.
Жуланова В.Н.
Забоева И.В.
Зазовская Э.П.

Зайцев В.Н.	Калинина О.Ю.
Захарихина Л.В.	Калиниченко В.П.
Звягинцева Е.Н.	Каличкин В.К.
Землянкин И.С.	Калюк В.А.
Злобина М.В.	Каменщикова В.И.
Злотников А.К.	Капелькина Л.П.
Злотников К.М.	Караваева Н.А.
Золотарева Б.Н.	Карауш П.Ю.
Зольников И.Д.	Карманов И.И.
Зоткина А.В.	Карпачевский Л.О.
Зубкова Т.А.	Касатиков В.А.
Ибаньес-Уэрта А.	Касимзаде Т.Э.
Иваненко А.А.	Каширская Н.Н.
Иванников Ф.А.	Каштанов А.Н.
Иванов А.В.	Квиткина А.К.
Иванов А.И.	Керечанина Е.Д.
Иванов А.Л.	Кириянова Е.Ю.
Иванов С.А.	Кирюшин В.И.
Иванова А.Е.	Климентьев А.И.
Иванова Ж.А.	Ковалева Н.О.
Иванова О.Г.	Кожемяков А.П.
Иванова С.Е.	Кокорева А.А.
Иванова Т.А.	Колбин С.А.
Ивахненко Н.Н.	Колесников С.И.
Икконен Е.Н.	Колесникова В.М.
Ильин В.Б.	Колесникова М.В.
Ильина Л.П.	Комаров А.А.
Ильинский А.В.	Конарбаева Г.А.
Ильяшенко М.А.	Конашенков А.А.
Инишева Л.И.	Кондрашкина М.И.
Исмаилов Б.Н.	Конова И.А.
Исупова Ю.А.	Кононцева Е.В.
Каверин Д.А.	Конюшков Д.Е.
Кадулин М.С.	Копчик Г.Н.
Казакова А.С.	Корельская Т.А.
Кайгородов А.Т.	Коркина Е.А.
Кайгородова С.Ю.	Корнийчук А.А.
Калинин П.И.	Королева П.В.
Калинина Н.В.	Королюк Т.В.

- Костенков Н.М.
Косых Н.П.
Красильников П.В.
Кремзин Н.М.
Кривушин К.В.
Кринари Г.А.
Кротова О.М.
Крыщенко В.С.
Кудеярова А.Ю.
Кудряшова С.Я.
Кузнецов М.А.
Кузнецов П.В.
Кузнецова Е.Г.
Кузнецова Т.В.
Кузяков Я.В.
Кулачкова С.А.
Кулешова Л.А.
Куликова А.Х.
Купров А.В.
Курганова И.Н.
Куст Г.С.
Кутюва О.В.
Лазарева Е.В.
Лактионов Ю.В.
Лактионова Т.Н.
Лапа В.В.
Лаптева Е.М.
Лапыгина Е.В.
Ларионова А.А.
Лебедева И.И.
Лебедева М.П.
Левин А.В.
Лейних П.А.
Ли М.А.
Лисовицкая О.В.
Листова М.П.
Литвинов Ю.А.
Лиханова И.А.
Ложкин И.В.
Ломонос М.М.
Лопес де Гереню В.О.
Лотвина Е.Р.
Лукьященко К.И.
Лупачев А.В.
Лысак Л.В.
Лысенко В.Я.
Любова С.В.
Люри Д.И.
Магомедов И.А.
Мажайский Ю.А.
Мазанко М.С.
Макаров В.С.
Макаров И.Б.
Макаров М.И.
Макаров О.А.
Макарова Е.П.
Макарычев С.В.
Макеев А.О.
Макоед А.А.
Максимова Н.Б.
Мальшева Т.И.
Мамедов Г.Ш.
Мамедов Э.Э.
Мамедова С.З.
Маркова О.Г.
Мартыненко И.А.
Мартынов А.И.
Мартынова Н.А.
Марьин А.Н.
Матвеев Т.И.
Матыченков Д.В.
Махатков И.Д.
Махонина Г.И.
Маячкина Н.В.
Медведев В.В.
Мергелов Н.С.
Меркушева М.Г.
Мешалкина Ю.Л.

Микайылов Ф.Д.	Онищенко Л.М.
Милановский Е.Ю.	Онищук В.С.
Мильхеев Е.Ю.	Осипов А.И.
Минкина Т.М.	Осипов А.Ф.
Мирзоев Э.М.-Р.	Осокин Н.И.
Мирзоева К.Э.	Павлова А.И.
Миронов В.А.	Панина С.С.
Мирская Г.В.	Панова Г.Г.
Михайлов И.С.	Панфилова Т.И.
Михайлов С.И.	Панюков А.Н.
Михайлова А.А.	Паращенко В.Н.
Михеева И.В.	Парфенова А.М.
Мишина П.В.	Паршина О.А.
Мищенко Н.А.	Пастухов А.В.
Можарова Н.В.	Пеленева М.А.
Мозгова Н.П.	Пермяков Е.Г.
Моисеев К.Г.	Петров А.А.
Молчанов Э.Н.	Петров А.С.
Морковкин Г.Г.	Пинский Д.Л.
Мухина Н.В.	Пищик В.Н.
Назаренко О.Г.	Поветкин В.А.
Накисько С.Г.	Поветкина Н.Л.
Наталенко А.О.	Подколзин А.И.
Небольсина З.П.	Полуян Д.И.
Невенчанная Н.М.	Полынов И.В.
Никитина Л.В.	Помазкина Л.В.
Николаев И.Н.	Попова Л.В.
Никулаеш М.Д.	Попова Л.Ф.
Новиков А.А.	Потребич В.В.
Новиков М.Н.	Приходько С.В.
Норбованжилов Р.Д.	Прозоров А.С.
Носов В.В.	Прокофьева Т.В.
Носоненко А.А.	Прущик А.В.
Овечкин С.В.	Пугачев А.А.
Овчинникова А.А.	Пшеничников Б.Ф.
Одорская А.В.	Пшеничникова Н.Ф.
Ознобихин В.И.	Радевич Е.В.
Олейников А.Ю.	Решоткин О.В.
Олехов В.Р.	Рижия Е.Я.

- Роговнева Л.В.
Розанова М.С.
Розов С.Ю.
Романенков В.А.
Романюта Е.М.
Румянцева И.В.
Русакова И.В.
Русанов А.М.
Рухович Д.И.
Рухович О.В.
Рыбальский Н.Н.
Сабреков А.Ф.
Саввинов Г.Н.
Савин И.Ю.
Савич В.И.
Савченко К.В.
Садовникова Н.Б.
Самохвалова Л.М.
Самсонова В.П.
Санжарова С.И.
Сапожников П.М.
Сафрошкин В.Ю.
Сахарова С.В.
Северцов В.В.
Седов С.Н.
Седых В.А.
Семендяева Н.В.
Семенов В.М.
Семенов Н.А.
Семенова Ю.В.
Семенюк О.В.
Семиколенных А.А.
Сергеева М.А.
Сивцева Н.Е.
Силева Т.М.
Симонович Е.И.
Синявина Н.Г.
Скворцова Е.Б.
Сковпень А.Н.
Смагин А.В.
Смирнов О.Н.
Смирнова М.А.
Смоленцев Б.А.
Смоленцева Е.Н.
Соколова Л.Г.
Соловьева Ю.А.
Солодовников А.Н.
Соломатова Е.А.
Сорокина О.А.
Сосновский А.В.
Степанов И.Н.
Степанов М.И.
Степанова В.И.
Степанова О.А.
Стефан-Отто Е.
Столбовой В.С.
Субота М.Б.
Судаков В.Л.
Суковатов В.А.
Сурин В.Г.
Суханов П.А.
Суханова Н.И.
Сухановский Ю.П.
Сухачева Е.Ю.
Сушко К.С.
Сычева С.А.
Сыщикова О.В.
Тагиднева Д.П.
Тарабукина В.Г.
Таргульян В.О.
Тешева С.А.
Титарев Р.П.
Титлянова А.А.
Толкалина К.Ю.
Трубников Ю.Н.
Турова И.В.
Тхакахова А.К.
Убугунов Л.Л.

Убугунова В.И.	Чернов И.Ю.
Удалова О.Р.	Черноусенко Г.И.
Удальцов С.Н.	Чижикова Н.П.
Умарова А.Б.	Чимитдоржиева Э.О.
Урусевская И.С.	Чугунова М.В.
Фаизова В.И.	Шаброва Е.В.
Федоров-Давыдов Д.Г.	Шарая Л.С.
Федотов Г.Н.	Шарков И.Н.
Филиппов И.В.	Шарый П.А.
Фокина Н.В.	Шафран С.А.
Фролова Л.Д.	Швыдкая Л.А.
Фурсов А.Д.	Шевцова Л.К.
Фуэнтес-Ромеро Э.	Шеин Е.В.
Хабибуллина Ф.М.	Шеин С.В.
Хайдуков К.П.	Шейко С.Н.
Харчук О.А.	Шепелев А.Г.
Хитров Н.Б.	Шестакова М.В.
Хлуденцов Ж.Г.	Шеуджен А.Х.
Хлыстов И.А.	Шибанов Д.В.
Ходжаева А.К.	Шибарева С.В.
Хомутова Т.Э.	Шибут Л.И.
Хохлов С.Ф.	Шинкарев А.А.
Хохлова О.С.	Шинкарев А.А. (мл.)
Худяков О.И.	Шишков В.А.
Цховребов В.С.	Шоба С.А.
Цытрон Г.С.	Шоркунов И.Г.
Чевердин Ю.И.	Шпедт А.А.
Чендев Ю.Г.	Шульгина С.В.
Черепухина И.В.	Эрнандес-Солис Х.М.
Черкасов Г.Н.	Юлушев И.Г.
Черкашина А.А.	Яблонских Л.А.
Черкинский А.Е.	Яковлев А.С.
Черненко В.В.	Яковлева Л.В.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**VI СЪЕЗД
ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ
ИМ. В. В. ДОКУЧАЕВА**

МАТЕРИАЛЫ СИМПОЗИУМА

Петрозаводск, 13–18 августа 2012 г.

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 00.00.2012. Формат 60x84¹/₈.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 66,5. Усл. печ. л. 65,7.
Тираж 00 экз. Изд. № 00. Заказ 00.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50