



СБОРНИК ТРУДОВ
Международной молодежной научной конференции
«Проблемы деградации и охраны почв»
Международная молодежная научная конференция
2-ые Вильямсовские чтения
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева



Москва 2017

УДК 631.125:631.6.02(063)
ББК 40.3я431
С232

Сборник трудов Международной молодежной научной конференции «Проблемы деградации и охраны почв» /Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. 2017. 137 с.

В сборнике представлены тезисы статей в *авторской редакции*, подготовленные для Международной молодежной научной конференции «Проблемы деградации и охраны почв», которая проходила в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 4-5 декабря 2017 г.

Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей, научных работников.

Главный редактор: В.Д. Наумов

Ответственный редактор: А.И. Филатова

Содержание

Секция «Биологическая деградация»

Алилов Д.Р. Экологическая оценка почвенных потоков парниковых газов в ельнике кислично-щитовниковом неморальном Центрально-Лесного заповедника.....	6
Антоненко А.Н., Мамонтов В.Г., Ванькова А.А. Факторы почвоутомления на примере монокультуры костреца безостого.....	7
Кадирова Д.А., Гафурова Л.А. Влияние эрозионных процессов на содержание некоторых микроорганизмов, участвующих в цикле круговорота углерода.....	8
Комаристая С.С., Мамонтов В.Г. Сезонная динамика численности микроорганизмов в дерново-подзолистой почве.....	11
Комарова Т.В. Сезонная и суточная динамика почвенных потоков CO ₂ в сукцессиях зарастания залежи на территории Центрально-Лесного заповедника.....	12
Лосев А.И. Почвоутомление – серьезное последствие монокультуры.....	15
Попова В.С. Микробиологическая активность почвы при использовании соломы.....	18
Сухачёва А.М., Якушев А.В. Экофизиологическая характеристика сапротрофного бактериального сообщества почв.....	20

Секция «Охрана почв»

Барсукова Е.А. Формирование географической базы данных краснокнижных почв, на примере степной зоны Ростовской области.....	24
Бондаренко Н.Н., Перминова Е.М., Кызьюрова Е.В., Пунегов В.В., Лаптева Е.М. Низкомолекулярные водорастворимые органические соединения как показатель изменения гумусного состояния подзолистых почв на вырубках еловых лесов.....	25
Буздакова П.В. Динамика изменений лесополос Ростовской области на примере хозяйств Заветинского района.....	29
Борисов Б.А., Васильева М.С. Состояние органического вещества и физические свойства чернозема обыкновенного Воронежской области при переходе от традиционной к нулевой обработке.....	30
Волкова С.К. Различия состава почвенных растворов от температуры.....	30
Воробьев М.В., Красин В.Н. Деградация свойств черноземов Тамбовской равнины под влиянием переполивов навозными стоками свиноводческих комплексов.....	31
Гасанов Р.А., Абдусаламова Р.Р. Бурые лесные типичные почвы Верхнепредгорного Дагестана.....	34
Гернер Е.И., Шилов М.П. Повышение продуктивности и устойчивости дефляционных агроландшафтов в засушливой степи Костанайской области.....	36
Головченко Е.А. Динамика органического вещества почв Зауралья.....	39
Джалилова Г.Т., Гафурова Л.А. Морфологическая диагностика горных почв и почвообразовательных процессов с учетом эрозионных процессов.....	42
Зуева М.Ю. Влияние углеродистых сорбентов на подвижность меди и цинка, и свойства почв в черноземе обыкновенном.....	45
Касатов И.С., Панов Е.Ю., Поликарпов А.С., Савушкин Ю.Н., Филатова А.И. Изучение динамики разрушения остаточных количеств азоксистрибина и его геометрического изомера R230310 в зеленой массе, зерне и соломе озимой пшеницы валидированным методом в первой почвенно-климатической зоне РФ.....	48
Козырев Д.А., Тагивердиев С.С., Чурсинова К.В., Скрипников П.Н. Оценка содержания искусственного радионуклида ¹³⁷ Cs в почвах с различной антропогенной нагрузкой (на примере Ростовской агломерации).....	50
Коровина А.Г., Кольцова О.М. Влияние применения удобрений и мелиорантов на экологическое состояние чернозема выщелоченного.....	53
Крутень В.С., Нечаева Т.В., Быкова С.Л. Изменение плодородия черноземных почв полярных экспозиций эрозионно опасного склона на юге Западной Сибири.....	56

Меженков А.А. Применение разнородной почвенно-географической информации для целей агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения (на примере Матвеево-Курганского района Ростовской области).....	59
Минникова Т.В., Баранова Г.В., Денисова Т.В. Изменение окислительно-восстановительного потенциала нефтезагрязненного чернозема Ростовской области после внесения мочевины и гумата калия.....	60
Пискарева О.А. Экологическая оценка состояния почвы прибрежной зоны реки Яуза.....	63
Пухальский Я.В., Воробьев Н.И., Шапошников А.И., Свиридова О.В., Белимов А.А., Пищик В.Н., Толмачев С.Ю. Технология электро-магнитного управления сигнальными процессами на примере корневой экссудации органических кислот и сахаров в микробно-растительных биосистемах.....	65
Панов Е.Ю., Поликарпов А.С., Савушкин Ю.Н., Попов А.В., Панова П.Ю. Изучение динамики разрушения остаточных количеств ципроконазола, СК (80 г/л) в зеленой массе, зерне и соломе озимой пшеницы при двухкратном применении в первой почвенно-климатической зоне РФ в 2016 году.....	68
Подволоцкая Г.Б., Савич В.И. Агроэкологическая оценка почвенных растворов и поверхностных вод.....	69
Поличевская А.П., Чинилин А.В. Особенности структуры почвенного покрова лесных почв в условиях городской среды на примере ЛОД РГАУ-МСЗА имени К.А. Тимирязева.....	71
Полякова Ю.Ю. Влияние современной агротехнологии на биологическую активность чернозема обыкновенного нижнего Дона.....	72
Пятин Е.Н. Использование материалов крупномасштабных почвенных обследований в кадастровой оценке.....	74
Пухальский Я.В., Вишнякова М.А., Семенова Е.В., Шапошников А.И., Азарова Т.С., Макарова Н.М., Сафронова В.И., Белимов А.А., Тихонович И.А. Роль симбиотических микроорганизмов в интенсификации процесса азотфиксации у различных сортов гороха на загрязненной тяжелыми металлами почве.....	75
Решетова А.В. О повышении эффективности сельского хозяйства Тульской области за счет применения точного земледелия.....	78
Рогожин Д.О. Сравнительная характеристика состояния органического вещества и агрегатного состояния чернозема южного при переходе от традиционной к нулевой обработке.....	80
Панов Е.Ю., Поликарпов А.С., Савушкин Ю.Н., Тестова Е.Н. Изучение динамики разрушения остаточных количеств фенпропидина, действующего вещества применяемого в смеси с пропиконазолом, СК (450 г/л фенпропидина + 125 г/л пропиконазола) в зеленой массе, зерне и соломе зерновых колосовых культур валидированным методом.....	82
Уланов Н.А. Влияние уровня грунтовых вод на режим промерзания и оттаивания выработанных торфяников.....	83
Ускова Н.В. Влияние длительного применения удобрений и бессменного возделывания культур на плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.....	87
Харченко И.В. Исследование эффективности биопрепаратов для аэробной ферментации биомассы растительных остатков.....	89
Царёва М.В. Влияние куриного помёта и минеральных удобрений на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и их изменения вдоль профиля.....	91
Чебану Г.Г., Поветкина Н.Л. Морфогенетическая характеристика почв особо охраняемых природных территорий государственного природного заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Сицина.....	94
Чинилин А.В., Савин И.Ю. Сравнение различных методов предварительной обработки спектральных данных для прогнозирования содержания органического углерода почв.....	94
Шахтарова О.В., Лаптева Е.М., Русанова Г.В. Тяжелые металлы в почвах импактной зоны цементного завода (Воркутинский район Республики Коми).....	98

Секция «Физическая деградация»

Даутоков И.М. Деградация свойств светло-серых супесчаных почв севера Тамбовской равнины под влиянием поверхностного заболачивания.....	101
Мусенова Д.В., Минаев Н.В. Моделирование мощности гумусового горизонта почв в условиях Окско-Донской провинции лесостепной зоны.....	104
Павлова Е.С. Масштабы эродированных почв на территории УНПЦ «Студенческий» ФГБУ ВПО Чувашская ГСХА.....	105
Плотникова О.О., Демидов В.В., Лебедева М.П. Влияние транспорта почвенного материала мелководными потоками на микроморфологические свойства поверхностных горизонтов чернозема типичного.....	107
Покоева М.В., Николаева О.Н. Современное состояние лесного фонда Восточной Сибири.....	110
Прохоров Е.С., Шевляков А.А., Афанасьев В.Ю. Анализ техники применяемой для восстановления деградированных сельскохозяйственных почв.....	113
Соломичева А.В. Физическая деградация земель Изобильненского района.....	115
Усеров М.Ж. Опустынивание: проблема деградации почв и земель.....	118

Секция «Химическая деградация»

Белик А.Д. Углеродородное состояние почв в зоне влияния Сызранского завода технического углерода...119.....	121
Болотов В.С., Шилова Н.И. Агроэкологическая оценка плодородия южных черноземов Костанайской области.....	123
Даниленко А.А. Гумусовое состояние дерново-подзолистых почв Лесной Опытной Дачи.....	126
Даньшина А.В., Зиннатшина Л.В., Сушкова С.Н., Васильева Г.К. Влияние сорбентов и мелиорантов на скорость биоремедиации и свойства нефтезагрязненных почв.....	127
Козлов А.В. Детоксикационная способность природных высококремнистых пород в дерново-подзолистой почве в отношении содержания подвижных форм тяжелых металлов.....	130
Красин В.Н., Красина Т.В. Изменение состава органического вещества черноземных почв севера Тамбовской области под влиянием переувлажнения.....	133
Ларичева С.В. Влияние сельскохозяйственного использования на свойства чернозема типичного на территории АО «Хреновской конный завод».....	136

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ

УДК 631.95:631.6.02(470.331)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЕЛЬНИКЕ КИСЛИЧНО-ЩИТОВНИКОВОМ НЕМОРАЛЬНОМ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Д.Р. Алилов

РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, daniyal0593@mail.ru

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL STREAMS OF GREENHOUSE GASES IN KISLICHNO-SHCHITOVNIKOVOM FIR GROVE NOT MORAL THE CENTRAL FOREST RESERVE

D.R. Alilov

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Введение: Глобальные изменения климата, во многом определяемые ростом в атмосфере концентрации парниковых газов, стоят в ряду приоритетных проблем современной экологии. Землепользование – основной фактор, определяющий потоки парниковых газов в наземных экосистемах.

К парниковым газам относят такие основные газы как – водяной пар, CO_2 (углекислый газ), CH_4 (метан) и N_2O (закись азота), что возникают в результате деятельности человека, накапливаются в атмосфере, и постепенно усиливают парниковый эффект [1].

Цель работы – оценить пространственную неоднородность потоков CO_2 между напочвенным покровом (почва и растительный покров) и атмосферой экосистемах и определить влияние внешних факторов на интенсивность потоков и направление потоков в ельнике кислично-щитовниковом неморальном Центральном-Лесном заповеднике.

Для решения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- Организовать и провести периодические сезонные мониторинговые наблюдения за почвенными потоками в ельнике кислично-щитовниковом неморальном Центральном-Лесном заповеднике;
- Оценить влияние различных факторов на их интенсивность и пространственную неоднородность.

Объекты исследования: Исследования проводятся в Центральном-Лесном заповеднике (Нелидовский район Тверской области) [2].

Основными объектами исследования являются ельник кислично-щитовниковый неморальный (разновозрастный) на участке «Ключ Красный».

Находится на возвышенном плоском элементе рельефа. Является одним из типичных биогеоценозов подзоны южной тайги Европейской части России. Участок разнообразен по микрорельефу и включает в себя как равные участки, так и холмы, и западины, образованные ветровалами различной давности. В целом условия увлажнения данного участка можно охарактеризовать как автоморфные [3].

Методы исследования: Проводились мониторинговые измерения на ключевом участках раз в 10 дней в летний период и раз в месяц в осенний, зимний и весенний периоды измерения потоков парниковых газов осуществляются подекадно методом высокочастотных измерений *in situ* в напочвенных экспозиционных камерах с дальнейшим их анализом содержания газов на хроматографе, при помощи газового анализатора Li-820 с сопутствующими измерениями влажности почвы, ее температуры, температуры воздуха и атмосферного давления. Лабораторные исследования.

Результаты и обсуждения: В результате мониторинговых наблюдений минимальная эмиссия CO_2 в ельнике кислично-щитовниковом (неморальном) разновозрастном в летний период составила в середине июня 4,7 ($\text{г CO}_2/\text{м}^2$ сутки) на новом ветровале на западине, а

максимальная была замечена в середине июля на старом ветровале на холмах – 33,9 (г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ сутки).

Почвенные потоки CO_2 за летний и осенний период были больше на холмах чем на западине. Дыхание почвы продолжается и зимой, причем активны ее намёрзлые слои, в которых находится значительная часть корней и продуцируемого ими корневого опада. В зимний период наблюдалось увеличение потока на холмах был поток больше, чем на западинах. По результатам исследований выявлена пространственная изменчивость основных режимных показателей ключевых участков.

Результаты сезонного мониторинга CH_4 показали приуроченность его максимальную эмиссию большинству исследуемых объектов на конец июня-июля (около 1,79 мг $\text{CH}_4/\text{м}^2$ день) на новом ветровале первом на холме.

Результаты сезонного мониторинга почвенных потоков N_2O показали, что максимальная интегральная эмиссия для большинства исследуемых объектов приходится на июнь (0,44 мг $\text{N}_2\text{O}/\text{м}^2$ день) на новом ветровале втором на холме.

В качестве внешних факторов были выбраны температуры почвы и воздуха, влажность почв.

На протяжении летнего периода измерений, средняя температура воздуха колебалась от 13,9 С до +26,4°C, на ключевых участках особых различий в температуре воздуха не было, так как древесная растительность на всех участках имеет примерно одинаковую плотность крон. Температура почвы изменялась, в зависимости от температуры воздуха, на разных участках отличалась по-своему на Ключе Красном от 12°C до +20,3°C. Влажность почвы существенно варьирует в зависимости как от количества осадков за сезон, так и от рельефа ключевых участков. Почвы на ветровалах с западиной более холодные и влажные (разница во влажности до 30-50%), чем на холмах.

На протяжении летнего периода измерений, средняя температура воздуха колебалась от 13,9 С до +26,4°C. При измерении интенсивности выделения CO_2 со всей экосистемы, важно знать, какую долю в общей эмиссии занимают почва, травянистая растительность, живая и мертвая древесина [3].

Литература

- [1] Борисенков Е.П. Климат и его изменения. – М.: Знание. — 2012. — 64с.
- [2] Пузаченко Ю. Г. и др. Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник. — М.: Деловой мир, 2007. — 80 с.
- [3] Калюжный И.Л., Лавров С.А. Эмиссия двуокиси углерода на олиготрофном болотном массиве // Сборник работ по гидрологии № 27. СПб. ГМИ. С. 10-24

УДК 631.46

ФАКТОРЫ ПОЧВОУТОМЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОНОКУЛЬТУРЫ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО

А. Н. Антоненко*, В. Г. Мамонтов, А. А. Ванькова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, *antonenko_a.n.@mail.ru

FACTORS OF SOIL FOTIGUE ON THE EXAMPLE OF MONOCALTURE AWNLESS BROME

A. N. Antonenko, V. G. Mamontov, A. A. Vankova

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Монокультура, несмотря на очевидный факт снижения урожая, используется во многих странах на большей части площади, она более экономически выгодна и позволяет решить проблему продовольствия и спроса на рынке стран с развивающейся и переходной экономикой. Это непременно ведет к почвоутомлению, а значит накоплению специфических фитопатогенных микроорганизмов, одностороннему выносу веществ и накоплению продуктов экзосмоса растений. Изучение этого процесса и микробных сообществ на

утомленных почвах позволит найти методы устранения этой серьезной проблемы в почвоведении и агрономии.

Почвоутомление – это результат нарушения экологического равновесия в системе почва - растение вследствие одностороннего воздействия на почвенную среду культурных растений. В роли определяющего фактора выступает перегруппировка почвенных микроорганизмов в направлении повышения удельной массы агрономически менее ценной и вредной микрофлоры, в частности увеличения доли микроскопических грибов, актиномицетов и фитотоксичных форм, в общем количестве микроорганизмов. Токсические вещества, выделяемые микроорганизмами, а также продукты жизнедеятельности растений, поступающие в почву - угнетают прорастание семян и рост высших растений [1].

В условиях монокультуры может наблюдаться изменение группового состава микрофлоры ризосферы растений, что существенно влияет на свойства почвы, в частности, может затормаживаться развитие полезной микрофлоры, которая продуцирует витамины, ферменты, органические кислоты и окисляет токсические вещества [1].

Различные почвенные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты) образуют сильные токсины — яды, которые отравляют растения и сельскохозяйственную продукцию. Они могут быть токсичными не только для растений, но и для человека и вызывать отравления при употреблении токсичной продукции. Правда, такие вещества образуют только некоторые виды. Многие плесневые грибы также образуют токсины, воздействующие на растения и животных. Таких токсинов в настоящее время известно несколько сотен. Если в почве уже накопились токсичные грибы, от них трудно избавиться даже если снижается действие фактора, обусловившего их накопление [2].

Целью данной работы является определение количества и качественного состава микроорганизмов в исследуемых образцах, и проведение комплексного структурно – функционального анализа бактериальных сообществ.

Литература

- [1] Гродзинский А. М.; Аллелопатическое почвоутомление — Киев: Наук думка, 1979. — 248 с.
[2] Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: Учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 445 с.

УДК 641.46

ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЦИКЛЕ КРУГОВОРОТА УГЛЕРОДА

Д.А. Кадилова*, Л.А. Гафурова**

*Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент,
dilrabo_qodirova@rambler.ru

**Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека, Ташкент,
glazizakhon@yandex.ru

EFFECT OF EROSION PROCESSES ON THE CONTENT OF SOME MICROORGANISMS PARTICIPATING IN THE CARBON CYCLE

D.A. Kadirova*, L.A. Gafurova**

*Tashkent state agrarian University,

**National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek

Аэробное разложение целлюлозы (клетчатка) имеет важное значение в круговороте углерода в природе, так как это соединение встречается на земной поверхности в огромном количестве. В составе растительных остатков, как известно, содержание клетчатки доходит до 45-80 % их сухого веса.

Клетчатка играет огромную роль в почвенных процессах, формировании ее свойств и представляет собой полисахарид, который с трудом разрушается под действием сильных

химических реактивов. О запасах клетчатки в природе можно судить по следующим данным. Общее содержание углерода в составе живых организмов, населяющих Землю, оценивается в 700 млрд. т. [5]. Кроме того, в составе почвенного органического вещества и торфа содержится около 1400 млрд. т углерода. Если принять, что из этой массы углерода около 50 % приходится на долю клетчатки, то легко понять какие запасы этого вещества имеются в природе. Такая масса целлюлозы, конечно, не может оставаться без дальнейших превращений, а между тем известно, что она относится к веществам очень стойким и может разлагаться только под влиянием почвенных микробов. Поэтому роль микроорганизмов в разложении клетчатки очень велика. Эти микроорганизмы образуют фермент целлюлазы и целлюбиазы, которые гидролизуют клетчатку до глюкозы, а затем в аэробных условиях окисляют до CO_2 и H_2O [5].

Придавая большое значение процессу разрушения целлюлозы в почвах, С.Н. Виноградский [6] писал, что именно целлюлоза является основным источником энергии для всей жизни почвы. В.Л. Омелянский [4] назвал процесс разложения целлюлозы «едва ли не колоссальнейшим из всех естественных процессов». В результате жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов ежегодно на земной поверхности разлагается огромное количество целлюлозы, содержащейся в растительных остатках.

Анализ литературных источников показывает, что ведущую роль в разложении целлюлозы в почвах играют аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Разложение целлюлозы микроорганизмами представляет особый интерес в изучении биохимических процессов, которые играют огромное значение как субстрат для установления взаимодействия микроорганизмов как в аэробных, так и анаэробных условиях. Оно привлекает внимание агрохимиков и почвоведов в связи с проблемой образования гумуса, что в той или иной степени зависит от разложения растительных остатков.

Основная масса целлюлозы разлагается в поверхностных слоях почвы. В этом процессе главная роль принадлежит аэробным целлюлозным бактериям, а также микроскопическим грибам и актиномицетам. Закономерности распространения аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почвах исследователи рассматривают в зависимости от различного ряда экологических, климатических и агрохимических условий. Несмотря на то, что о распространении в разных условиях и существовании целлюлозоразрушающих микроорганизмов имеется уже много данных [1,2,3], однако, сведений по изменению численности целлюлозоразлагающих микроорганизмов под влиянием эрозионных процессов в почвах вертикальной зональности в условиях Гиссарского хребта имеется недостаточно.

Исследования показали, что численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в богарных почвах региона, так же как и других изученных почвенных микроорганизмов изменяется в зависимости от экспозиции и элемента склона, степени эродированности, расположении почв по вертикальной зональности, интенсивности поступления свежих растительных остатков, изменения гидротермического режима и других факторов.

Снижение численности микроорганизмов с глубиной в исследованных почвах неодинаково. Если в целинных почвах целлюлозоразрушающих микроорганизмов концентрируются в слое 0-15 и 15-30 см, где сосредоточена подстилка, то в богарных горно-коричневых почвах они проникают значительно глубже – в слое 30-50, а иногда до 50-70 см.

Приуроченность целлюлозоразрушающих микроорганизмов к верхнему слою в целинных почвах, связана как с водно-воздушными и температурными режимами почв разных слоев, так и с изменением их плотности, карбонатности, степени эродированности и, особенно, с характером распределения растительных остатков.

Результаты показывают, что в верхней части целинных темных сероземов развитых на третичных отложениях, где в основном развиваются целлюлозоразлагающие микроорганизмы, накапливается меньше растительных остатков и перегнойных веществ. Они формируются в условиях относительно менее увлажненного климата, чем в других исследованных почвах, поэтому, биологическая активность исследуемых темных

сероземных почв резко приурочена только к верхнему пахотному слою. Это обусловлено поступлением опада и поверхностным расположением корней. Вслед за резким уменьшением количества органического вещества и изменением физико-химических свойств почвы количество микроорганизмов с глубиной падает. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов темных сероземов очень сильно варьировала в зависимости от степени их эродированности: чем сильнее эродирована почва, тем ниже эти показатели.

Так, в несмытой почве в верхних (0-15 см) горизонтах количество аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов достигает до 11,5, а в нижних горизонтах 50-70 см - уменьшается до 1,4 тыс./г почвы. В среднесмытой почве количество изучаемой физиологической группы микроорганизмов существенно снижается и составляет в горизонте 0-15 см 4,5 тыс./г почвы, а в слое 50-70 см не обнаружены, что обусловлено резкой сухостью смытых почв, малым содержанием растительных остатков и недостатком доступных форм азота и фосфора, внесение которых приводит к активизации процесса разложение целлюлозы.

Нами одновременно были исследованы все подтипы горных коричневых почв. Эти почвы различаются более высоким содержанием гумуса, питательных веществ и растительных остатков, по сравнению с почвами сероземного пояса. Численность и распространение целлюлозоразлагающих микроорганизмов в разных подтипах горных коричневых почв связана с отмеченными выше генетическими особенностями. Следует отметить, что количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов в этих почв нарастает по мере увеличения степени их гумусности: от горных коричневых карбонатных к коричневым типичным почвам.

По сравнению с рассмотренными выше темными сероземами численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в горных коричневых почвах заметно выше. В этих почвах хорошо развит процесс нитрификации, и минеральный азот не лимитирует развитие целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Это приводит к повышению интенсивности минерализации в них целлюлозы растительных остатков и органического вещества в целом, обуславливая более высокую биологическую активность горных коричневых почв.

В сезонной динамике этой группы микроорганизмов максимальное количество обнаруживается во всех исследуемых почвах, в основном, весенний влажный и теплый период (рис. 1). Следует отметить, что в целинном темном сероземе летнего периода разложение клетчатки протекает здесь слабо или совершенно отсутствует. В эти же сроки в богарных типичных горно-коричневых почвах оно разлагалась сильно.

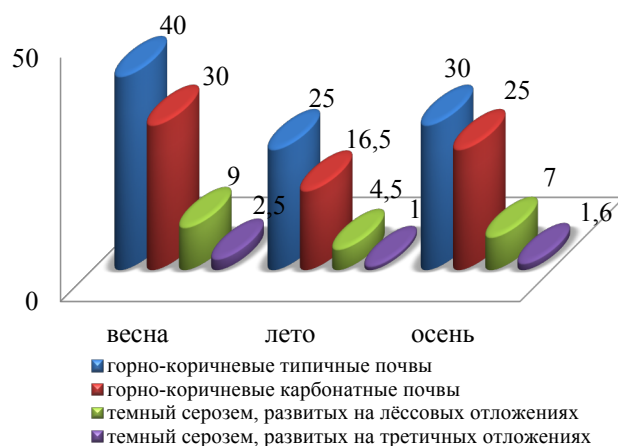


Рисунок 1. Сезонная динамика содержания целлюлозаразлагающих микроорганизмов в эродированных горных почвах

Таким образом, изучение целлюлозоразрушающих микроорганизмов в эродированных карбонатных горно-коричневых, типичных горно-коричневых, тёмных сероземах (на лёссах и на третичных неогеновых отложениях) почвах исследуемой территорий, имеющих вертикально-зональное расположение, показало закономерную зависимость численности микроорганизмов почв от климатических условий и связанного с ними развития растительного покрова, а также содержания в почве органического вещества. Ведущим фактором для развития аэробных целлюлозоразлагающих бактерий в почвах являются количества и качества растительных остатков, степени эродированности и экспозиции склона и их активность меняется в зависимости от почвообразующей породе и сезона года.

Литература

- [1] Гафурова Л.А., Кадирова Д.А., Эродированные почвы Туркестанского хребта и их биологическая активность. Монография. Изд-во. «ФАН». 2014. – 152 с.
- [2] Кадирова Д.А., Саидова М.Э. Особенности развития почвенной микрофлоры в зависимости от вертикальной зональности почв // Геохимия ландшафтов и география почв. Доклады материалов Всероссийской научной конф. Москва, 2012а. – С.146-147.
- [3] Кадирова Д.А., Саидова М.Э., Набиева Г.М., Биологическая активность как диагностический показатель плодородия почв. «Почва как природная биогеогеомембрана». Международная научная конференция XV Докучаевские молодежные чтения, Санкт-Петербург, 2012б, - С. 87-89.
- [4] Омелянский В.Л. Книга и микроорганизмы // Природа. - 1925. - №1 - С.3-35.
- [5] Федоров М.В. – Почвенная микробиология. Москва, 1954. – 455с.
- [6] Winogradskii S.N. Sur la dégradation de la cellulose dans le sol. “Ann. Inst. Pasteur”, 1929, № 4, p. 43-50.

УДК 631.46

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

С.С. Комаристая*, В.Г. Мамонтов

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, *komaristaya.97@mail.ru

SEASONAL POPULATION DYNAMICS OF MICROORGANISMS IN SOD-PODZOLIC SOIL

S.S. Komaristaya, V.G. Mamontov

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Численный состав микроскопических существ почв отличается большой динамичностью. Даже за относительные короткие промежутки времени число микроорганизмов в почве может меняться. Это следствие динамики температуры и влажности почвы, состояния растительного покрова и т.д. Почти во всех почвах наблюдается большая или меньшая активизация деятельности микроорганизмов весной. Очевидно, это связано с обогащением почв отмершей за осенне-зимний период растительностью и достаточным увлажнением [2].

Кроме сезонных изменений, в численности почвенной микрофлоры отмечаются и кратковременные флуктуации (т.е. неожиданные изменения). О причине последних существуют разные предположения. Некоторые исследователи допускают, что число бактерий может резко снижаться вследствие уничтожения их фагами или простейшими. Предполагают также накопление каких-то токсичных веществ в почве, временно подавляющие развитие определенных групп микроорганизмов [2].

Пики численности микроорганизмов в дерново-подзолистых почвах часто отмечают в июне и в августе что, вероятно, обусловлено оптимальным сочетанием температуры и влажности подстилки для развития микроорганизмов в эти периоды. Количество

аммонификаторов преобладало над числом микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, что свидетельствует о слабом процессе минерализации в подстилке хвойных лесов. Численность микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, невелика, так как они постоянно сталкиваются с избытком аммиачного азота в подстилке [1].

Целью данной работы является определение количества микроорганизмов в исследуемых образцах, и выявление причин их численности в определённый период.

Литература

- [1] Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii /Pod redaktsiei D.G. Zvyagintseva [Methods in soil microbiology and biochemistry. D.G. Zvyagintsev (ed.)]. Moscow, 1991.
[2] Mishustin E.N. Mikroorganizmy i plodorodie pochvy [Microorganism and soil fertility]. Moscow, 1956.

УДК 504.53.06

СЕЗОННАЯ И СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO₂ В СУКЦЕССИЯХ ЗАРАСТАНИЯ ЗАЛЕЖИ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Т.В. Комарова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, taniakomarova999@gmail.com
SEASONAL AND DAILY DYNAMICS OF SOIL CO₂ FLUXES IN FOREST – FALLOW
SUCCESSION AT THE CENTRAL FOREST RESERVE

T.V. Komarova

RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev

Проблема глобального изменения климата является одной из ключевых современных экологических проблем. Основной причиной глобальных климатических изменений считается повышение концентрации парниковых газов в атмосфере [3]. Антропогенный вклад в повышение концентрации CO₂ в атмосфере проявляется как в виде прямой техногенной эмиссии (транспорт, промышленность, энергетика), так и косвенно через изменение режимов землепользования [6].

Диоксид углерода (CO₂) является основным парниковым газом наряду с метаном, закисью азота и парами воды, при чем вклад CO₂ в усиление парникового эффекта составляет около 80 % [1]. Основным компонентом экосистемы, который оказывает как пассивное, так и активное воздействие на эмиссию CO₂, является почва [4]. Почва является важным природным резервуаром и главным источником биогенного углерода в наземных экосистемах [5].

Эмиссия почвой CO₂ является показателем весьма динамичным, сильно варьирующим как в пространстве, так и во времени [2]. Выделение CO₂ с поверхности почвы определяется биологической деятельностью микроорганизмов и растений. Также эмиссия CO₂ зависит от температуры воздуха и почвы, влажности почвы и др.). Поэтому почвенные потоки CO₂ с имеет довольно четкую суточную и сезонную динамику (активность почвенных микроорганизмов и интенсивность дыхания корней зависит от температуры верхних горизонтов почвы). Чем выше температура почвы, тем интенсивнее почвенные потоки CO₂ [3].

Несмотря на то, что исследования по оценке баланса углерода залежных экосистем достаточно распространены, динамика запасов почвенного органического углерода и почвенной эмиссии CO₂ в процессе образования и развития залежей изучена недостаточно.

Целью данного исследования было установление основных закономерностей сезонной и суточной динамики эмиссии CO₂ на представительных объектах разновременной залежи с дерново-палево-подзолистыми почвами в условиях Центрально-Лесного заповедника.

Объектом исследования послужил ряд разновозрастной залежи, охватывающий все стадии развития вторичной сукцессии: от зарастания травянистой растительностью до экосистемы ельника. Все рассматриваемые участки находятся на территории, не превышающей 300 метров в сопоставимых геоморфологических и литологических условиях, что позволяет давать полноценные оценки влияния зарастания залежи на потоки парниковых газов. Объекты исследования представлены 5 разновозрастными участками залежей:

- I) свежая залежь (с травостоем);
- II) залежь, заросшая березняком возрастом 10-15 лет;
- III) залежь, заросшая березняком возрастом 25-30 лет;
- IV) березняк возрастом 80-100 лет;
- V) ельник неморальный старше 120 лет.

Исследования проводились в хронологическом ряду сопоставимых между собой залежных участков на дерново-палево-подзолистых легкосуглинистых почвах, подстилаемых моренным суглинком.

Мониторинг почвенной эмиссии CO_2 проводили в период с июня по август 2017 года, то есть в период наиболее интенсивных почвенных потоков CO_2 в умеренном климате. На территории каждого участка сезонная динамика почвенного дыхания измерялась в 5 пространственных повторностях. Измерения проводились с помощью мобильного инфракрасного газоанализатора Li-820 методом напочвенных экспозиционных камер с параллельным измерением температуры воздуха, температуры и влажности почвы. Так же раз в месяц измерялась суточная динамика почвенных потоков CO_2 с параллельным измерением температуры воздуха, температуры и влажности почвы.

Измерения сезонной динамики почвенных потоков CO_2 проводились в период с июня по август и показали значительную сезонную изменчивость почвенной эмиссии CO_2 . Наиболее интенсивные почвенные потоки CO_2 зафиксированы на залежи с травостоем (рисунок 1), где максимальная эмиссия CO_2 составляла 64 – 65 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ день (в первой декаде июля при оптимальном соотношении температуры и влажности почвы). Что значительно выше интенсивности почвенных потоков CO_2 на залежи, заросшей березняком возрастом 10 – 15 лет (38 - 39 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ день).

Зависимость почвенных потоков CO_2 от возраста залежных участков фиксировалась в сукцессионном ряду зарастания залежей на протяжении всего сезона исследования. При чем наименьшая эмиссия CO_2 (20 – 21 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ день) характерна для экосистемы ельника неморального возрастом старше 120 лет (рисунок 2).



Рисунок 1 – Сезонная динамика эмиссии CO_2

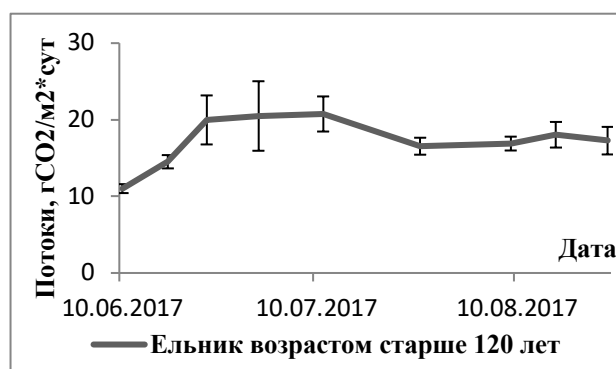


Рисунок 2 - Сезонная динамика эмиссии CO_2

Основными экологическими факторами, которые определяют сезонную и суточную динамику почвенных потоков CO_2 являются температура (рисунок 3) и влажность почвы (рисунок 4). При оптимальном соотношении температуры и влажности почвы эмиссия CO_2 максимальна.

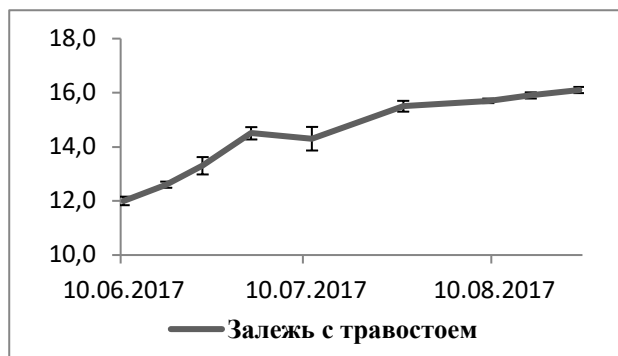


Рисунок 3 – Динамика температуры почвы

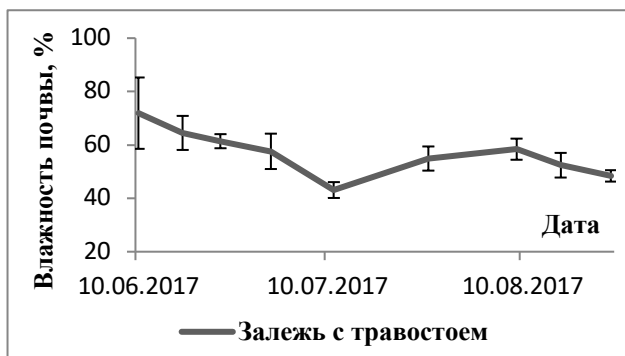


Рисунок 4 – Динамика влажности почвы

Также важно отметить ярко выраженную суточную динамику почвенных потоков CO_2 . Наиболее интенсивные почвенные потоки в июне наблюдаются в дневные часы с 10:30 до 22:30. Причем максимальная эмиссия характерна для залежи с травостоем - до $31 \text{ г CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{день}$ (рисунок 5), а минимальная – для ельника старше 120 лет (рисунок 6), где минимальные почвенные потоки CO_2 приблизительно составляли $16 \text{ г CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{день}$.

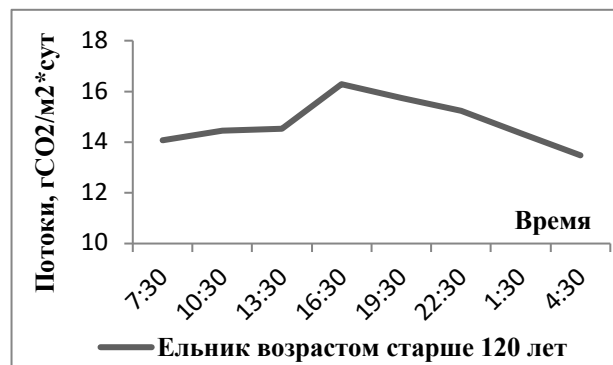
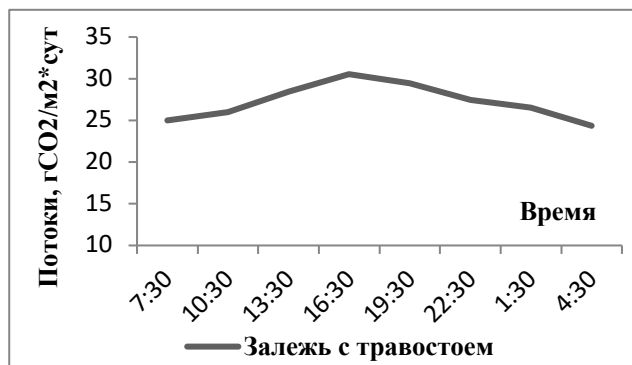


Рисунок 5 – Суточная динамика эмиссии CO_2 Рисунок 6 - Суточная динамика эмиссии CO_2

В июле эмиссия CO_2 была наибольшей по абсолютным значениям (на всей участках залежи по сравнению с июнем и августом), но суточная динамика эмиссии была менее ярко выраженной.

В августе также наблюдалась ярко выраженная суточная динамика почвенных потоков CO_2 , с максимальными колебаниями на залежи с травостоем (от $40 \text{ г CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{день}$ до $51 \text{ г CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{день}$).

Суточная динамика является показателем, сильно варьирующим, и должна учитываться при оценке сезонных потоков парниковых газов и баланса C .

Таким образом, с увеличением возраста залежи происходит снижение эмиссии CO_2 почти в 3 раза, наблюдается стабилизация запасов органического C в почве с увеличением растительных и почвенных пулов C , что является важной составляющей регионального стока из атмосферы.

Литература

- [1]. Кудеяров В.Н. и др. Потоки и пулы углерода в наземных экосистемах России / отв. ред. Г.А. Заварзин. - М.: Наука, 2007. - 315 с.
- [2]. Ларионова А.А., Розанова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO_2 из почвы. // Дыхание почвы. Под ред. чл.-кор. РАН Г.А. Заварзин, д-р биол. наук, проф. В.Н. Кудеяров. – Пущинский научный центр, 1993 – с. 59-68.
- [3]. Стапанов А.Л. Микробное образование и поглощение парниковых газов в почвах. М.: Издательство МГУ, 2009. – 225 с.

- [4]. Стапанов А.Л. Микробная трансформация парниковых газов в почвах. М.: ГЕОС, 2011. 193 с.
- [5]. Silva-Olaya A.M. et al. Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane // Environ. Res. Lett. 8 (2013) 015014 (8 pp).
- [6]. IPCC. Climate change 2007: Mitigation. In: Metz, B., et al. (Eds.), Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter governmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-88011-4 (pb: 978-0-521-70598-1).

УДК 631.458

ПОЧВОУТОМЛЕНИЕ – СЕРЬЕЗНОЕ ПОСЛЕДСТВИЕ МОНОКУЛЬТУРЫ

А.И. Лосев

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, trilleriv@gmail.com

SOIL FATIGUE IS A SERIOUS CONSEQUENCE OF A ONE-CROP SYSTEM

A.I. Losev

RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev

Еще во времена кочевого и подсечно-огневого земледелия люди замечали, что под одной и той же культурой с каждым годом урожай становился все меньше. Это вынуждало их бросать поля и сводить лес под новые пашни. Моментом, когда причины снижения плодородия под монокультурами заинтересовали ученых можно считать конец 18-го, начало 19-го века. Чарльз Добени (1795 – 1867, Англия) и Альфонс Декандоль (1806—1893, Швейцария) объясняли это явление накоплением токсических веществ в почве. В 1842 году, на Ротамстедской опытной станции в Великобритании были заложены длительные опыты по изучению бессменных посевов различных культур. Больше столетия они свидетельствовали, о стойком снижении урожая озимой пшеницы в монокультуре в 3,0—3,5 раза, по сравнению с плодосменом [4]. Гродзинский А.М. в своих работах считал почвоутомлением "потерю или сильное снижение плодородия почвы вследствие выращивания некоторых сельскохозяйственных растений или при бессменной культуре одних и тех же видов." Им же были обобщены и сформулированы следующие причины почвоутомления: вынос питательных веществ, нарушение структуры и физико-химических свойств почвы, развитие фитопатогенной микрофлоры, усиленное размножение вредителей и сорняков, сдвиг pH, накопление в почве токсических веществ [3]. Однако, такие меры противодействия перечисленным процессам, как применение удобрений, известкование, борьба с вредителями и сорняками, высокий уровень агротехники, улучшающей структуру почвы - не приводит к восстановлению плодородия "утомленной" почвы (это доказано, в частности, на опытных полях Тимирязевской академии [4]). Следовательно, истинными причинами снижения урожайности являются не все, из перечисленных, а определение почвоутомления требует уточнения. Наиболее точным и емким на сегодняшний день я считаю следующее: Почвоутомление – это устойчивое снижение биопродуктивности растений при монокультуре или длительном возделывании группы близких по биологии культур, не устраняемое внесением удобрений и оптимизацией физических свойств почвы [6].

Истинные же причины резкого снижения урожайности – это накопление в почве токсичных соединений, называемых "колинами" (аллелопатическое почвоутомление), и развитие патогенной микрофлоры. Механизмов для непосредственного воздействия на эти процессы нет, но использование в возделывании севооборотов дает почве возможность "отдыхать", понижать концентрацию колинов и не допускать угнетения ими растений. Севообороты используются уже очень давно. Этот прием по борьбе с почвоутомлением был разработан эмпирическим путем и внедрен в сельское хозяйство за долго до того, как вплотную занялись исследованием проблемы как таковой.

Вероятно, именно из-за этого почвоутомление всегда считалось не самой серьезной проблемой, на фоне таких, как: эрозия, истощение, опустынивание, загрязнение тяжелыми металлами, дегумификация и т.д. Но не слишком ли это пренебрежительный подход?

Обратив внимание на современное земледелие, можно обнаружить неприятную тенденцию. В погоне за рентабельностью производства, либо в виду отсутствия технической возможности ведения правильного севооборота, многие сельхоз производители отказываются от паров, а то и от севооборотов вовсе, практикуя бессменное возделывание культур. Сначала подобные действия и правда повысят прибыльность производства, ведь возделывание только основной культуры куда выгоднее, чем ее чередование с промежуточными, менее востребованными и ценными на рынке. Однако, как все это отразится на почве и дальнейшей урожайности растений? Опираясь на труды упомянутого выше Гродзинского А.М. и опыты таких исследователей, как Лобков В.Т., Волинкин В.И., Синещев В.Е., Ткачук О.А и многих других, можно утверждать, что в настоящий момент бессменное возделывание большей части культур крайне отрицательно отразится на плодородии и продуктивности почвы.

С 1912 по 1970 годы исследования велись на полях Мироновского научно-исследовательского института селекции и семеноводства пшениц (Киевская обл.), Харьковской опытной станции, Северо-Западного научно-исследовательского института сельского хозяйства (Ленинградская обл.). Опыты показали, что зерновые (яровая и озимая пшеница, овес, рожь) в севооборотах по сравнению с монокультурой давали прибавку от 5,5 до 10,9 ц/га [4].

В заложенных в 1912 г. опытах по изучению бессменных посевов на полях Тимирязевской сельскохозяйственной академии (Москва), отмечено даже полное прекращение роста клевера и льна в монокультуре, а также снижение урожая ржи и овса в 1,5—2,0 раза по сравнению с возделыванием в севообороте. Ежегодное применение удобрений не сглаживало разницы в урожаях (кроме картофеля), а в посевах озимой ржи и овса она стала еще более значительной [4].

В опытах Синещева В.Е. и Ткаченко Г.И. на черноземах Новосибирской области на территории ОПХ "Элитное" (1984 - 2013 годы) можно наблюдать снижение урожайности даже в севообороте пар-пшеница-пшеница-пшеница. В третьей после пара культуре, в сравнении с первой, урожайность зерна яровой пшеницы понижалась на 5-7 ц/га (примерно 20%) с применением средств химизации, и на 13 ц/га (примерно 40%) без применения средств химизации [7].

Лобков В.Т. в своих вегетационных опытах сравнивал массу 40-дневных растений ячменя и гороха выращенных на почве из-под бессменных посевов различных культур и чистого пара. Растения, выращенные на утомленной почве, имели меньшую массу, чем на почве из под пара. В случае Ячменя, самая низкая масса была получена на утомленной им же почве - 9,09 г/сосуд (против 16,60 г на почве из под пара). В случае гороха ситуация аналогичная. На утомленной горохом почве - 19,48 г/сосуд (против 27,85 г на почве из под пара) [5].

Им же было исследовано изменение содержания свободных фенолов (представителей кобинов - токсичных продуктов аллелопатии растений, вызывающих аллелопатическое почвоутомление) в типичном черноземе под озимой пшеницей в процессе девятилетнего бессменного возделывания и в севообороте. В севообороте их содержание за 9 лет возделывания изменилось с 345 до 317 мкг/100 г, а при бессменном возделывании с 338 до 456 мкг/100 г. (на седьмой год наблюдалось содержание 513 мкг/100 г) [5].

По одному из длительных стационарных полевых опытов заложенных в 1971 г. на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ можно наблюдать, что почвоутомление косвенно влияет и на последствие внесения фосфорных удобрений. На бессменных посевах зерновых прибавка урожая от внесения удобрений на 20-40% ниже, чем от этих же доз в севооборотах [1].

Стоит уточнить, что не со всеми культурами ситуация повторяется. Так, Воронин В.И. с коллегами на примере двух длительных опытов в Воронежской области исследовали кукурузу на возможность длительного бессменного возделывания (бессменные посевы кукурузы широко распространены в США, Канаде и странах Западной Европы, так как считаются экономически более выгодными, чем включение кукурузы в севообороты). Ученые пришли к выводу, что в агроэкологических условиях Центрального Черноземья кукуруза способна на длительное выращивание на одном и том же поле, при достаточном уровне внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений [2].

В тех областях, где картофель не поражается паршой, фитофторозом и другими заболеваниями, передающимися через почву, а также нематодами и прочими паразитами, существует возможность бессменного возделывания картофеля [3, 4].

Это лишь малая часть исследований, которые можно использовать, для выявления определенных закономерностей проявления почвоутомления в разных регионах и под разными культурами. Некоторые опыты из примеров, рассмотренных выше, вовсе закладывались для изучения других факторов и явлений, однако, даже их оказалось возможным применить для демонстрации общей тенденции использования монокультуры.

Лишь для не многих культур, таких как картофель, или кукуруза, существует возможность бессменного возделывания без ухудшения продуктивности почв и потери урожайности. Большая же часть полевых культур, при многократном выращивании на одном поле, через корневые выделения и пожнивно-корневые остатки насыщает почву колинами, что снижает как их собственную урожайность, так и урожайность культур, которые, возможно, будут возделываться на "утомленном" поле в будущем. Особо острое почвоутомление вызывают лен, клевер, сахарная свекла, горох, люцерна, хлопчатник, подсолнечник. А. И. Гайстером (1899—1937) введены даже специальные термины, подчеркивающие способность утомлять почву льна и клевера - льноутомление и клевероутомление [3].

На сегодняшний день нет способов отчистить почву от колинов, сохранив в ней при этом питательные вещества и не нарушив структуру. Таким образом, сельхоз производителям и фермерам, планирующим отказ от севооборотов, следует уделить время оценке возможных последствий и тщательно подойти к планированию агротехнических мероприятий, которые способствовали бы торможению развития почвоутомления.

Литература

- [1] Волынкин В.И., Волынкина О.В. / Действие состава удобрения и доз азота при систематическом применении в севообороте и на монокультуре пшеницы // Плодородие. — 2013. — 20-22 с.
- [2] Воронин В.И., Стулин А.Ф., Блеканов Д.Н., Подрезов П.И., Драчёв Н.А. / Оценка продуктивности кукурузы в условиях выращивания её в севообороте и в виде монокультуры при длительном применении удобрений // Успехи современной науки. — 2017. — 18-25 с.
- [3] Гродзинский А. М. / Аллелопатия растений и почвоутомление — Киев: Наук, думка, 1991. — 432 с.
- [4] Гродзинский А. М., Богдан Г. П., Головкин Э. А., Дзюбенко Н. Н., Мороз П. А., Прутенская Н. И. / Аллелопатическое почвоутомление — Киев: Наук, думка, 1979.—248 с.
- [5] Лобков В.Т. / Почвоутомление при выращивании полевых культур. — М. Колос, 1994.
- [6] Мамонтов В.Г. / Почвоведение. Справочное пособие — М.: Форум: Инфра-М, 2016 — 368 с.
- [7] Синещев В.Е., Ткаченко Г.И./ Вынос основных элементов минерального питания растениями пшеницы из почвы при минимизации основной обработки на разных фонах химизации // Инновации и продовольственная безопасность. — 2017. — 32-39 с.

Одним из спорных вопросов в последние годы является использование соломы. В эрозионноопасных условиях на легких по гранулометрическому составу почвах солома нужна, как для защиты почвы от эрозии, так и в виде органического удобрения [1]. В отечественной литературе она чаще всего считается хорошим органическим удобрением и для других почв. При ее внесении повышаются биологическая активность почвы, доступность азота, фосфора и калия растениям, наличие лабильных органических веществ, содержание гумуса, продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Однако при повышении биологической активности почвы увеличивается ее минерализация, поэтому внесение в почву больше органического вещества, чем требуется для поддержания запаса гумуса, не является эффективным. Кроме того, бактериальные и грибные колонии, формирующиеся в поверхностном слое почвы при наличии растительных остатков наносят вред, вызывая распространение болезней и накопление токсинов. В связи с этим на черноземных почвах Зауралья при внесении соломы не происходит увеличения продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Цель исследования. Установить эффективность использования соломы в качестве органического удобрения.

Материалы и методы исследования. Результаты научных исследований получены в условиях северной лесостепи Зауралья. Количественный учет микроорганизмов проводился чашечным методом на дифференциально диагностические среды. Интенсивность дыхания оценивалась по количеству мг CO_2 на 10 г почвы в течение суток.

Результаты исследований. Наиболее длительный опыт (с 1970 г.) с внесением соломы в почву, заложенный Ю.Д. Кушниренко, ведется в Челябинском НИИСХ. При ее внесении повышается биологическая активность почвы, причем почти по всем показателям ее характеризующим. Увеличивается численность бактерий на средах МПА и КАА и «дыхание» почвы (табл. 1). Увеличиваются и дегидрогеназная, целлюлазная активности (табл. 2).

Таблица 1 – Численность микробных ассоциаций и биологическая активность почвы [2]

Способ утилизации соломы	Доза N, кг/га	Бактерии, млн./г		Актиномицеты, млн./г	Грибы, тыс./г	Амилолитические зоны, см ²	Дыхание, CO_2 г/га/час
		МПА	КАА				
Удаление	0	2,47	7,17	1,64	5,04	34,17	574
	120	2,43	6,29	1,70	4,78	46,5	546
Запашка	0	3,96	7,94	1,71	4,0	31,0	850
	120	3,47	7,83	1,56	4,68	56,17	872

Совокупная оценка активности микробиологических процессов в почве обычно проводится по коэффициенту Дж. Ацци. При удалении соломы этот коэффициент равен 89, при запашке – 96.

Однако интегральной характеристикой состояния почв является урожайность возделываемых культур. В СибНИИСХе ее эффективность как органического удобрения по севообороту в целом невысокая. В опытах Челябинского НИИСХ и Сибирском НИИСХиЗ не выявлено положительного влияния от запахивания соломы на продуктивность пшеницы [3].

Таблица 2 – Ферментативная активность почвы [3]

Способ утилизации соломы	Доза N, кг/га	Ферментативная активность					
		ката-лаза	дегидро-геназа	инвер-таза	про-теаза	целлю-лоза	уреаза
Удаление	0	2,96	0,38	10,73	62,83	12,0	5,98
	120	2,33	0,41	12,47	60,0	14,86	6,59
Запашка	0	2,82	0,42	11,62	53,17	16,57	6,07
	120	2,72	0,42	11,56	52,67	18,43	5,38

При увеличении поступления органического вещества в почву увеличивается и его минерализация. Поэтому значительное накопление гумуса за счет растительной массы возможно лишь в целинных или залежных почвах, где есть условия для прочного закрепления свежееобразованных гумусовых веществ [4]. Не выявлено различий между вариантами с заделкой растительных остатков в почву, отчуждением и сжиганием в содержании $C_{орг}$ в почве и в опытах штата Техас (США) [5].

При внесении в почву соломы возникают и проблемы. При ее разложении в первую очередь развиваются микробы, использующие водорастворимые соединения, что обычно и приводит к ухудшению азотного режима питания растений [6,7]. Поэтому, как это установлено еще в начале XX века, с внесением каждой тонны соломы нужно внести и 8-10 кг азота [8].

При внесении в почву соломы ее биологическая активность повышается, что так усиленно рекламируется, но еще больше она усиливается при сжигании соломы: $F_{05} > F_{\phi}$ (табл. 3).

Таблица 3 – Микробиологическая активность чернозема выщелоченного при разных способах утилизации соломы

Способ утилизации соломы	Общее количество микроорганизмов, млн./г	Из них		ИД, мг CO_2 на 10 г/сут.
		на МПА	на КАА	
Запашка (осень 2015 г.)	2620	1000	1620	8,4
Сжигание (осень 2015 г.)	3520	1450	2070	12,0
Запашка (весна 2016 г.)	2430	870	1560	6,24
Сжигание (весна 2016 г.)	2780	1080	1700	12,0
Запашка (осень 2016 г.)	2660	1020	1640	8,5
Сжигание (осень 2016 г.)	3590	1470	2120	12,1

Численность микроорганизмов на среде КАА значительно выше их численности на среде МПА, что говорит об активных процессах ассимиляции минеральных форм азота во всех вариантах опыта на протяжении всего времени исследований $F_{\phi} > F_{05}$. Причем, при сжигании не ухудшается и обеспеченность растений азотом и фосфором (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание азота и фосфора в т выщелоченном черноземе северной лесостепи при разных способах утилизации соломы

Отбор образцов	Нитратный азот, мг/кг		Подвижный фосфор, мг/кг	
	запашка	сжигание	запашка	сжигание
Осень 2015 г.	13,5	19,3	59,7	62,4
Весна 2016 г.	14,2	20,2	60,5	64,3
Осень 2016 г.	15,1	24,4	61,2	64,9

Напрашивается вывод, что для поддержания на высоком уровне биологической активности почвы достаточно органического вещества, поступающего в виде корневой системы посевов, значение которой, как источника органики, нами недооценивается.

Научные руководители – канд. с.-х. наук, доцент Чиняева Юлия Зуфаровна, канд. биол. наук, доцент Калганов Антон Александрович.

Литература

- [1] Синявский И.В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов лесостепного Зауралья : дис... докт. биол. наук. Тюмень, 2002. 275 с.
- [2] 2. Кушниренко Ю.Д., Плеханова Т.Н. Влияние длительного систематического внесения соломы и азотных удобрений на интенсивность микробиологических процессов в выщелоченном черноземе // Новые адаптивные технологии производства продукции земледелия и животноводства (сборник науч. трудов). Миасс: Геотур, 2000. С. 118-135.
- [3] 3. Глухих М.А. Теоретические основы обработки почв на примере Зауралья. Саарбрюккен: Издательство LAR LAMBERT, 2013. 189 с.
- [4] 4. Ufimtseva L.V., Kalganov A.A. Influence of long-term flood with surface waters with high mineralization on group and fractional composition of the meadow soils humus // Contemporary Problems of Ecology. 2011. Т. 4. № 5. С. 550-553.
- [5] 5. Tarkalson, D., B. Brown, H. Kok, and D.L. Bjorneberg. 2009. Western Nutrient Management Conf. Proc. 8:32-37.
- [6] 6. Синявский И.В., Валиахметова Ю.З. Активность бобово-ризобияльного аппарата и продуктивность люцерны синегибридной при разных уровнях минерального питания в условиях лесостепной зоны челябинской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. Т. 2. № 18-1. С. 33-35.
- [7] 7. Уфимцева Л.В., Покатилова А.Н., Казакова Н.И. Особенности потребления минеральных форм азота разновременно созревающими гибридами кукурузы под воздействием комплекса внешних факторов // В сборнике: Достижения науки - агропромышленному производству Материалы XLIX международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Медведевой. 2010. С. 309-315.
- [8] 8. Синявский И.В. Состояние плодородия почв и экологическая устойчивость агроландшафтов челябинской области // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1 (37). С. 2-7.

УДК 579.262:579.64

ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САПРОТРОФНОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА ПОЧВ

А.М. Сухачёва, А.В. Якушев

Факультет почвоведения МГУ, г. Москва, forestwolff@yandex.ru, a_yakushev84@mail.ru

ECOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SAPROTROPHIC BACTERIAL SOIL COMMUNITY

A.M. Sukhacheva, A.V. Yakushev

Soil Science Faculty, Moscow State University, Moscow, Russia

Термин «экофизиология сообщества микроорганизмов» не распространён и не имеет чётко определения. Экофизиологическая характеристика бактериального комплекса (БК) – оценка физиологического разнообразия БК, преобладающего среди его членов экологических стратегий и физиологических состояний. Физиологическое разнообразие сапротрофного БК - способность его членов расти и размножаться на различных селективных питательных средах в условиях жидкой лабораторной культуры. Экологическая стратегия микроорганизма характеризуется кинетическими параметрами жизнедеятельности микроорганизма. Это позволяет количественно провести экологическую классификацию микроорганизмов в трёхмерном пространстве *K*-, *r*- и *L*-стратегий. Физиологическое состояние микроорганизмов - это кинетическая переменная величина, характеризующая степень адаптированности микроорганизма к росту в среде обитания, определяемая из кривой роста микроорганизмов на конкретной питательной среде. Техническая реализация экофизиологической характеристики БК реализована с помощью комплексного структурно - функционального метода [1]. Приведённые ниже результаты позволили сформулировать

основную рабочую гипотезу: кинетические параметры роста смешанных микробных группировок, возникающих в жидких селективных средах позволяют судить о состоянии и функционировании микробного сообщества *in situ*.

Сравнение корм – копролиты дождевых червей *Aporrectodea caliginosa* и *Eisenia fetida*, корм-экскременты личинок комаров-толстоножек (*Bibio sp.*) установило увеличение доли в БК доли быстрорастущих бактерий *r*-стратегов, с большими значениями максимальной удельной скорости роста (μ_m) и наблюдается общая активизация микробного сообщества-т увеличение метаболической готовности к росту (γ). Активизация проявляется в наибольшей степени на средах с биополимерами (крахмал, ксилан, пектин, карбоксиметилцеллюлоза, декстран, твин-20 (аналог жиров), что указывает на стимуляцию разложения биополимеров в кишечнике дождевых червей. Снижается γ на ряде ароматических соединений (фенилаланин, коричная кислота, салицин). В целом наблюдалось близость функционального (трофического) разнообразия бактериального сообщества корма и экскрементов. У первичных сапрофагов- личинок комаров-толстоножек наблюдается более существенное увеличение доли бактерий *r*-стратегов, чем у вторичных сапрофагов- эндогеяных дождевых червей даже при условии питания последних опадом. Что косвенно указывает на более интенсивное разложение органического вещества у комаров-толстоножек. БК свежих (суточных) экскрементов личинок комаров - толстоножек и дождевых червей отличаются от сообщества корма. В кишечнике в транзитном сообществе селекционируются наиболее метаболически готовые к росту(γ -больше), быстрорастущие (больше μ_m). Отбираются преимущественно разлагающие биополимеры (целлюлоза) в ущерб деструкторам встречающихся в небольших количества трудноразлагаемых веществ (додецилсульфат натрия, коричной и винной, кислот, оксалата калия): физиологическое разнообразие снижается. При пассаже БК через кишечник дождевого червя в отличие от личинок комаров-толстоножек, происходит снижение доли бактерий с эффективным метаболизмом, на что указывает снижение доли микробных ассоциаций с большими значениями максимальной концентрации клеток, достигаемой при росте в жидкой питательной среде. Сравнение физиологического состояния грибов до и после прохождения кишечника диплопеды *Pachyiulus flavipes*, так же показало активизацию БК. Анализ БК в разных элементах микрорельефа верхового торфяника. Установлено, что в сфагнуме кочек у БК метаболическая готовность к гидролизу биополимеров и доля *r*-стратегов выше, чем на ровных поверхностях. Физиологически более разнообразный гидролитический БК (рост отмечен на всех полимерах) выявлен в сфагнуме, растущем на кочках. В образцах сфагнума с ровных поверхностей не обнаружено роста бактерий на трудноразлагаемых полимерах – хитине и целлюлозе, а также на инулине (запасном углеводе в основном сложноцветных растений) и кератине (трудноразлагаемом животном белке). Выше способность гидролитического БК кочек использовать более широкий спектр полимеров, чем на ровных поверхностях, так как микроорганизмы, обитающие на кочках, в процессе своей жизни контактируют со многими полимерами высших растений, в том числе и травянистыми, а также с грибами, в клетках которых содержатся целлюлоза и хитин. В верховых торфах доминируют медленно растущие бактерии, не способные к быстрому росту на свежих органических остатках, поступающих при отмирании растений. Следствием этого может являться чисто кинетическая неспособность бактерий к быстрой деструкции отмершей биомассы. Бактериальные ассоциации верховых торфов отличаются от автоморфных почв в большей степени, чем ассоциации низинных торфов, потенциально готовые к быстрому разложению полимеров. Ассоциации верховых торфов, даже в благоприятных условиях не способны к быстрому росту (меньше значения μ_m). Ассоциации медленнее реагируют на появление пищевых субстратов (γ меньше). Но у них более эффективный метаболизм (больше Y). Все это указывает на наличие внутренних, связанных со структурой микробных ассоциаций, причин медленного разложения верхового торфа, медленно разлагающегося даже после осушения в отличие от внешних причин (недостаточная аэрация, отсутствие почвенных животных и т.д.) в низинном торфе, быстро минерализующемся при снятии

внешних ограничений (осушение). Изучалось влияние механического измельчения сфагнома на экофизиологические параметры БК. Больше функциональное разнообразие гидролитического БК в сообществе измельченного мха по сравнению с нативным. Для БК исследуемых образцов был выявлен рост на крахмале, целлюлозе, пектине, ксилане, казеине и декстрате. Рост на хитине был отмечен только для образцов, подвергшихся измельчению, что согласуется с данными, полученными методом посева на чашках Петри: были выделены разные штаммы хитинолитических бактерий. Ростовые показатели в исследуемых образцах на момент измерения (90-е сут после измельчения) были довольно близки. Доля *r*-стратегов в БК после измельчения сфагнома выше, так как именно такие бактерии получают преимущества в росте при измельчении. Комплексный метод показал большее функциональное разнообразие бактерий-гидролитиков и долю *r*-стратегов в сообществе измельченного мха. Наибольшие различия бактериального сообщества мха по параметрам роста были получены на среде с хитином, ксиланом и пектином. Хитин входит в состав измельченных оболочек грибов, повышение численности которых наблюдается при измельчении мха. Ксилан и пектин – полимеры, входящие в состав клеточных стенок мха. Эти факты можно интерпретировать в пользу создания условий, способствующих ускорению разложения мха при его механическом измельчении, подтверждением чего являются показатели деструкции органического вещества, которые значительно снизились через 12 мес. эксперимента в образцах сфагнома, измельченного до мелкодисперсного состояния. Отсутствие механического измельчения сфагнома в естественных условиях, связанное с низкой численностью и разнообразием почвенных сапрофагов в олиготрофных болотах, способствует сохранению интактности тканей сфагнома. Тем самым опосредовано доказано, что механико-химическая целостность тканей сфагнома является одним из определяющих факторов, ограничивающих деструкцию этого мха. Сравнивалась экофизиология БК верховых и низинных торфяников Томской области. Установлено разное физиологическое состояние бактерий в верховых и низинных торфяниках. Исследование БК верхних слоев верхового и низинного торфяников показало различия в физиологическом состоянии бактерий исследуемых торфов. Среди изучаемой функционально-трофической группы бактерий исследуемых торфяников встречались представители, способные расти на всех селективных жидких средах субстратах, что свидетельствует о функциональном (трофическом) разнообразии бактериальных сообществ верховых и низинных торфов. В целом наблюдалась связь между трофическими особенностями среды обитания бактерий и их готовностью потреблять субстрат. Для бактерий – амилолитиков были характерны максимальные значения γ в низинном торфе. Вероятно, крахмал в большей степени поступает из отмирающих растительных остатков сосудистых растений, чем из сфагнумов. Это подтверждается меньшей готовностью бактерий к потреблению глюкозы в верховом торфе мономера, из которого состоит крахмал. В свою очередь пектин содержится в большем количестве в верховом торфе. Это приводит к трофической подготовленности бактерий верхового торфяника потреблять пектин. Более высокие значения γ в верховом торфе по сравнению с торфом низинным наблюдаются и для бактерий, растущих на продукте брожения ацетате. Способность бактериальной популяции расти на среде без азота (среда Эшби) более выражена для верховых торфов, так как в них отмечается недостаток азота. Готовность к разложению фенилаланина, напротив, выше в низинном торфе, что связано со способностью бактерий дальше проводить гумификацию (фенилаланин выступает как субстрат для синтеза меланинов). Оценивалось влияние недостаточного увлажнения на экофизиологические свойства БК гумусоаккумулятивного горизонта серой лесной почвы почв в условиях модельного эксперимента, который подвергался имитации длительной засухе в течение трех месяцев. Сравнивали: контрольный (оптимальное увлажнение), и длительная засуха. Изменение характера рангового распределения частот встречаемости значений μ_m ассоциаций на наборе полимеров указывала на то, что засуха увеличивает долю медленно растущих бактерий *K*-стратегов. Через неделю после реувлажнения доля *r*-стратегов начала возрастать, при этом метаболическая готовность к росту возросла в ряду

контроль - короткая засуха - длительная засуха - после засухи . По-видимому, это связано с отбором в ходе засухи бактерий - гидролитиков, относящихся к *L*-стратегам и делающим ставку на короткую лаг-фазу. Таким образом, их физиологическое состояние продолжало оставаться активным даже через неделю после реувлажнения. Короткая засуха слабо повлияла на урожайность бактериальных ассоциаций на средах с полимерами, в отличие от длительной засухи, снижающей этот показатель. Это связано с уменьшением во время засухи количества бактерий, способных наиболее эффективно развиваться в жидких питательных средах с полимерами. Реувлажнение приближало значения показателя к контролю. Анализ данных с помощью многомерных методов статистики (кластерный анализ, факторный анализ методом главных компонент, многомерное шкалирование, дискриминантный анализ) показали схожий результат. Для всех трёх кинетических параметров было установлено сходное воздействие длительной и короткой засух, а при реувлажнении происходило частичное восстановление показателей и приближение к контрольному варианту. Таким образом, в ходе засухи бактериальное сообщество повышало свою метаболическую готовность к росту почти на всех исследованных полимерах. При этом, данный эффект усиливался при длительной засухе и после реувлажнения, что, по-видимому, связано с отбором бактерий - гидролитиков, относящихся к *L*- стратегам с высокой метаболической готовностью к росту. Увлажнение сухой почвы вызывает наиболее сильное изменение метаболической готовности к росту, вероятно связанное с более существенной перестройкой бактериального блока и увеличением доли бактерий - гидролитиков *L*- стратегов в сообществе в большей степени, чем при засухе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №14-50-00029.

Литература

- [1] Якушев А.В. Комплексный структурно-функциональный метод характеристики микробных популяций // Почвоведение. 2015. № 4. С. 429-446.

ОХРАНА ПОЧВ

УДК 631.47

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ КРАСНОКНИЖНЫХ ПОЧВ, НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Барсукова

Южный Федеральный Университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И.
Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Ekaterina5.95@mail.ru

THE FORMATION OF GEOGRAPHIC DATABASE OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF RED SOILS OF THE STEPPE ZONE OF THE ROSTOV REGION

E.A. Barsukova

Southern Federal University, Academy of biology and biotechnology im. D. I. Ivanovsky, Rostov-
on-don, Ekaterina5.95@mail.ru

В настоящее время существует реальная угроза деградации и исчезновения некоторых почв. Для эффективного мониторинга земель, испытывающих высокую антропогенную нагрузку, а также проведения своевременных мероприятий по охране почв необходимо установить набор эталонных характеристик [1]. Задача выделения эталонных характеристик тесно переплетается с задачей охраны эталонных естественных биогеоценозов в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ), поскольку сохранение почв с ненарушенным сложением и свойствами возможно только в естественном биогеоценозе. На сегодняшний день перечень этих эталонных характеристик нуждается в дополнении и уточнении, поскольку в его основе лежат архивные данные и несистематические современные почвенные обследования. Формой реализации перечня эталонных характеристик является географическая база данных краснокнижных почв в рамках проекта «Информационная система Почвенно-географическая база данных России» (ИС ПГБД РФ). В ходе работы была проведена инвентаризация данных об ООПТ. По данным Экологического Вестника Дона [2] на территории Ростовской области располагается 95 ООПТ федерального, областного и местного значения общей площадью 232,6 тыс. га (2,3% от общей площади Ростовской области). Большее количество ООПТ, а именно 91, располагается в степной зоне Ростовской области. Формат данной работы не позволяет провести подробное описание и внесение данных для всех них, поэтому в качестве репрезентативных ООПТ были выбраны: «Разнотравно-типчаково-ковыльная степь» и «Хороли» Зерноградского района РО, «Фоминская дача» Миллеровского района РО, «Кундрюченские пески» и «Раздорские склоны» Усть-Донецкого района РО, «Разнотравно-типчаково-ковыльная» степь Чертковского района РО, «Приманычская степь» Сальского района РО, часть заповедной территории Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский» в Орловском, Ремонтненском районах РО.

Выбор ООПТ обусловлен расположением объектов, площадью и наличием для их территории (или сопредельной им) архивных материалов разномасштабного почвенного обследования (карты землепользования и схемы землеустройства, очерки почвенного обследования, выполненные НИИ ЮжГИПРОЗЕМ за период с 1950 по 1991 гг, данные агрохимического обследования), а также данных дистанционного зондирования в высоком разрешении. На основе разнородных, разномасштабных архивных материалов и данных дистанционного зондирования из открытых источников, путем дешифрирования космического снимка, были скорректированы границы ООПТ и составлены цифровые почвенные карты их территории. Сложность в создании почвенной карты заключается в отсутствии почвенных данных для территории ООПТ, поскольку карта отражает лишь сельскохозяйственные угодья, куда охраняемая территория не входит. В процессе воссоздания почвенной карты был использован морфометрический анализ рельефа – восстановление архивных почвенных карт СССР.

Из материалов почвенного и агрохимического обследования в ИС ПГБД РФ были внесены данные по 2200 индивидуальным образцам агрохимического обследования территорий 9 хозяйств, а также информация по 179 профилям (993 горизонтам) почвенного обследования приуроченным к Зерноградскому району РО и 16 профилям (92 горизонтам) к Усть-Донецкому району РО. Эти данные стали основой для создания реестра эталонных почвенных характеристик. Было выделено 23 эталонных показателя по данным почвенного обследования и 12 эталонных показателей по данным агрохимического обследования. Главным критерием для внесения информации являлось наличие пространственной привязки. Весь перечень данных разбивался на два уровня: почвенный профиль и генетический горизонт, т.е. показатели, характерные для всего профиля в целом и для отдельных почвенных горизонтов.

Внесение архивных данных почвенного и агрохимического обследования является первым этапом в составлении базы данных краснокнижных почв РО и реестра эталонных характеристик. Неотъемлемой частью формирования реестра является проведение полевых экспедиций и отбор почвенных образцов непосредственно на территории ООПТ. С этой целью в 2015—2017 гг. выполнено почвенное обследование территории репрезентативных ООПТ: заложены полнопрофильные почвенные разрезы и отобраны почвенные образцы для изучения физико-химических показателей и пространственной variability свойств почв. Полученные аналитические данные были внесены в Почвенно-географическую базу данных, представленную в 2 вариантах: локально в виде GIS проекта и в качестве ИС ПГБД РФ, как проекта МГУ с региональными дата-центрами. Почвенно-географическая база данных послужит важным инструментом принятия управленческих решений по рациональному использованию почв, позволит внести коррективы в реестр эталонных характеристик и проследить динамику показателей потенциального плодородия территории репрезентативных ООПТ.

Работа финансируется по проекту РФФИ № 16-04-00592 под руководством д.б.н. профессора О.С.Безугловой.

Литература

- [1] Добровольский Г.В. Принципы выбора эталонных объектов при создании Красной книги почв России / Г.В. Добровольский, Чернова О.В., О.В. Семенюк, Л.Г. Богатырев // Почвоведение. – 2006. – № 4. – С. 387–395.
- [2] Экологический вестник д.о. «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2016 году» Ростов-на-Дону 2017.

УДК 631.417.1

НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Н.Н. Бондаренко, Е.М. Перминова, Е.В. Кызырова, В.В. Пунегов, Е.М. Лаптева
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, bondnikropolnik@mail.ru
WATER-SOLUBLE LOW-MOLECULAR WEIGHT ORGANIC COMPOUNDS AS THE
INDICATOR OF CHANGING THE HUMUS STATE OF PODZOLIC SOILS ON CLEAR
CUTTING OF SPRUCE FORESTS

N.N. Bondarenko, E.M. Perminova, E.V. Kyz'yurova, V.V. Punegov, E.M. Lapteva
Institute of Biology Komi SC UrB RAS, Syktyvkar, BondNikropolNik@mail.ru

Важнейшей составляющей частью почвы как природного образования является почвенное органическое вещество (ПОВ). Для оценки качества ПОВ и почвы в целом используют систему показателей гумусного состояния, одним из которых является содержание углерода водорастворимых органических соединений (ВОО) [6]. Изменение

условий почвообразования после проведения сплошнолесосечных рубок оказывает соответствующее влияние на физико-химические свойства среднетаежных подзолистых почв [5] и подвижность почвенного органического вещества [2, 4]. Учитывая сложную структуру системы гумусовых веществ, представляет интерес оценить изменение состава их водорастворимых компонентов в процессе восстановления растительного покрова на вырубках

Исследования проводили на территории среднетаежной зоны Республики Коми (Усть-Куломский р-н). Объектами исследования послужили почвы коренного ельника черничного (участок ПП-1) и разновозрастных производных березняков, сформировавшихся после рубок главного пользования, проведенных в зимний период 2001/2002 (ПП-2) и 1969/1970 гг. (ПП-3). Подробное описание ключевых участков и их почвенно-растительного покрова дано в работах [2-5]. Почвенный покров участков представлен типичными подзолистыми текстурно-дифференцированными суглинистыми почвами.

Отбор почвенных проб проводили в 8-10 кратной повторности на каждом ключевом участке с разделением органогенного горизонта на подгоризонты О1 (слой отмерших мхов на участках ПП-1, ПП-2 и листового опада – на участке ПП-3), О2 (слой ферментации), О3 (слой гумификации). Общее содержание углерода (Собщ.) в образцах определяли газохроматографическим методом на CNHS-О анализаторе EA-1110 фирмы Carlo Erba, углерода ВОС – в водных вытяжках методом высокотемпературного каталитического окисления на анализаторе общего углерода ТОС VCPH при соотношении почва : вода 1 : 25 (время экспозиции суспензии 15 мин.). Массовую концентрацию низкомолекулярных органических веществ оценивали методом газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС), относительная погрешность измерения составляет менее 3 % [7].

Как показали проведенные исследования, горизонты лесных подстилок в почвах участков ПП-1 и ПП-3 относятся, по градации Д.С. Орлова с соавторами [6], к категории мощных. С учетом пространственного варьирования их мощность составила соответственно 7.8 ± 1.1 и 5.9 ± 0.7 см. Усиление поверхностного гидроморфизма на первых этапах после сведения древостоя обусловило возрастание мощности органогенного горизонта на участке ПП-2 за счет активизации роста мхов в напочвенном покрове и снижения скорости их разложения за счет подавления функционирования микробиоты [1]. Мощность лесной подстилки на этом участке увеличилась до 12.1 ± 2.3 см, что соответствует категории очень мощной [6].

По содержанию органического углерода и его распределению в пределах торфяно-подстилочного горизонта почвы всех рассмотренных участков достаточно близки (рис. 1А). Однако для участка ПП-3 отмечена явная тенденция к уменьшению содержания органического углерода в нижней части лесной подстилки. Это может быть связано как с изменением характера опада на этом участке [3], так и с возможной активизацией жизнедеятельности микроорганизмов в условиях снижения степени увлажнения почв по мере восстановления растительного покрова и снижения кислотности среды [5].

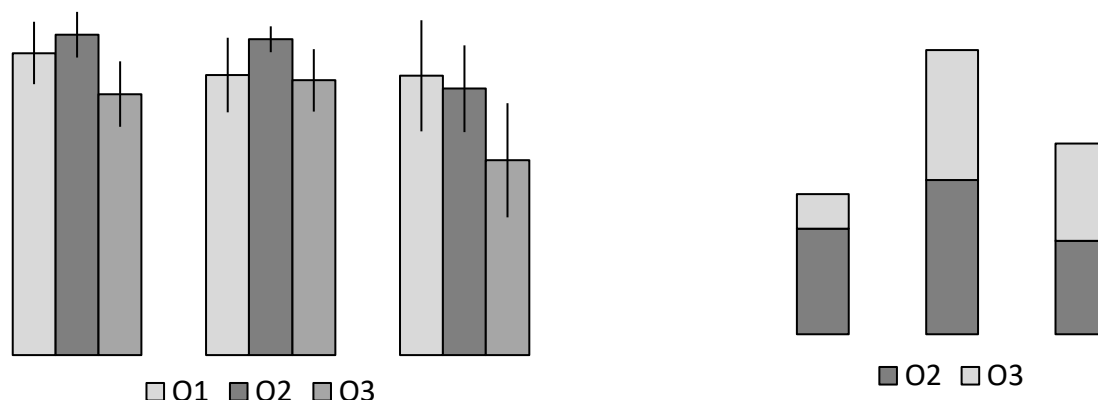


Рис. 1. Массовая доля углерода общего (А; %) и углерода водорастворимых органических соединений (В; мг/кг) в органогенных горизонтах подзолистых почв ельника черничного (ПП-1) и производных березняков, сформировавшихся после сплошнолесосечных рубок 2001/2002 (ПП-2) и 1969/1970 (ПП-3) гг. Планками погрешности показаны границы доверительного интервала.

По общему содержанию углерода ВОС все рассмотренные почвы относятся к категории почв с высоким содержанием ВОС. В почве контрольного участка (ПП-1) и молодой вырубке (ПП-2) этот показатель составляет соответственно 1.3-1.8%, в почве участка ПП-3 – 1.8-2.0% от Собщ. Суммарное содержание идентифицированных нами компонентов ВОС (12 низкомолекулярных органических кислот, 4 спирта, 9 углеводов) достаточно четко маркирует различия в условиях современного почвообразования на рассматриваемых участках, особенно их содержание в подгоризонтах гумификации (рис. 1В). Как видно, на вырубках, постепенно зарастающих древостоем из березы, отмечается более высокая концентрация ВОС в нижней части лесной подстилки, превышающая таковую в почве контрольного участка в 2.8 (ПП-3) и 3.7 (ПП-2) раза. При этом на участках ПП-1 и ПП-2 основу комплекса ВОС составляют углеводы (76-97%) и спирты (4-24%). На долю низкомолекулярных органических кислот (НМОК) здесь приходится всего 0,1-0,3% от суммы ВОС. На участке ПП-3 состав ВОС кардинально меняется: наблюдается возрастание содержания НМОК (до 56-61%) и снижение как абсолютного (178-408 мг/кг), так и относительного (12-29%) содержания углеводов. Для сравнения, в органогенных горизонтах участков ПП-1 и ПП-2 абсолютное содержание углеводов составило соответственно 453-1504 и 1733-1801 мг/кг почвы. При этом на участках ПП-1 и ПП-2 основной вклад в содержание углеводов вносит дисахарид тураноза (98-99% от общего содержания всех идентифицированных углеводов), на участке ПП-3 в зависимости от подгоризонта либо моносахарид галактопираноза (92% в О2), либо тураноза (90% в О3).

В составе ВОС в почвах рассмотренных участков нами идентифицированы 4 спирта. Их соотношение меняется в зависимости от давности проведения рубки (рис. 2). На контрольном участке в составе спиртов основную роль играет пятиатомный спирт рибитол, входящий в состав рибофлавина и флавинадениндуклеотидов. На его долю приходится 98-99% от суммы идентифицированных спиртов. На молодой вырубке (ПП-2) в подгоризонте ферментации (О2) повышается роль эритрита – многоатомного спирта, устойчивого к воздействию многих видов микроорганизмов. Следует отметить, что на участке ПП-3 именно этот спирт занимает ведущие позиции в составе спиртов во всех подгоризонтах лесной подстилки (рис. 2).

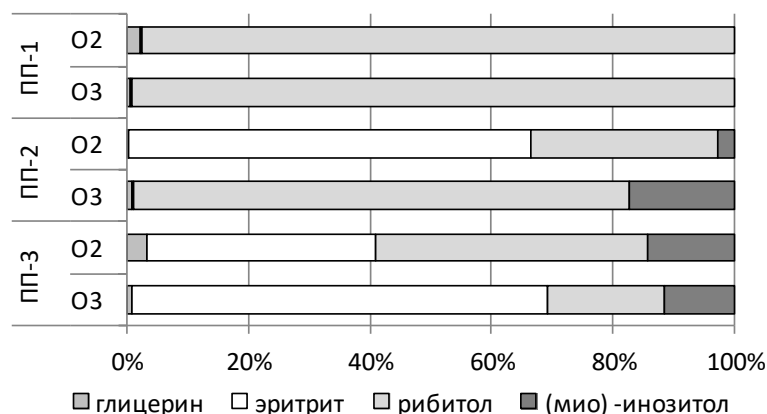


Рис. 2. Соотношение спиртов в составе различных подгоризонтов лесных подстилок подзолистых почв. Условные обозначения те же, что на рис. 1.

Из НМОК на участках ПП-1 и ПП-2 основную роль играют алифатические замещенные карбоновые кислоты, в первую очередь яблочная и эритроновая кислоты. На участке ПП-3 наблюдается изменение в соотношении НМОК. Здесь ведущие позиции во всех подгоризонтах лесной подстилки занимают ароматические замещенные карбоновые кислоты, а именно протокатехиновая.

Полученные нами данные по содержанию и составу низкомолекулярных компонентов ВОС свидетельствуют о том, что их содержание и качественный состав могут быть использованы для оценки направленности изменения гумусного состояния подзолистых почв на вырубках еловых лесов в подзоне средней тайги Республики Коми.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата» (Гр. 11512151006).

Литература

- [1] Виноградова Ю.А., Лаптева Е.М., Перминова Е.М., Анисимов С.С., Новаковский А.Б. Микробные сообщества подзолистых почв на вырубках среднетаежных еловых лесов // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т.16. №5. С. 74-80.
- [2] Дымов А.А., Милановский Е.Ю. Изменение органического вещества таежных почв в процессе естественного лесовозобновления растительности после рубок (средняя тайга Республики Коми) // Почвоведение. 2014. №1. С. 39–47.
- [3] Дымов А.А., Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Ракина Д.А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях // ИВУЗ «Лесной журнал». 2012. № 3. С. 7–18.
- [4] Лаптева Е.М., Бондаренко Н.Н. Изменение гумусного состояния среднетаёжных подзолистых почв под влиянием сплошнолесосечных рубок // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 34–43.
- [5] Лаптева Е.М., Втюрин Г.М., Бобкова К.С., Каверин Д.А., Симонов Г.А. Изменение почв и почвенного покрова еловых лесов после сплошнолесосечных рубок // Сибирский лесной журнал. 2015. №5. С.64-76.
- [6] Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. №8. С. 918–926.
- [7] Шамрикова Е.В., Груздев И.В., Пунегов В.В., Хабибуллина Ф.М., Кубик О.А. Водорастворимые низкомолекулярные органические кислоты в автоморфных суглинистых почвах тундры и тайги // Почвоведение, 2013. № 6. С. 691–697.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСОПОЛОС РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ
ХОЗЯЙСТВ ЗАВЕТИНСКОГО РАЙОНА

П.В. Бuzдакова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, polinabuzdakova@gmail.com
DYNAMICS OF CHANGES OF FOREST BELTS OF THE ROSTOV REGION ON THE
EXAMPLE OF FARMS ZAVETINSKIY DISTRICT

P.V. Buzdakova

Southern Federal University

Лесополосы – важный вид лесных насаждений, оказывающих комплексное влияние на почвенный покров, так как они предотвращают развитие ветровой и водной эрозии, выполняют снегозадерживающую функцию, и в целом оптимизируют состояние природной обстановки в условиях степных и сухостепных ландшафтов. Они также могут служить сдерживающим фактором наступления опустынивания. В настоящее время площадь лесополос сильно сокращается.

С использованием методов векторизации и дешифрирования космоснимков, архивных материалов ЮЖНИИГИПРОЗЕМа хозяйств Заветинского района Ростовской области нами проведены мониторинговые исследования по сравнению площадей, занятых лесными насаждениями в этом административном районе.

Анализ современного состояния по дешифрированным снимкам за 2015 год показал, что общая площадь лесополос совхоза «Родина» была 571 га. По данным очерка ЮЖНИИГИПРОЗЕМ за 1979 г. площадь полезащитных лесополос и насаждений составляла 626 га. Разница между площадью очерка и площадью векторизованных данных космоснимка равна 55 га, то есть произошло уменьшение площади на 9%. Это говорит о сравнительно небольшом изменении площади зеленых насаждений. Скорость уменьшения площади лесополос в хозяйстве составляла 1,528 га в год. Так же наблюдалось небольшое уменьшение лесистости в хозяйстве, оно составило 0,1%.

Для совхоза "Заветинский" площадь лесополос на 2016 год составляет 182 га, тогда как по данным очерка ЮЖНИИГИПРОЗЕМа в 1974 году была равна 241 га. Разница между этими данными равна 59 га или 24,5%. Лесистость совхоза изменилась в сторону уменьшения на 0,15%. Как и для совхоза "Родина", это говорит о сравнительно небольших изменениях площади защитных насаждений и лесистости.

Иная ситуация наблюдается в хозяйстве "Киселевский" Заветинского района. За 27 лет (1989 – 2016) площадь защитных лесополос изменилась со 163 га до 40 га. То есть общая площадь древесной растительности сократилась на 123 га или 75,5%. Лесистость хозяйства в 1989 году была сравнительно небольшая и составляла 0,24, но к 2016 году она уменьшилась до 0,06%.

Таким образом, общим для хозяйств «Заветинский», «Родина» и «Киселевский» фактором, способствующим уменьшению процента площадей, занятых лесополосами, и лесистости является засушливый климат, присущий данному району. Величина гидротермического коэффициента здесь 0,31–0,32, что по Селянинову (1937) [1] соответствует условиям полупустыни. Свою негативную роль играет и предельный возраст деревьев. Однако в совхозе «Киселевский» в составе почвенного покрова значительно участие солонцов, сильно солонцеватых почв и эродированных земель, что обусловлено особенностями рельефа. Вероятно, этим фактом объясняется изначально низкий процент лесистости (архивные данные), и это же стало причиной значительно более выраженного процесса выпадения лесных культур и снижения площади лесополос.

Литература

[1] Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л.- М., 1937. – 196 с.

УДК 631.41

СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ
ТРАДИЦИОННОЙ К НУЛЕВО ОБРАБОТКЕ

Б.А. Борисов, М.С. Васильева

РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва.

rituska66666@gmail.com

STATE OF SOIL ORGANIC MATTER AND PHYSICAL PROPERTIES OF HAPLICK
CHERNOZEMS TO VORONEZH AREA IN TRANSITION FROM TRADITIONAL TO A
ZERO TREATMENT

B. A. Borisov, M. S. Vasileva

Russian state agrarian University – MAA named after K. A. Timiryazev, Moscow.

Актуальность темы исследования. В условиях приоритетного развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия большое значение имеет совершенствование систем обработки почвы, их дифференциация в зависимости от ландшафтных условий, типов почв и их свойств, выбора возделываемых культур, применяемых приемов биологизации и т. д. [3]

Сельскохозяйственные угодья занимают 88,8% земель. Под ними доминируют черноземные почвы (84%) [2]. Это черноземы обыкновенные, южные, оподзоленные, выщелоченные, типичные, солонцеватые, лугово-черноземные. Пойменные луговые почвы (4,6%) также имеют высокое плодородие.

Основная обработка почвы проводилась следующими орудиями: - вспашка на глубину 20-22 см и 25-27 см – плугом ПН-4-35; - вспашка на глубину 30-32 см и 35-37 см – плугом ПН-3-40; - двухъярусная вспашка – плугом ПЯ-3-40; - плоскорезная обработка – плоскорезом КПГ-250; - рыхление плугом без отвалов – плугом ПН-4-35 со снятыми отвалами; - лемешное лушение – луцильником ППЛ-10-25. [1]

Нулевая обработка приводит к снижению урожайности всех культур [3].

Литература

- [1] Давыденко Р.С. Агрохимический паспорт почв Воронежской области. 2015 г.
- [2] Шикула, Н. К. Динамика гумуса при минимализации обработки чернозема типичного тяжелосуглинистого [Текст] / Н. К. Шикула // Повышение эффективности использования удобрений и плодородия почв в УССР: сб. докл. – Харьков, 1985. – С. 125-126.
- [3] Соколов, Н. С. Общее земледелие [Текст] / Н. С. Соколов. – Москва: Сельхозгиз, 1935. – 666 с.

УДК 631.41

РАЗЛИЧИЯ СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

С.К. Волкова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, volko-sonya@yandex.ru

THE DIFFERENCES OF SOIL WATER DEPENDING ON TEMPERATURE

S.K. Volkova

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

В работе объясняется различие состава почвенных растворов и водной вытяжки из почв, поверхностных вод. Показано их изменения от соотношения почва-раствор, и температуры, подтверждает теоретическое положение о том, что с повышением температуры, увеличивается ППК катионов с большей энергией гидратации, а с увеличением разбавления, изменяется состав солей, больше связано с энтропией растворения катионов. Показано, что в почвенных растворах поверхностных вод изменяется и математически взаимосвязанная между компонентами растворов. Состав растворов и вид изменяется и в зависимости от погодных условий, в изученной динамике на переходящие

процессы существенно влияют процессы комплексообразование и ассоциаты ионов. Доказывается необходимость учета отличий химического состава почвенных растворов и водной вытяжки для агроэкологической оценки засоленных почв.

Состав почвенных растворов, существенно зависит от влажности и температуры почв. Эти факторы определяют эффективные произведения растворимости осадков, эффективные константы ионного обмена и эффективные константы нестойкости комплексных соединений почв и почвенных растворов. От рассматриваемых независимых переменных зависит концентрация CO_2 , O_2 , CH_4 и других газов в почвенном воздухе и в растворе, что приводит к изменению в них pH и Eh среды. Степень увлажнения почвы температура, определяет скорость перехода ионов из твердой фазы в раствор, депонирующая способность почв по отношению к десорбируемому из почв иону.

Ряд ученых отмечают, что водная вытяжка может лишь приближённо характеризовать реальное состояние почвенного раствора. Это связано с изменением условия равновесия между твердой и жидкой фазами почв, при добавлении в почву больших количеств воды [1;4]. При разбавлении растворов, происходит изменение значений pH на 0,7-1,5 единиц, и соответствующие изменения состава катионов и анионов.

Так по данным Т.М. Минкиной с соавторами [4], естественные почвенные растворы относились к сульфатно-натриевым и хлоридно-натриевым, а водные вытяжки полученные из этих почв относились к гидрокарбонатно-натриевым водам (почва пойменная, луговая, темноцветная тяжелосуглинистая, солонцевато-соланчаковатая).

В тоже время почвенные растворы, в ряде случаев пересыщены отдельными солями и в частности CaCO_3 в связи с явлениями комплексообразования и с процессами ассоциации катионов и анионов [3, 4]. Так, по данным [4] учет процессов ассоциаций ионов приводит к снижению пресыщенности CaCO_3 в 10-50 раз, а образование комплексов в 1,5-2 раза.

Литература

- [1] Анисимова, Н.П. Гидрохимические исследования криолитозоны Центральной Якутии / Н.П. Анисимова, Н.А. Павлова. – Новосибирск, ГСО, 2014. – 189 с.
- [2] Аптипova-Каратаева Т.Ф., Антипов-Каратаев И.Н. Закономерности катионного обмена в почвах в растворах смесей нейтральных кислот. -Коллоидный журнал, 1939, т.5, №5.
- [3] Карпухин, А.И. Комплексные соединения органических веществ с ионами металлов / А.И. Карпухин, В.Г. Сычев. – М.: ВНИИА, 2005. – 188 с.
- [4] Минкина Т.М., Ендовицкий А.П., Калиниченко В.П., Федоров Ю.А. Карбонатно-кальциевое равновесие в системе вода – почва. Ростов на Дону. Издательство Южного федерального университета, 2012, 376 с.

УДК 641.4

ДЕГРАДАЦИЯ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ТАМБОВСКОЙ РАВНИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПЕРЕПОЛИВОВ НАВОЗНЫМИ СТОКАМИ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

М.В. Воробьев, В.Н. Красин

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, krasin84@yandex.ru

DEGRADATION OF THE PROPERTIES OF CHERNOZEMS OF THE TAMBOV PLAIN UNDER THE INFLUENCE OF DERIVATIVES BY MANUFACTURING STRAWS OF PIG CONCENTRATIONS

M.V. Vorobev, V.N. Krasin

FSBEI HE Michurinsk SAU

Тамбовская область занимает третье место (после Белгородской и Курской) среди регионов России по поголовью свиней на 1 января 2017 года (990,8 тыс. голов). Доля области в общероссийском поголовье составила 4,5%. Интенсивное развитие свиноводства

сопровождается увеличением использования бесподстилочного навоза, который накапливается и хранится в искусственных лагунах. На большинстве свинокомплексов используют технологию, при которой бесподстилочный навоз транспортируют на участки внесения по системе трубопроводов. Разработан ряд нормативных документов [2], с требованиями по утилизации животноводческих стоков на земледельческих полях орошения и охране водных объектов. В Белгородской области разработан типовой технологический регламент [4], который запрещает внесение органических удобрений зимой, рекомендует их заделку в почву не позже, чем через 2 часа после внесения, требует научно-обоснованного расчета доз органических удобрений и исключает их систематического использование на одних и тех же участках.

Однако на практике эти требования зачастую нарушаются. Исследования в Белоруссии [3] показали, что с увеличением норм использования животноводческих стоков в почвах накапливаются подвижные формы тяжелых металлов, в грунтовые воды вымываются нитраты, фосфаты, аммоний, ухудшаются водно-физические свойства почвы. О.П. Неверова и др. [1] на основе изучения опыта 33 свиноводческих комплексов установили, что недопустимо увеличение оросительной нормы свыше 800 м³ га. Даже при этой норме биологическое загрязнение устраняется в течении 3-х месяцев за счет самоочищающейся системы почвы. При увеличении нормы полива до 1600 м³/га процессе самоочищения не заканчивался за вегетационный период. В Великобритании нормативами установлен максимальный объем внесения жидкого навоза – 55 м³/га. При этом периодичность внесения не должна превышать 1 раз в месяц, общий объем не более 300 м³/га в год.

В 2016-2017 гг. нами было обследовано более 2 тыс га пашни, на которые вносились высокие нормы жидких стоков свиноводческих комплексов. Исследования проводились в Знаменском, Сампурском и Жердевском районах Тамбовской области. Основной почвенный покров представлен черноземом типичным. Это наиболее плодородные высокогумусные, с благоприятными для растений физическими и физико-химическими свойствами, хорошо обеспеченные всеми элементами питания почвы (табл. 1).

Однако часто на следующий год после внесения навозных стоков наблюдается гибель или сильное угнетение сельскохозяйственных культур. Особенно сильно страдают такие важные для АПК сельскохозяйственные культуры как сахарная свекла и озимая пшеница. Анализ почвы, отобранной в середине вегетации как правило не выявляет причин плачевного состояния растений, что свидетельствует о буферности черноземов к загрязнению и их высокой способности к самоочищению.

Для сравнительного анализа изменения свойств и протекающих процессов, а также выявления необратимых изменений чернозема типичного было выбрано 4 группы полей, находящихся на разных стадиях восстановления: I – полив только что закончился, еще не убрана с полей система трубопроводов, почва переувлажнена. На этой стадии отмечается гибель всех растений, включая многолетние; II стадия – полив уже не производится, но почва переувлажнена, активно идут микробиологические процессы, растения отсутствуют или сильно угнетены; III стадия – влажность почвы снизилась до нормальных значений, процессы разложения органического материала заканчиваются, на поверхности почвы видны только отдельные следы переполивов, сорные растения на этой стадии бурно развиваются, достигая огромных размеров, IV – стадия, на которой сорные растения имеют нормальные размеры, почва приходит в естественное состояние.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика свойств черноземов типичных на разных стадиях восстановления после переполивов навозными стоками свиноводческих комплексов

Показатель		Типичный чернозем	Стадии восстановления			
			I – начало разложения - сразу после внесения.	II– накопление продуктов разложение - 2-3 недели после внесения	III – восстановление и очищение почвы – 1-2 месяца	IV – нормализации почвенных процессов – следующий год
Внешний вид поля		Пашня	Повсеместно лужи навозных стоков	Единичные лужи, полигонально растрескавшиеся участки застоя стоков	Многочисленные сухие остатки навозных стоков	Единичные участки сухих остатков навозных стоков
Растительность		Нормальное развитие	Отсутствует или мертвые растения	Единичные сильно угнетенные растения	Бурьян до 2м высотой	Нормальное развитие
Структура пахотного горизонта		Комковато-зернистая	Глыбистая, слитая	Призматическая	Глыбисто-комковатая	Комковато-пылеватая
Распределение ила по профилю		Равномерное	Вымывание ила из пахотного слоя и его накопление в слое 30-60 см, разница по содержанию ила 8-12%, по физической глине 10-15%			
pH вод		7,6-7,8	8,10-8,40	6,2-6,9	6,8-7,0	7,3-7,4
pHсол		6,3-6,4	7,40-7,90	5,2-5,6	5,8-6,0	6,2,6,4
Гумус, %		6,8-7,0	6,8-7,6	5,6-6,2	5,6-6,3	5,4-6,0
Содержание солей, %		менее 0,1	0,20-0,25	0,30-0,50	0,45-0,60	0,05-0,25
P2O5	мг/100г почвы	15-20	140-200	200-300	80-120	30-50
K2O		15-30	100-200	150-250	80-150	20-50
NO3		2-5	50-150	200-300	50-150	10-100
NH4		Нет	100-300	20-30	5-50	1-4
SO4	мг/кг почвы	5-10	20-50	60-150	40-60	15-50
Mn		8-12	90-110	50-80	30-80	30-80
Zn		0,6-1,0	5-15	6-8	0,9-2,0	0,9-2,0
B		0,8-1,2	3,6-4,2	1,5-3,0	1,5-3,0	1,5-3,0

На первой стадии, сразу после внесения высоких доз навозных стоков, за счет аммонификации органических остатков резко возрастает содержание аммония, и реакция почвы становится слабощелочной. Брожение свежего органического материала способствует резкому в 8-10 раз повышению подвижности марганца и цинка, возрастает в 5-6 раз содержание водорастворимого бора. Содержание сульфатной серы возрастает в 4-5 раз, доступного растениям фосфора и калия в 8-10 раз. Среди катионов в почвенном растворе резко возрастает роль аммония, среди анионов - нитратов.

На второй стадии активно протекают процессы нитрификации, о чем свидетельствует снижение содержания аммония в почве и резкое возрастание нитратов, в почвенном растворе кроме нитратов появляются нитриты. Процессы нитрификации способствуют подкислению почвы, происходит разложение органического вещества. Содержание фосфора, калия и сульфатной серы достигает максимальных значений, появляются их водорастворимые формы. Сумма солей составляет 0,5%, что соответствует средней степени засоления. Именно на этой стадии максимальна вероятность загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

После достижения почвой влажности ниже ППВ, негативные процессы затухают и начинается восстановление почвы. Высокое содержание элементов питания, особенно азота, ведет к бурному развитию сорной растительности, что в свою очередь способствует снижению в 2-3 раза содержания нитратов, подвижного фосфора и калия в пахотном

горизонте. Следует отметить что в подпахотном горизонте очень высокое содержание элементов питания сохраняется даже на IV стадии восстановления. В меньшей степени снижается содержание подвижной серы и микроэлементов.

Несмотря на то, что основные агрохимические показатели спустя 1 сезон приходят в оптимальные для сельскохозяйственных культур значения, в почве накапливается ряд негативных необратимых изменений. Среди них можно отметить как легко восстанавливаемые, например -подкисление, которое повсеместно на полях области компенсируется внесением дефеката, так и трудно восстанавливаемые. Ко вторым относится снижение содержания гумуса, деградация структуры и ухудшение водно-физических свойств.

Хотя на первой стадии содержание органического веществ в почве, пропитанной навозными стоками, даже несколько возрастает по сравнению с неорошаемым черноземом типичным, но после активного микробиологического разложения на второй стадии – его содержание снижается на 0,5-0,8%. Ни на одном из обследованных полей содержание гумуса не было выше, чем на неорошаемых участках.

Почва после переполиву утрачивает зернистую структуру. В переувлажненном состоянии в начальных стадиях она призматическая, а после обработок и высыхания распадается. В результате на полях активно протекает дефляция.

Обеднение пахотного горизонта илистыми частицами и их накопление в слое 30-60 см, способствует формированию плужной подошвы, а, следовательно, и снижению коэффициента вертикальной фильтрации почвы. Это приведет при следующем цикле полива почвы навозными стоками к более длительному их застою в пахотном горизонте и более сильной деградации почвы.

Таким образом, черноземы Тамбовской области обладают высокой способностью к самоочищению и спустя 1 сезон восстанавливают оптимальные для растений агрохимические показатели. Однако деградация органического вещества, структуры и водно-физических свойств черноземов носит необратимый характер.

Литература

- [1] Неверова О.П., Ильясов О.Р., Зуева Г.В., Шаравьев П.В. Современные методы утилизации навозосодержащих и сточных вод // Аграрный Вестник Урала, №1. 2015. С.86-90.
- [2] Правила эксплуатации земледельческих полей орошения животноводческими стоками. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Свод правил. Москва, 2014. 29с.
- [3] Тиво П.Ф., Анжеников А.С., Саскевич Л.А. Снижение загрязнения окружающей среды при внесении бесподстилочного навоза// Мелиорация, №1(73), 2015. С. 137-149.
- [4] Чекмарев П.А., Родионов В.Я., Лукин С.В. Применение органических удобрений в Белгородской области// Техника и оборудование для села, №9. 2011. С.31-33.

УДК 631.4

БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ТИПИЧНЫЕ ПОЧВЫ ВЕРХНЕПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Р.А. Гасанов *, Р.Р. Абдусаламова**

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала

**Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала

BROWN FOREST COMMON GROUND VERHNEPREDGORNOGO DAGESTAN

RA Hasanov *, RR Abdusalamova **

* FGBOU VO "Dagestan State University"

** Caspian institute of biological resources DNC RAN

Исследуемые нами бурые лесные типичные почвы суббореального биоклиматического пояса распространены в Калининградской области РФ, в западных

районах Белоруссии и Литвы, в Карпатах, на межгорных равнинах Хабаровского края и Амурской области, Дальнем Востоке и Кавказе. На Кавказе встречаются бурые лесные почвы под темно-хвойными лесами (ель, пихта), где условия почвообразования умеренно - теплый и влажный климат, а количество выпадающих осадков 700-900 мм, испаряемость 600-700 мм. Такое соотношение осадков и испаряемости при наличии хорошего дренажа обуславливает промывной тип водного режима. Применительно к Северному Кавказу все бурые лесные почвы объединены в один тип – буроземы с разделением на подтипы: буроземы типичные, оподзоленные, иллювиально-глинистые, глеевые и поверхностно-турбированные. Только в горах сохраняются естественные и возобновляемые лесные массивы, местами превращенные в заповедники (Кавказский биосферный, Теберда и др.). Не заповедные леса совмещают в себе эксплуатационные и природоохранные функции, причем естественно стремление к ограничению хозяйственных рубок [2].

В предгорной зоне и в переходной полосе от предгорий к горной зоне Дагестана значительную площадь занимают бурые лесные почвы. Впервые они были выделены профессором Мюнхенского университета Э. Раманном в 1905 г. [1].

Обобщая материалы по условиям почвообразования и почвам ареала рассматриваемого типа почв, приведенные рядом исследователей [1,2,3 и др.] бурые лесные почвы развиваются под мертвопокровными, в условиях умеренного климата и достаточным увлажнением и теплом, при отсутствии резко выраженной континентальности. Характеризуются интенсивным теплом процессов выветривания, приводящих к незначительному накоплению Fe, Al, обуславливающих их тяжелый гранулометрический состав. О формировании бурых лесных почв в Дагестане и в частности, в предгорной зоне, указано в работах Залибекова З.Г. и др. В них подчеркиваются региональные особенности этих почв: небольшая мощность горизонта Al и резкий его переход в иллювиальный горизонт, отсутствие морфологических признаков оподзоленности и залегание на карбонатных породах-известняках. Развиваются под смешанными широколиственными мезофильными лесами из дуба, граба, бука с примесью клена, вяза и других пород, в условиях промывного водного режима и годовом количестве осадков 500-600 мм и более [3].

Общая площадь бурых лесных почв в Дагестане с учетом олуговелых, остепененных разностей составляет 200 тыс. га. Распространены в Буйнакском, Казбековском, Хасавюртовском, Кайтагском, Дербентском, Магарамкентском, Касумкентском районах. Основные массивы сосредоточены в северных, северо-западных склонах, крутизной 10-40°, в пределах верхнепредгорного Дагестана. В них происходит интенсивный биологический круговорот веществ, способствующий развитию внутрипочвенного глинообразования. По склонам северо-восточных экспозиций на высотных отметках 1500-1800 м залегают под сосново-березовым криволесьем, переходя в горную зону.

И так, бурые лесные типичные почвы формируются в пределах верхних предгорий с отметками 600-1200 м под дубово-грабовыми, с примесью других пород и буковыми сомкнутыми лесами в условиях периодически промывного водного режима. Почвообразующие породы – элювиально - делювиальные тяжелосуглинистые отложения, подстилаемые карбонатными отложениями. Условия рельефа – преимущественно склоны северной и северо-восточной экспозиций. По экспозициям, отмечается дифференциация ареалов – по северным экспозициям, распространен подтип, бурых лесных типичных почв, занимая полосу в пределах отметок 400-600 м, по западным, восточным экспозициям – 700-800 м. В верхней границе распространения этих почв, их ареалы обнаруживаются по экспозициям разной ориентации.

Для характеристики морфологических и внутренних свойств заложены разрезы по двум основным регионам распространения бурых лесных типичных почв в Казбековском и Кайтагском районах. Отличительными морфологическими признаками являются: небольшая мощность гумусового горизонта и выраженная комковато-ореховатая структура, плотное сложение горизонта. В и отсутствие видимых признаков карбонатов. Вскипание начинается с материнской породы. Для характеристики внутренних свойств почв приводятся

аналитические данные образцов, отобранных по описанному разрезу на территории Казбековского района. Дополнительно привлечены данные по второму разрезу, заложенному в Кайтагском районе. Результаты проведенных анализов свидетельствуют о значительном содержании гумуса в слое 0-10 см 4-5 до 8-10% и резком его снижении до величин 1,5-2,0% в подгумусовом слое (в табл.). Реакция почвы слабокислая, в породе нейтральная, сумма поглощенных оснований составляет 15-20 мг-экв на 100 г почвы, причем. В верхних горизонтах значительно увеличивается. Высокое содержание гумуса в слое 0-10 см, это связано со значительным опадом древесных остатков и их участием в процессах гумусообразования. Изменения в содержании азота и углерода согласуются с количеством гумуса, где отмечается заметное уменьшение их величин с глубиной. По содержанию поглощенных оснований отличаются признаками, характерными для условий с промывным водным режимом при периодически повторяющемся избыточном увлажнении. В качестве важной особенности рассматриваемых почв выступает выщелоченность профиля от карбонатов при незначительном содержании в толще второй половины верхнего метрового слоя. Значение pH по глубинам заметных изменений не показывают.

Литература

- [1] Белобров В. П., Замотаев И. В., Овечкин С. В. География почв с основами почвоведения: Учебное пособие для студ. педагогических вузов - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 352 с.
- [2] Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение: Учебник для вузов. - Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. - 496с.
- [3] Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. Изд. «Наука» ДНЦ РАН. Махачкала. 2010. 243 с.

УДК 631.459:631.6.02

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ДЕФЛЯЦИОННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.И. Гернер, М.П. Шилов

Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, г. Костанай,
Казахстан, agrozenoz_1980@mail.ru

E.I. Gerner, M.P. Shilov

Kostanay State University named after A. Baytursynov, Kostanay, Kazakhstan

Для повышения продуктивности и стабильности зональных систем земледелия необходим их перевод на агроландшафтную основу [3,4]. Методологической основой такого перехода является выделение агроэкологических групп земель с использованием лимитирующего фактора [1]. Особое значение это положение приобретает для степного земледелия Северного Казахстана, где очень много дефляционных ландшафтов [2].

В связи с этим целью исследований являлось определить лимитирующий фактор урожайности сельскохозяйственных культур на старо выпашанных южных легкосуглинистых черноземах. Исследования проводились в 2016 году в засушливой степи Костанайской рбласти. Для решения поставленных задач был проведен анализ урожайности полевых культур в различные по увлажнению годы. 2012-сухой год, 2013-средний по увлажнению, 2015-влажный год.

Таблица 1 – Урожайность полевых культур в зависимости от влагообеспеченности, ц/га

Культура	Годы по увлажнению		
	Сухой (2013г.)	Средний (2014г.)	Влажный (2015г.)
Пшеница по пару	5	8	9
Пшеница, ЗКПП	3	7	8
Пшеница бессменная	3	5	7
Горох на зерно	4	9	10
Кукуруза на зел.массу	65	85	95

Анализ таблицы показывает, что влагообеспеченность по годам имеет слабое влияние на продуктивность культур: - во-первых следует отметить не высокую урожайность во влажный 2015 год (по зерновым 7-10 ц/га, по кукурузе на силос 95 ц/га). В средний по увлажнению год урожайность практически находится на уровне влажного (урожайность зерновых 5-9 ц/га, кукурузы 85 ц/га). В сухой 2013 год урожай снижается, но не на много отличается от среднего по увлажнению года. Таким образом, влагообеспеченность не является главным лимитирующим фактором в данном агроландшафте, а точнее она нивелируется другим фактором. Это подтверждают данные таблицы 2.

Таблица 2 – Коррелятивная связь между урожайностью культур и факторами жизни

Культура	Запасы влаги перед посевом в 0-100см, мм	Засоренность перед уборкой, шт/м ²	N-NO ₃ , мг/кг, в слое 0-40 см	P ₂ O ₅ , мг/кг в слое 0-20 см	Комковатость слоя 0-5 см, %
1. Пшеница по пару	0,60	0,20	0,18	0,65	0,95
2. Пшеница 3 КПП	0,50	0,30	0,20	0,60	0,80
3. Пшеница бессменная	0,65	0,35	0,30	0,55	0,75
4. Кукуруза на силос	0,45	0,30	0,30	0,65	0,90
5. Горох	0,45	0,24	0,25	0,40	0,85
6. Житняк	0,40	0,35	0,30	0,60	0,80

Для выявления лимитирующего фактора был проведен корреляционный анализ зависимости между продуктивностью и факторами жизни растений. Данный анализ показал, что урожайность возделываемых культур в хозяйстве в средней степени зависит от запасов продуктивной влаги в метровом слое перед посевом, коэффициент корреляции 0,40-0,60. От засоренности зависимость слабая - 0,20-0,35. От содержания нитратного азота в слое 0-40 см корреляционная связь также слабая, 0,18-0,30. Подвижный фосфор повышает корреляционную зависимость до средней зависимости 0,40-0,65. Но очень сильная корреляционная связь установлена между урожайностью и комковатостью поверхностного слоя. Зависимость почти прямая от 0,75 до 0,95 по всем культурам. Таким образом, лимитирующим фактором урожайности является проявление дефляционных процессов.

Таблица 3 – Параметры ветроустойчивости поверхности почвы в зависимости от агрофона

Агрофон	Комковатость, %	Эродируемость, г/5мин
1. Пар чистый	30	195
2. Пар химический	35	162
3. Пшеница 2 КПП	34	155
4. Пшеница бессменная	35	130
5. Горох	33	158
6. Кукуруза на силос	31	185
7. Житняк	37	128

Из данных таблицы следует, что при крайне допустимом уровне комковатости 50% под различными культурами и паром содержание ветроустойчивых агрегатов составляет всего 30-37%. Это указывает на очень сильное проявление ветроэрозионных процессов. О том, что агроландшафт постоянно подвержен дефляции свидетельствует эродируемость почвы. При крайне допустимом пределе эродируемости 120 гр/5мин, полученные данные значительно превышают этот порог - 128-198 г/5мин, что указывает на сильное проявление ветровой эрозии. Обращает на себя внимание поле с житняков 5-го года пользования. Даже при исключение всех механических обработок и круглогодичном покрытии поверхности почвы растительным покровом и комковатость и эродируемость ниже допустимого предела, соответственно 37% и 128 г/5мин.

Для повышения продуктивности возделываемых культур необходимо в первую очередь обеспечить надежную защиту почв именно от ветровой эрозии. Как правило, это достигается

оставлением растительных остатков на поверхности почвы. При высоте стерни 10-12 см необходимая урожайность зерновых культур должна составлять: пшеница по парам-свыше 15ц/га, вторая пшеница-13ц/га, третья пшеница-14,2 ц/га, кукуруза-118,5 ц/га, горох -13 ц/га, житняк-24,5 ц/га. При оставлении стерни высотой 30-40см величина урожая снижается на 2-3 ц/га и по зерновым культурам составляет от 9,5 до 12,9 ц/га. Однако две эти урожайности намного выше фактической. Следовательно, защита почв от ветровой эрозии растительными остатками не достижима. Для этой цели необходимо использовать жидкий навоз КРС, который будет выполнять следующие функции: клеящая способность и образование почвенных агрегатов; жидкое органическое удобрение; сокращение испарения влаги из почвы.

Для выявления эффективности жидкого навоза использовалась следующая схема опыта

1. Контроль; 2. Минеральные удобрения ($P_{20}, N_{30}, N_{30}P_{20}$); 3. Жидкий навоз 60т/га; 4. Жидкий навоз 80т/га; 5. Жидкий навоз 100т/га

Навоз вносился рано весной после закрытия влаги простым разливом по поверхности почвы. Минеральные удобрения (мочевина и простой суперфосфат) применялись в следующих дозах: P_{20} – под вторую пшеницу по чистому пару и горох; $N_{30}P_{20}$ – под пшеницу бессменную и кукурузу на силос; N_{30} – на посевах житняка в виде подкормки. Полевые исследования показали, что эффективность навоза проявилась сразу же в год внесения (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние различных доз минеральных удобрений и жидкого навоза на комковатость слоя почвы 0-5см, %

Культура	Без удобрений (контроль)	Минеральные удобрения	Жидкий навоз		
			60 т	80 т	100 т
1.Пар	30	31	42	55	57
2.Пшеница 2КПП	34	33	44	52	55
3.Пшеница бессменная	35	35	44	56	57
4.Горох	33	34	46	56	56
5.Кукуруза	31	30	45	55	58
6.Житняк	37	39	47	58	59

Результаты исследований показали, что внесение минимальной дозы 60т/га навоза повышает комковатость почвы на 10-14%. Однако эта доза не позволяет достичь порога ветроустойчивости в 50%. Средняя доза навоза 80т/га позволяет усилить процесс склеивания агрегатов до 52-58%. Другими словами, поверхность почвы из совершенно неустойчивой к ветру, переходит в среднеустойчивую. Высокая доза навоза в 100 т/га практически не оказала влияние на увеличение комковатости (55-59%), в сравнении с дозой 80т/га. В опыте также сравнивалось влияние на структурообразование минеральных удобрений. Положительного влияния минеральных удобрений на величину комковатости не выявлено. Данный показатель находится на уровне контроля.

Учет продуктивности культур показал четкую зависимость между урожайностью и величиной комковатости. Так на контроле урожайность пшеницы в условиях влажного 2015 года колебалась в севообороте от 6,8 до 8,6ц/га, бессменная пшеница давала 5,2 ц/га, горох 8,0 ц/га, кукуруза на силос 78,5 ц/га, сено житняка 9,8 ц/га. Внесение минеральных удобрений не влияет на величину комковатости, однако улучшают условия питания. Это обстоятельство повышает урожайность зерновых на 0,6-0,9 ц/га, гороха 0,8 ц/га, житняка на 1,2 ц/га, кукурузы на 3,7 ц/га. Скачек в урожайности происходит именно при применении жидкого навоза, который коренным образом меняет устойчивость поверхности почвы к ветровой эрозии. Оптимальной является доза жидкого навоза 80 т/га. Прибавка в урожайности зерна по первой пшеницы составила 5,6 ц/га, второй-6,9ц/га, третьей - 4,2 ц/га, по бессменной пшенице 4,1 ц/га. По гороху прибавка достигала 4,6 ц/га, по кукурузе 42,3 ц/га, по житняку 5,7 ц/га. Снижение этой дозы до 60 т/га существенно снижает урожайность. Увеличение этой дозы до 100т/га не приводит к достоверному росту урожайности.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1 На старопахотных черноземах южных легкосуглинистых фактором, резко ограничивающим продуктивность агроландшафта являются дефляционные процессы.

2 Для повышения ветроустойчивости поверхности почвы в данном агроландшафте малоэффективны оставление соломы на поверхности почвы, посев кулис, буферные полосы, полосное чередование культур и т.д

3 Для надежной защиты почв от дефляции необходимо применять жидкий навоз в дозе 80 т/га, что повышает комковатость поверхностного слоя и урожайность всех возделываемых культур на 60-80%.

Литература

Агроэкологическая оценка земель, проектирование агроландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство [Текст] / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2005. – 784 с.

[1] Госсен Э.Ф. К вопросу об агроландшафтном районировании пашни Северного Казахстана с помощью дистанционного зондирования [Текст] // Освоение целинных и залежных земель: История и современность. – Астана. – 2004. – С.75-82.

[2] Кирюшин В.И. Принципы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия [Текст] / В.И. Кирюшин // Аграрная наука. – 1993. – №3. – с. 7-11.

[3] Черкасов Г.Н. Главные принципы ведения земледелия на ландшафтной основе [Текст] / Г.Н. Черкасов, А.П. Щербаков // Земледелие. - 2001. – №6. - С.16-17.

УДК 631.417.2

ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ ЗАУРАЛЬЯ

Е.А. Головченко

Институт агроэкологии - филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ», г. Челябинск,
elena.golovchenko1997@mail.ru

ORGANIC MATTER DYNAMICS IN SOILS OF THE URALS

E.A. Golovchenko

Institute of Agroecology - branch of FSBEIHE «South Ural State Agrarian University University»,
Chelyabinsk

Плодородие почвы позволяет обеспечивать условия для нормальной жизнедеятельности растений, поэтому анализ состояния почв является первостепенной задачей. Плодородие почвы оценивается многими ее свойствами, но чаще всего характеризуется наличием органического вещества, образуемого за счет растительных остатков [1-4]. Проведенными в Зауралье многолетними исследованиями установлено, что его содержание по годам меняется в довольно большом диапазоне, но в отсутствие эрозионных процессов сохраняется в относительном равновесии [5]. Согласно другим результатам почва всех вариантов опыта имеет одинаковое исходное содержание гумуса, чего в природе не существует.

Цель исследований. Выявить, что в действительности происходит с почвой в процессе ее длительного использования.

Материалы и методы исследования. Основной материал – почва многолетних стационарных опытов Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирались почвенным буром с каждой делянки опытов в многократной (до 15) повторности. Анализ каждого почвенного образца проводился отдельно с двух-, трехкратным повторением химическим методом Тюрина.

Результаты исследования. В опыте с обработками почвы содержание гумуса в слое 0-50 см в течение 20 лет сохраняется на одном уровне, $F_{\phi} < F_{05}$. Это отмечается и при очень

интенсивной обработке почвы, где рыхление на 30-40 см проводится ежегодно, а в паровом поле – даже дважды. Наблюдается некоторое изменение в гумусированности почвы лишь верхних горизонтов.

Таблица 1. Содержание гумуса в почве Шадринской опытной станции им. Т. С. Мальцева при разных способах ее обработки по периодам, % [6]

Вариант	0-10 см		0-30 см		0-50 см	
	1970-1975	1990-1995	1970-1975	1990-1995	1970-1975	1990-1995
1	8,41	8,15	7,57	7,74	6,22	6,24
2	8,75	8,52	8,71	8,29	6,99	6,60
3	8,38	7,89	7,76	7,86	6,34	6,88
4	8,33	7,76	7,98	7,54	6,62	6,25
5	7,40	7,50	7,19	7,29	5,94	5,82
6	7,73	7,50	7,16	7,34	5,72	5,91
7	7,63	7,16	7,09	6,64	5,86	5,62
8	7,80	7,33	7,41	6,88	6,03	5,66
9	7,34	7,26	6,99	6,98	5,53	5,48

Примечание: 1 – лущение на 10-12 см ежегодно; 2 – безотвальная обработка на 30-40 см в паровом поле, лущение на 10-12 см в последующих полях севооборота; 3 – отвальная на 22-25 см в паровом поле, лущение на 10-12 см в последующих полях севооборота; 4 – безотвальная на 30-40 см ежегодно; 5 – отвальная на 22-25 см ежегодно; 6 – безотвальная на 22-25 см ежегодно; 7 – чередование отвальной на 22-25 см с лущением на 10-12 см через год; 8 – чередование безотвальной на 30-40 см с лущением на 10-12 см через год; 9 – чередование отвальной на 22-25 см с безотвальной на 30-40 см через год.

В опыте с удобрениями при отвальной обработке без внесения удобрений и на фоне $N_{31}P_{31}K_{22}$ в период 1969-1994 гг. содержание гумуса в слое 0-20 см тоже сохраняется на прежнем уровне, коэффициент детерминации $R^2 = 0,03-0,063$. При безотвальной обработке почвы без удобрений есть тенденция его снижения, но коэффициент детерминации мал, $R^2 = 0,352$, при внесении удобрений и это явление исчезает.

Таблица 2. Динамика содержания гумуса в слое 0-20 см почвы Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева, % [6]

Обработка почвы	Фон	Год						R^2
		1969	1974	1979	1984	1989	1994	
Безотвальная	0	7,33	7,76	6,74	7,38	6,31	6,92	0,351
Отвальная	0	7,89	7,01	6,36	7,71	6,51	7,33	0,063
Безотвальная	$N_{31}P_{31}K_{22}$	7,47	7,83	7,11	8,2	6,37	7,99	0,003
Отвальная	$N_{31}P_{31}K_{22}$	7,77	7,94	6,67	7,63	6,92	7,84	0,03

В другом поле этого же опыта разница в содержании гумуса в почве между вариантами еще больше, но связана она не с дозами удобрений, а с пестротой почвенного покрова. Наличие же гумуса за 30-летний период, несмотря на довольно значительные колебания по годам, сохраняется на одном уровне.

Таблица 3. Динамика содержания гумуса в слое 0-50 см почвы опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобренности, %

Удобренность	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.
0	4,30	3,30	3,48	4,06	4,26	4,62
$P_{31}K_{22}$	4,62	4,47	3,72	4,31	4,74	4,81
$N_{31}K_{22}$	5,28	4,30	4,61	4,57	4,73	4,25
$N_{31}P_{31}K_{22}$	4,64	4,47	5,33	3,68	3,92	4,36
$N_{71}P_{31}K_{22}$	5,43	4,14	5,15	4,26	5,00	4,90
Навоз 8 т	4,34	5,17	3,90	5,28	5,47	4,31
$N_{31}P_{22}K_{15}$ +навоз 4 т	3,81	5,24	3,99	6,14	5,56	3,11

Даже в самом верхнем слое почвы 0-10 см тенденции изменения (статистически они не доказаны) содержания гумуса малы, что показано ниже в таблице. Наибольший коэффициент детерминации при внесении $N_{31}P_{31}K_{22}$, но и его величина невелика $R_2 = 0,39$.

Таблица 4. Динамика содержания гумуса в слое 0-10 см почвы опытной станции при разных уровнях удобрения, %

Удобренность	Год						Коэффициент детерминации
	1973	1976	1983	1991	2001	2003	
Контроль	5,53	5,02	4,74	5,22	5,85	5,80	0,27
$P_{31}K_{22}$	5,74	5,83	5,02	5,57	5,94	5,81	0,04
$N_{31}K_{22}$	6,20	5,87	5,62	5,61	5,99	5,89	0,08
$N_{31}P_{31}K_{22}$	6,15	5,91	6,43	4,92	5,28	5,50	0,39
$N_{71}P_{31}K_{22}$	6,55	5,78	6,66	5,46	6,33	7,31	0,12
Навоз 8 т	6,12	6,66	5,07	5,91	6,34	5,37	0,12
$N_{31}P_{22}K_{15}$ +навоз 4 т	5,29	6,15	5,53	7,21	6,28	4,96	0,00

Таким образом, в отсутствие эрозионных процессов в условиях традиционных технологий содержание общего углерода находится в относительном равновесии, которое в свою очередь обеспечивает эколого-геохимическую устойчивость почв [7]. Об этом же сообщается в публикациях зарубежных ученых [8].

Литература

- [1] Синявский И.В., Валиахметова Ю.З. Активность бобово-ризобияльного аппарата и продуктивность люцерны синегибридной при разных уровнях минерального питания в условиях лесостепной зоны челябинской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. Т. 2. № 18-1. С. 33-35.
- [2] Крамаренко М.В. Динамика продуктивности многолетних бобово-мятликовых травосмесей при разной интенсивности внедрения в агрофитоценоз вегетативно-подвижного мятликового компонента // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 58-61.
- [3] Панфилов А.Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного Зауралья: автореф. дис...д. с.-х. наук / ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт кормов СО РАСХН. Новосибирск, 2005.
- [4] Казакова Н.И. Органогенез и продукционный процесс ультранного и раннеспелого гибридов кукурузы в связи со сроками посева в северной лесостепи Зауралья: автореф. дис...канд. с.-х. наук. // Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.Н. Прянишникова. Пермь, 2012.
- [5] Уфимцева Л.В., Калганов А.А. Влияние длительного затопления высокоминерализованными поверхностными водами на групповой и фракционный состав гумуса луговых почв // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 5. С. 747-751.
- [6] Глухих М. А., Собянин В. Б., Собянина О. Б. Плодородие черноземов Зауралья и его динамика. / Под редакцией М. А. Глухих. Монография. Челябинск: ЧГАА, 2010. 300 с.
- [7] Уфимцева Л.В., Покатилова А.Н., Глаз Н.В., Кофан А.И. Буферность к кислотам как показатель эколого-геохимической устойчивости черноземных почв челябинской области к техногенной нагрузке // Естественные и технические науки. 2013. № 5 (67). С. 75-78.
- [8] Stievenson F. S. . Nitrogen in agricultural soils. – Madison, Wisconsin, USA, 1982. – 443 p.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГОРНЫХ ПОЧВ И
ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Г.Т. Джалилова, Л.А. Гафурова

НУУз им. М.Улугбека, Центр «АгроЭкоБиотехнологии», gulnora_jalilova@rambler.ru

MORPHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF MOUNTAIN SOILS AND SOIL-FORMING
PROCESSES TAKING INTO ACCOUNT EROSION PROCESSES

G.T. Djalilova, L.A. Gafurova

NUUz them. M. Ulugbek, Centre "AgroEcoBiotechnology", gulnora_jalilova@rambler.ru

Современная эрозия почв – исторический результат неправильного хозяйственного использования территории без учета ее природных условий и общих закономерностей водного режима. В большинстве случаев это связано с размещением на эрозионно-опасных землях угодий и культур, слабо защищающих почвы от эрозии, с неправильной обработкой почв на пахотных землях, нерегулируемым выпасом скота на пастбищах, уничтожением почвозащитных насаждений и т.д. Вопросы охраны почв от эрозии становятся глобальной проблемой в мире и в Узбекистане [7]. Диагностику эродированных почв в полевых условиях необходимо проводить по изменению морфологических признаков верхнего слоя и почвенного профиля, которые объективно отражают свойства эродированных почв и, следовательно, уровень их плодородия. Безусловно, под морфологическими показателями почв понимается сумма внешних признаков, которые являются результатом процессов формирования отражая происхождение (генезис) почв, историю их развития, их физические и химические свойства [8]. В трудах В.В. Докучаева [4] было сказано: «Морфология почв – это концентрированное отражение ее генезиса, истории ее развития». Впоследствии почвообразовательного процесса, морфологические признаки почв являются диагностическими показателями типов почв, подтипов, разностей, а также для установления степени эродированности, в увязке с экспозицией и элементами склона.

Объект исследования расположен в северо – восточной углу Республики Узбекистан, на западных отрогах Чаткальского хребта, являющейся наиболее значительным образованием Таласского Ала –тау –западной части Тянь –Шаня, одной из величайших по длине и высоте горных систем земного шара. От одного из отрогов Чаткальского хребта – Актау отходит ответвление Бабай – Таудор, которое оканчивается на западе поднятием Кызыл – Нура. Условия почвообразования объекта исследований имеют наиболее специфические особенности, чем в других горных районах Центральной Азии. В связи с сильной расчлененностью рельефа и резким колебанием высотных отметок, почвенный и растительный покровы, отражающие на себе совокупность природных условий района, отличаются многими своеобразными чертами и большой пестротой. Здесь мы имеем ясно выраженную вертикальную зональность, обусловленную, с одной стороны, изменением климата и растительности по мере поднятия, с другой – историей формирования рельефа, а также выделяются следующие типы горных почв: горно-коричневые карбонатные почвы, горно-коричневые типичные почвы и горно-коричневые выщелоченные почвы [5, 9].

Горно-коричневые карбонатные почвы занимают верхнюю часть предгорий и нижнюю часть сильно расчлененных средних гор (900-1300 м). Основной массив этих почв приурочен к правой части бассейна, на сильно инсолируемых, более открытых, выпуклых склонах при водораздельных частях, сильно расчлененной глубокими саями и оврагами. Материнскими породами коричнево-карбонатных почв являются продукты выветривания известняков, местами грандиоритов и порфиритов. Реже распространены делювиальные и пролювиальные, часто щебенчатые суглинки и глины, отличающиеся большой рыхлостью и хорошей водопроницаемостью. Мощность мелкоземистых отложений, подстилаемых щебнем, камнями или массивно-кристаллическими породами, незначительна. Почвообразовательный процесс здесь протекает в условиях, приближающихся к элювиально-ксероморфному режиму. На крутых склонах пояса арчевого редколесья, эти

почвы развиваются часто на делювиальных лёссовидных суглинках. Растительность коричневых карбонатных почв пырейно-разнотравные степи с редкими кустарниками (шиповник, боярышник и др.). Морфологические свойства горно-коричневых почв, расположенных на ровных поверхностях, а также в водораздельных частях и шлейфах характеризуются темной окраской гумусового с коричневым оттенком, оглиненностью почвенного профиля, по сравнению с подстилающими материнскими породами, более тяжелым механическим составом, уплотнением, трещиноватость выражена очень слабо. Структура верхнего гумусового горизонта зернисто-комковатая, переходящая с глубиной в ореховато-комковатую, тем не менее а структура не отличается прочностью. В этих почвах имеется ярко выраженный карбонатно-иллювиальный горизонт, начинающихся с глубины горизонтов В, первоначально в виде плесневидных налетов, мелких пятен, а затем карбонатных псевдомицелий. Для горно-коричневых карбонатных почв, расположенных на крутых склонах, характерны следующие особенности: гумусовый горизонт почти смыт, на дневную поверхность выступает нижняя слабогумусированная бурно вскипающая часть переходного горизонта, имеет светлую окраску (светло-серая с желтовато-коричневым оттенком), почва уплотненная, несколько облегченная с поверхности по механическому составу, имеет комковато-пористую структуру, а также имеются множество карбонатных конкреций. Для почв, расположенных на северных экспозициях, характерно, что окраска верхнего слоя более темная, несколько меньшая выраженность выходов на поверхность карбонатных конкреций, несколько большая проработанность профиля дождевыми червями.

Горно-коричневые типичные почвы занимают большую часть площади бассейна Сукокая. Это почвы сильно расчлененной части бассейна, богатой выходами материнских пород, часто представленных скалистыми выступами. В зависимости от экспозиции склонов, они поднимаются здесь до высоты 1300-1600м. Коренными горными породами коричневых почв, являются различные известняки, грандиориты и порфириты. Элювий и делювий их и служит обычно, материнской породой этих почв. Климат здесь более влажный, чем у горно-коричневых карбонатных почв. Влажное время длится дольше, чем сухое время года, за счет этого снижается среднегодовая температура воздуха. За влажный период года почва насыщается влагой на значительную глубину и характеризуется преобладанием нисходящих токов воды. У коричневых типичных почв более мощный, чем у коричневых карбонатных гумусовый горизонт, ярко выраженный иллювиальный и более глубоко залегающий карбонатный слой (100-200см). Гумусовые горизонты окрашены в бурые или коричневые тона, мощность их колеблется в очень широких пределах от 60 до 170см, в том числе, горизонт А-20-30см. Как и в почвах других типов, она определяется экспозицией и крутизной склона, положением на склоне характером подстилающих пород и т. д. Наиболее мощные гумусовые горизонты на затененных склонах. По механическому составу эти почвы считаются тяжелосуглинистыми. Процессы оглинения в коричневых типичных почвах развиты сильнее, чем у коричневых карбонатных. Коричневые типичные почвы развиты под крупнотравно-кустарниковыми растительными формациями, кустарниковыми зарослями, арчевым редколесьем. Горно-коричневых типичных почв, расположенные на ровных и водораздельных частях, а также на подножьях склонов имеют довольно мощный гумусовый горизонт темно коричневого цвета, глубокая гумусированная, книзу по профилю окраска постепенно светлеет, это происходит за счет проявления карбонатных образований. Гумусовый горизонт хорошо обработан дождевыми червями, а также роющими животными. Структура гумусового горизонта имеет мелкокомковатую структуру, переходящую в следующих горизонтах в ореховато-комковатую. В средней части профиля наблюдается уплотненный оглиненный горизонт, наблюдается также сильное скопление карбонатных образований в нижних горизонтах, причем граница карбонатов резкая. Как видно из морфологического описания горно-коричневых типичных почв, расположенных на различных элементах склона имеется укороченный гумусовый горизонт, около половины его смыто, на дневную поверхность выступает нижняя часть гумусового или верхняя часть переходного горизонта, имеет светло-коричневую окраску, а карбонатный горизонт

приближен к поверхности, по плотности она уплотненная почва, структура комковато-порошисто-глыбистая, некоторое облегчение механического состава верхних горизонтов почв, а также меньшая проработанность почвы дождевыми червями и насекомыми. Для почв северной экспозиции характерно несколько темная окраска, несколько большая мощность гумусового прокрашивания, карбонатный горизонт глубже, большая проработанность дождевыми червями, несколько лучшая оструктуренность [1].

Горно - коричневые выщелоченные почвы распространены в верховьях объекта, нижняя их граница находится на высоте 1350-1600м. В пределах этой зоны выделено большое количество почвенных разностей, отличающихся друг от друга и степенью эродированности и механическим составом почв и грунтов. Преобладают в различной степени смытые щебневатые и каменистые разности. При значительном содержании перегноя эти почвы относительно бедны азотом. Горные коричневые выщелоченные почвы развиты и распространены выше коричневых типичных или же сочетаются с ними на наиболее увлажненных участках ареала горных коричневых почв. Растительность лугово-степная, с большим участием разнотравья и кустарников, местами - арча, ель, яблоня, отдельные деревья грецкого ореха [6]. Материнскими породами служат продукты выветривания сланцев, известняков, лёссовидные суглинки. Морфологические свойства горно-коричневых выщелоченных почв характеризуются мощным гумусовым горизонтом, варьирует, в основном в горизонтах коричневый цвет, в профилях почв видна хорошо выраженная зернисто-пылеватая и комковато-зернистая структура, глубина залегания карбонатного горизонта зависит от целого ряда причин – рельефа, растительности, степени проявления эрозионных процессов, выщелоченность от карбонатов верхней и средней частей профиля, с появлением отдельных карбонатных выделений. [1,2,3].

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что почвы различных элементов рельефа, подвергающиеся смыву, по морфологическим признакам неоднородны. Эта неоднородность проявляется в общем строении их профиля, в мощности гумусированного горизонта, структуре, цвете, механическом составе, глубине залегания карбонатных горизонтов. Степень развития эрозионных процессов на территории велика и носит локальный характер, почвы объекта сильно эродированы. В связи с сильным развитием эрозионных процессов, объект исследований создает впечатление чрезвычайно сильно смытого и размытого объекта, глубоко расчлененного боковыми саями, хорошо разработанными днищами. Огромные запасы в руслах валуно - галечникового материала свидетельствуют об активной селевой деятельности бассейна. Оползневые явления приурочены к участкам с мощным почвенным покровом и незначительной древесно – кустарниковой растительностью, расположенных на крутых участках северных экспозиций. На площадях, занятых средне - и высокоплотными насаждениями явления эрозии наблюдаются лишь в единичных случаях. Этот факт говорит о большом почвозащитном свойстве леса, препятствующего смыву поверхностных слоев почвы и образованию селевых потоков [1,2,3].

Литература

- [1] Гафурова Л.А., Джалилова Г.Т. Современный подход в изучении эрозионноопасных земель бассейна сукоксай с применением ГИС технологии // Изд-во «Фан ва технологиялар, Ташкент 2017
- [2] Джалилова Г.Т. Выявление и оценка эрозионноопасных земель бассейна Сукоксай с применением ГИС технологии/Афтореф.дисс. на соиск.канд.биол.наук. Ташкент, 2009, с 15
- [3] Джалилова Г.Т., Мягкова Н.В. Диагностика степени эродированности горных почв по морфологическим признакам//“Пути повышения эффективности орошаемого земледелия” Научно-практический журнал, Выпуск № 1(61), Новочеркасск 2016
- [4] Докучаев В.В. Избранные труды (Наши степи прежде и теперь). АН СССР, 1949.
- [5] Кадилова Д.А. Природа почвенного образования для определения типа или подтипа почв (на примере почв северо-западных отрогов Туркестанского хребта)// “Аграрная наука –

сельскому хозяйству” сборник статей X Международной научно-практической конференции, Барнаул 2015

[6] Коровин Е.П., Розанов А.К. Почвы и растительность Средней Азии, как естественная производительная сила. Тр. САГУ, серия XII –а, вып. 17. Ташкент, 1938

[7] Махсудов Х.М., Гафурова Л.А., Турапов И., Ханазаров Горные и предгорные почвы Узбекистана, их генетические особенности и охрана. Доклады и тезисы III съезда почвоведов и агрохимиков. 2002

[8] Розанов Б.Г. Морфология почв // Академический проект, Москва, 2004 г.

[9] Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии.- Москва, Изд. АН СССР, 1951

УДК 631.422

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СОРБЕНТОВ НА ПОДВИЖНОСТЬ МЕДИ И ЦИНКА, И СВОЙСТВА ПОЧВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

М.Ю. Зуева

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, zuevamaashaa@gmail.com

THE EFFECT OF CARBON SORBENTS ON THE MOBILITY OF COPPER AND ZINC, AND SOIL PROPERTIES IN THE ORDINARY CHERNOZEM

M.U. Zueva

Southern Federal University, Rostov-on-Don

Накопление тяжелых металлов (ТМ) в почве - это не только увеличение их содержания, но и нарастание экологически опасных последствий, создающих угрозу здоровью человека. ТМ изучают в двух качествах: их валовое содержание в почве и состав различных форм соединений.

Поступающие в почву металлы аккумулируются в ее верхних горизонтах. Многообразие механизмов взаимодействия металлов с компонентами почвы и почвенного раствора проявляется в разнообразии форм их существования в почве (обменных, комплексных, специфически сорбированных, связанных с органическим веществом, входящих в решетку силикатов, собственных минералов и т.д.). Предприятия цветной и черной металлургии относят к группе основных загрязнителей окружающей среды ТМ. Исследованиями установлено, что до 95% ТМ от этих предприятий поступает в почву в виде техногенной пыли и концентрируется в верхнем 0-20 см слое. Поэтому весьма актуален вопрос поиска путей инактивации тяжелых металлов в почве.

Сорбенты — это твердые тела или жидкости, которые поглощают (сорбируют) из почвы, окружающей среды ТМ, газы, растворенные вещества. Характер сорбции различает адсорбенты – тела, поглощающие вещество на своей, как правильно большой поверхности, вступая с ними в химическую реакцию [1]. Весьма перспективно использование в этих целях углеродных сорбентов, в частности, бурого и активированного углей. Важным преимуществом данных сорбентов является развитая удельная поверхность и ее высокая химическая активность. Эти свойства обеспечивают экологическую безопасность их применения при длительной сохранности свойств в почвенной среде [6].

Для проведения исследований отбирался верхний слой (0-20 см) почвы целинного участка, представленный черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках учебно-опытного хозяйства «Донское» ДонГАУ (Октябрьский р-н Ростовской обл.). Был заложен модельный опыт. Почву загрязняли уксуснокислыми солями цинка и меди из расчета 300 мг/кг металла, затем добавляли мелиоранты, через месяц после инкубации, 1% и 5% гранулированный и бурый угли.

Для определения подвижных форм ТМ был использован метод параллельной экстракции. Группа непрочно связанных соединений металлов включает подвижные формы, она подразделяется на обменные, комплексные и специфически сорбированные соединения. Экологическое значение этой группы соединений состоит в том, что они могут

характеризовать запас металлов, способных переходить в сопредельные среды, т.е. в растения, в природные воды [6].

В черноземе обыкновенном фоновое содержание Zn составляет 68 мг/кг, а Cu 25 мг/кг. При загрязнении почвы содержание Zn возросло в 3, а Cu в 6 раз, что составило 363,95 и 343,24 мг/кг, соответственно. Непрочно связанные соединения исследуемых металлов в основном представлены специфически сорбированными формами (88 % Zn и 71 % Cu от суммы непрочно связанных соединений металлов).

Металлы на контроле находятся преимущественно в прочно связанном состоянии 91 % Zn и 93 % Cu от валового содержания. Низкое содержание наиболее мобильных форм Zn и Cu (0,3-0,6 мг/кг) имеют пахотных почвы Октябрьского и Аксайского районов Ростовской области, представленных черноземами обыкновенными [5,8]. Количество обменных форм Zn по многочисленным исследованиям находится на уровне 0,1-0,6 мг/кг [8].

Степень воздействия гранулированного и бурого угля на иммобилизацию металлов в почве различается. Различия в действии мелиорантов хорошо отражает групповой состав непрочно связанных соединений. Оба мелиоранта способствовали уменьшению доли обменных соединений Zn. При внесении 5% бурого угля содержание обменных форм Zn становится (9%) практически такое же, как и на контроле (8%), что касается комплексных, то их содержание уменьшается по сравнению с загрязненным вариантом опыта, но не достигает уровня контроля, специфически сорбированные формы уменьшаются по сравнению с контролем на 42% для Zn и на 20% для Cu.

В черноземе, по сравнению с другими почвами, существует гораздо больше возможностей для прочного закрепления ТМ, чему способствует тяжелый гранулометрический состав, большее количество гумуса и соединений железа, а также присутствие глинистых минералов монтмориллонитовой группы [3].

Поглощение ТМ почвами существенно зависит от реакции среды (рН). Из таблицы 5 видно, что значительных снижений величины рН не происходило, потому что уровень загрязнения чернозема обыкновенного, обладающего высокой буферной способностью, был не значителен. После внесения углей рН увеличивается незначительно.

Органическое вещество почв является активным участником сорбционных взаимодействий ТМ и почвы при загрязнении. В то же время, поглощенные им металлы способны оказывать влияние на состояние органической части почвы [7, табл.1].

Установлено, что количество органического вещества в исследованной почве составляло 3,3% (табл. 5). Исследуемые черноземы относятся к слабогумусированным (менее 4%). В почве модельного опыта содержание органического вещества имеет тенденцию к повышению на 0,5% при внесении Zn, на 0,6% при внесении Cu (табл. 1). Возрастание содержания гумуса в присутствии металлов отмечено в работах [7]. Увеличение содержания углерода при загрязнении почв ТМ может быть обусловлено несколькими причинами. Возможно, при внесении ТМ уменьшается минерализация органического вещества как в связи с образованием металл-органических комплексов, устойчивых к действию микроорганизмов, так и в связи с токсичным действием металлов на микробиологическую активность. Установлено, что содержание карбонатов в 0 - 20 см слое чернозема обыкновенного составляет 1,25 % (табл. 1). Наличие карбонатов в почве обуславливает карбонатно-кальциевое равновесие, от состояния которого зависят химический состав почвенного раствора, процессы растворения, миграции, осадкообразование карбонатов в почвенном профиле, характер ионообменных процессов на границе раздела фаз.

Содержание CaCO_3 колеблется в широком диапазоне – в среднем от 0,1 до 4,1 в слое 0-20 см. Ниже по профилю их содержание увеличивается плавно, достигая 6-19% в горизонтах аккумуляции карбонатных новообразований [4].

У черноземов обыкновенных прослеживается отличие в содержании карбонатов. Оно заключается в появлении свободных карбонатов на разных глубинах и в неодинаковом общем содержании CaCO_3 в двухметровом толще почвы [2].

Таблица -1 Физико-химические свойства черноземам обыкновенного загрязненного Zn и Cu

Варианты	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ , смоль (+)/100 г почвы	CaCO ₃ , %	pH	Содержание Сорг, %
Контроль	32,3±0,5	1,25±0,6	7,73±0,005	3,3±0,3
Контроль +1% уголь	31,6±0,4	1,40±0,8	7,92±0,003	3,8±0,2
Контроль +5 % уголь	34,6±0,7	1,55±0,6	7,93±0,003	4,4±0,2
Контроль +1% бурый уголь	37,4±0,6	1,68±0,3	7,96±0,005	5,0±0,3
Контроль +5% бурый уголь	40,0±0,5	1,78±0,3	7,96±0,005	5,6±0,3
Zn				
Контроль + Zn	27,7±0,6	1,40±0,3	7,55±0,006	3,8±0,2
Zn+1% гранулированный уголь	28,7±0,5	1,55±0,3	7,62±0,003	4,0±0,3
Zn+5% гранулированный уголь	29,0±0,8	1,65±0,6	7,76±0,005	4,4±0,3
Zn+1% бурый уголь	31,3±0,6	1,72±0,3	7,88±0,005	4,8±0,3
Zn+5% бурый уголь	31,8±0,5	1,78±0,3	7,93±0,003	5,3±0,2
Cu				
Контроль + Cu	28,2±0,6	1,47±0,3	7,65±0,003	3,9±0,3
Cu+1% гранулированный уголь	28,9±0,7	1,62±0,3	7,73±0,003	4,2±0,3
Cu+5% гранулированный уголь	29,7±0,5	1,68±0,3	7,83±0,003	4,5±0,3
Cu+1% бурый уголь	30,3±0,4	1,77±0,3	7,86±0,005	4,9±0,2
Cu+5% бурый уголь	31,5±0,5	1,85±0,6	7,94±0,003	5,5±0,3
НСР	2,5			

Загрязнение не оказало существенного влияния на содержание карбонатов в почве (табл. 5).

Таким образом, общая закономерность распределения Cu по формам соединений в почве на контроле и при загрязнении выглядит следующим образом: специфически сорбированные> комплексные> обменные. Для Zn установлена следующая закономерность в распределении металла по формам соединений: специфически сорбированные> обменные> комплексные. При загрязнении почвы Zn изменяется исходное соотношение подвижных форм металла, комплексных становится больше, чем обменных. Загрязнение чернозема обыкновенного Zn и Cu не привело к значительным изменениям физико-химических свойств.

Литература

- [1] Беляков Н. Л., Соломенников А. В. — Энтеросорбция, введение в проблему. — Л.: ЛенГИДУВ, 1990 — 35 с.
- [2] Вальков В.Ф. Генезис почв Северного Кавказа. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1977. – 160 с.
- [3] Карпухин М.М., Ладонин Д.В. Влияние компонентов почвы на поглощение тяжелых металлов в условиях техногенного загрязнения // Почвоведение. 2008. № 11. с. 1388-1398.
- [4] Крупеников И.А. Карбонатные черноземы. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 108 с.

- [5] Минкина Т.М., Назаренко О.Г., Самохин А.П., Манджиева С.С. Изменение свойств загрязненной тяжелыми металлами почвы при использовании методов химической ремедиации. Почвоведение. – 2008. - № 5.
- [6] Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г., Крыщенко В.С., Манджиева С.С. Комбинированный прием фракционирования соединения металлов в почве. // Почвоведение, -2008. - №8 с.-40-49
- [7] Минкина Т.М., Пинский Д.Л., Самохин А.П., Статовой А.А. Поглощение меди, цинка и свинца черноземом обыкновенным при моно- и полиэлементном загрязнении // Агрохимия. - 2005. - № 8. - С. 58-64.
- [8] Самохин А.П. Трансформация соединений тяжелых металлов в почвах Нижнего Дона: Автореф. дис... канд. биол. наук. - Ростов н/Дону, 2003. - 24 с.

УДК 632.952

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ
АЗОКСИСТРОБИНА И ЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗОМЕРА R230310 В ЗЕЛЕННОЙ
МАССЕ ЗЕРНЕ И СОЛОМЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ВАЛИДИРОВАННЫМ МЕТОДОМ В
ПЕРВОЙ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ**

И.С.Касатов, Е.Ю.Панов, А.С.Поликарпов, Ю.Н.Савушкин, А.И.Филатова
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, antonpolikarpov@list.ru

**THE STUDY OF THE DESTRUCTION DYNAMICS OF RESIDUAL QUANTITIES
AZOXISTROBINE AND ITS GEOMETRIC ISOMER R230310 IN THE GREEN MASS, GRAIN
AND STRAW OF WINTER WHEAT BY A VALIDATED METHOD IN THE FIRST SOIL-
CLIMATE ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

I.S.Kasatov, E.Yu.Panov, A.S.Polikarpov, Y.N.Savushkin, A.I.Filatova
RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev antonpolikarpov@list.ru

Азоксистробин - фунгицид из группы стробилуринов, защитного, лечащего и искореняющего действия с длительным защитным эффектом. Ингибитор митохондриального дыхания, блокирует перенос электронов между цитохромом b и цитохромом c1 в месте окисления убихинола. Подавляет прорастание спор и рост мицелия, обладает антиспорулярной активностью.

Смесевые препараты на основе Азоксистробина применяются в посевах яровой и озимой пшеницы для борьбы с бурой и стеблевой ржавчиной, септориозом листьев и колоса, фузариозом колоса, чернью колоса, мучнистой росой, пиренофорозом; в посевах ярового и озимого ячменя для борьбы с сетчатой и темно-бурой пятнистостью, ринхоспориозом, мучнистой росой, карликовой ржавчиной, фузариозной пятнистостью листьев; в посевах озимой ржи для борьбы со стеблевой и бурой ржавчинами и оливковой плесенью с нормой расхода 100-200 г/га по д.в., опрыскивание в период вегетации до двух обработок за сезон.

Азоксистробин относится к малоопасным веществам по острой пероральной (ЛД₅₀ для крыс > 5000 мг/кг) и острой дермальной токсичности (ЛД₅₀ для крыс > 2000 мг/кг), но к умеренно опасным веществам по острой ингаляционной токсичности (ЛС₅₀ для крыс (4 часа) - 590 мг/м³). Не обладает побочными токсикологическими эффектами, может вызвать слабое раздражение при попадании на кожу и слизистую оболочку глаз.

R-230310 - Z-геометрический изомер Азоксистробина - основной метаболит в процессе фотоллиза азоксистробина.

Полевая часть эксперимента, включая испытания по биологической эффективности Азоксистробина и его геометрического изомера R230310, проводилась на базе полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. В ходе исследования был заложен мелкоделяночный опыт с посевом озимой пшеницы в условиях первой почвенно-климатической зоны на дерново-подзолистой почве. В условиях проведения опыта экстремальных погодно-климатических условий не отмечалось, удобрения не вносились,

мероприятия по уходу за посевами не проводили. Предшественником озимой пшеницы был картофель, агротехнику в условиях проведения опыта составляли вспашка и культивация.

Обработка препаратом осуществлялась методом опрыскивания вегетирующих растений Азоксистробинем в препаративной форме суспензионного концентрата с концентрацией 200 г/л, с помощью ранцевого опрыскивателя с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га, двукратно. Норма расхода по препарату составляла 1,0 л/га.

Отбор проб для анализа проводился в день последней обработки, через 12, 24, 36 и 48 дней после последней обработки. Пробы отбирались отдельно с каждой делянки по вариантам, из них готовился средний образец (по одному на вариант) и в лаборатории отбирались две аналитические пробы на один образец. Отбор проб осуществлялся сотрудниками УНКЦ «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов».

Отобранные пробы надземной части растений замораживались при температуре – 18°C и далее хранились в морозильной камере при этой же температуре до дня выполнения анализа.

Отобранные пробы зерна и соломы высушивались до стандартной влажности и далее хранились в лабораторном шкафу до дня анализа.

Перед анализом образцы надземной части растений и соломы измельчались при помощи ножниц, а образцы зерна в лабораторной мельнице.

Анализ образцов на содержание Азоксистробина и его геометрического изомера R230310 проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств Азоксистробина (ICIA 5504) и его геометрического изомера (R230310) в воде, почве, в плодах огурцов, томатов, ягодах винограда, в зерне и соломе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», № 4.1.1213-03 [1], валидированными в условиях УНКЦ «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов».

Анализ остаточных количеств Азоксистробина и его геометрического изомера (R 230310) осуществлен на жидкостном хроматографе «Agilent 1260 Infinity» с диодно-матричным детектором. Условия хроматографирования: колонка Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 мм × 150 мм), зернение 5 мкм, предколонка Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 мм × 12,5 мм), зернение 5 мкм. Длина волны 255 нм. Подвижная фаза ацетонитрил - вода в соотношении 48:52, температура термостата колонки 30°C, хроматографируемый объем 20 мкл [3].

В России установлены следующие гигиенические нормативы для Азоксистробина: МДУ в продукции (мг/кг): зерно хлебных злаков - 0,5 [3]. Нижний предел обнаружения Азоксистробина и его изомера R 230310: зерно хлебных злаков – 0,25 мг/кг, надземная часть – 0,2 мг/кг, солома – 0,1 мг/кг.

Процент извлечения (средний): Азоксистробин (ICIA 5504): зеленая масса – 80,1 %, зерно хлебных злаков – 81,6 %, солома – 93,3 %; изомер R 230310: зеленая масса – 70,2 %, зерно хлебных злаков – 75,8 %, солома – 78,1%.

По результатам проведенных анализов было установлено, что содержание остаточных количеств Азоксистробина в образцах зеленой массы озимой пшеницы в день последней обработки составило 26,3 мг/кг. Через 12 дней после последней обработки содержание остаточных количеств Азоксистробина в зеленой массе пшеницы значительно снижалось и составило 6,33 мг/кг. Через 24, 36, и 48 дней после последней обработки остаточное содержание Азоксистробина в зеленой массе, зерне и соломе озимой пшеницы в пределах чувствительности используемого метода контроля не детектировалось.

К моменту уборки урожая содержание остаточные количества Азоксистробина, его изомера R 230310 в зерне и соломе озимой пшеницы не обнаружены.

Таким образом применение Азоксистробина в препаративной форме суспензионного концентрата с концентрацией 200 г/л может быть рекомендовано для применения в качестве фунгицида в посевах озимой пшеницы для опрыскивания вегетирующих растений с рекомендуемой максимальной нормой расхода по препарату 1,0 л/га, двукратно.

Литература

- [1] Методические указания № 4.1.1213-03 «Определение остаточных количеств Азоксистробина (ICIA 5504) и его геометрического изомера (R230310) в воде, почве, в плодах огурцов, томатов, ягодах винограда, в зерне и соломе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», Москва, 2005г.
- [2] Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21.10.2013 N 55 «Об утверждении ГН 1.2.3111-13 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)» (вместе с «ГН 1.2.3111-13. Гигиенические нормативы.») (Зарегистрировано в Минюсте России 12.11.2013 N 30362) с изменениями на 13 июля 2016 года.
- [3] Сычев С.Н., Гаврилина В.А. «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем», изд. Лань, Москва, 2013г.

УДК 631.41

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО РАДИОНУКЛИДА ^{137}CS В ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ)

Д.А. Козырев*, С.С. Тагивердиев**, К.В. Чурсинова***, П.Н. Скрипников****

* ЮФУ, Ростов-на-Дону, dinis.kozyrev@bk.ru

** ЮФУ, Ростов-на-Дону, 2s-t@mail.ru

*** ЮФУ, Ростов-на-Дону, renonverbi@mail.ru

****ЮФУ, Ростов-на-Дону, pav.sc@yandex.ru

EVALUATION OF ARTIFICIAL RADIONUCLIDE CONTENT OF ^{137}CS IN SOILS WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC LOAD (ON THE EXAMPLE OF THE ROSTOV AGGLOMERATION)

D.A. Kozyrev*, S.S. Tagiverdiev**, K.V. Chursinova***, P.N. Skripnikov****

* SFU, Rostov-on-Don

** SFU, Rostov-on-Don

*** SFU, Rostov-on-Don

**** SFU, Rostov-on-Don

Урбанизация способствует многократному усилению нагрузки на почвенный покров территории. Возрастает и защитная роль почв по отношению к сопредельным средам, а, следовательно, и актуальность мониторинговых исследований состояния городских почв. Важность изучения активности искусственного радионуклида ^{137}Cs заключается в том, что он является одним из главных антропогенных радионуклидов, формирующих внутреннюю и внешнюю дозу облучения человека. Определение содержания радионуклидов в почве стало особенно важным после событий на Чернобыльской АЭС. Почвы Ростовской агломерации в большинстве своем испытывают мощную антропогенную нагрузку, что приводит к проявлению новых, ранее несвойственных им признаков. Основными диагностическими признаки можно считать образование урбо-горизонта (урбик) UR и погребение под толщей наносов антропогенного происхождения гумусово-аккумулятивного горизонта [А]. Приурочены данные почвы к промышленным и селитебным зонам городов. Изучение процессов трансформации почв и поступающих в них поллютантов, познание закономерностей поможет уменьшить дальнейшее пагубное воздействие на экосистему [1,2,4].

В ходе разнопланового экологического мониторинга основной целью являлось сравнение показателя активности исследуемого радионуклида в почвах с различной антропогенной нагрузкой. Поведение радионуклидов зависит как от свойств почв, так и от особенностей самих радионуклидов. Активность радионуклидов в почвах агломерации

определяли гамма-спектрометрическим методом с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра «Прогресс-гамма». Определение гранулометрического состава почв проводили методом пипетки по Качинскому в модификации Долгова-Личмановой. Определение содержания органического вещества вели методом мокрого сжигания с бихроматом калия по Тюрину в модификации Орлова-Гриндель. Содержание CO₂ карбонатов – по Шейблеру.

Для обеспечения корректности научного анализа полученных результатов сравниваемые объекты – почвы – были разделены на четыре группы: черноземы обыкновенные под травянистой и древесной растительностью (естественные почвы), а также экранированные и неэкранированные урбостратоземы (антропогенно-преобразованные почвы). Средние значения активности цезия в дерновом горизонте черноземов под древесной растительностью значительно превышают этот показатель в аналогах под травянистой растительностью (табл. 1). Возможно, это связано с тем, что в этих почвах выше содержание гумуса (табл. 2). По данным некоторых авторов [3] цезий активно поглощается и задерживается именно органическим веществом почв.

Таблица 1 – Удельная активность радионуклидов в черноземах под различной растительностью

Радионуклид	Горизонт	Удельная активность ± Погрешность, Бк/кг		
		Минимум	Максимум	Среднее
Черноземы под травянистой растительностью				
¹³⁷ Cs	Ad	8,9 ± 0,9	11,3 ± 1,1	9,8 ± 1,0
	C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Черноземы под древесной растительностью				
¹³⁷ Cs	Ad	17,0 ± 1,7	85,8 ± 8,6	34,5 ± 3,5
	C	0,0 ± 0,0	8,6 ± 0,9	2,43 ± 0,2

Таблица 2 – Удельная активность ¹³⁷Cs и содержание гумуса в профиле черноземов под различной растительностью

Чернозем (вид растительности, номер разреза)	Горизонт	¹³⁷ Cs	Гумус, %
Травянистая, 1205	А пах.	9,7	4,68
	А п/п	2,2	3,99
	B1	0,0	2,67
	B2	0,0	2,03
	BC	0,0	1,21
	Cca	0,0	1,02
Древесная, 1203	Ad	21,3	7,60
	A1	2,7	4,82
	B1	2,8	4,21
	B2	2,4	2,97
	BC	3,5	1,73

В экранированных антропогенно-преобразованных почвах ¹³⁷Cs встречается по всей глубине профиля, в отличие от почв неэкранированных, где его активность приближается к нулю уже на глубине 20—30 см (табл.3). Вероятно, данный факт сопряжен с торможением в

экраноземах процессов поступления в почвенный слой радионуклидов, и, как следствие, отсутствием их миграция по профилю-

Таблица 3 – Удельная активность радионуклидов в антропогенно-преобразованных почвах

Радио- нуклид	Горизонт	Удельная активность ± Погрешность, Бк/кг		
		Среднее	Максимум	Минимум
Неэкранированные разности антропогенно-преобразованных почвах				
¹³⁷ Cs	Антропогенно-преобразованные горизонты	6,4 ± 0,6	16,4 ± 1,6	0,0 ± 0,0
	Гумусо-аккумулятивные горизонты	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Материнская порода	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Экранированные разности антропогенно-преобразованных почвах				
¹³⁷ Cs	Антропогенно-преобразованные горизонты	1,2 ± 0,1	8,6 ± 0,9	0,0 ± 0,0
	Гумусо-аккумулятивные горизонты	0,7 ± 0,1	8,9 ± 0,9	0,0 ± 0,0
	Материнская порода	2,0 ± 0,2	7,3 ± 0,7	0,0 ± 0,0

Исследование выполнено в рамках Инициативного научного проекта базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр 6.6222.2017/БЧ) с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП "Высокие технологии" Южного федерального университета.

Литература

- [1] Безуглова О. С., Горбов С. Н. Особенности урбопедогенеза в черноземной зоне // Материалы Международной конференции «Роль почв в биосфере и жизни человека». К 100-летию со дня рождения академика Г.В. Добровольского, к Международному году почв. Москва, 5—7 октября 2015. М., 2015. С. 156—157
- [2] Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В. Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2, 2016, с. 226-229
- [3] Юдинцева Е.В., Гулякин И.В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. – М.: Атомиздат. – 1968, с.124.
- [4] Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Abrosimov K.N., Skvortsova E.B., Tagiverdiev S.S., Morozov I.V. Physical Properties of Soils in Rostov Agglomeration // Eurasian Soil Science, 2016, Vol. 49, No. 8, pp. 898–907. ISSN 1064-2293.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

А.Г. Коровина, О.М. Кольцова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,

г. Воронеж, olga.roltsova.52@mail.ru

INFLUENCE OF TERM FERTILIZER AND AMELIORANTS APPLICATION ON ECOLOGIA OF LEACHED CHERNOZEM

A.G. Korovina, O.M. Koltsova

Voronezh State Agrarian University afte Emperor Peter the Great,

Voronezh, olga.roltsova.52@mail.ru

В современных экологических условиях первостепенное значение приобретает оценка воздействия деятельности человека на окружающую среду. Так как основой жизни человека является сельскохозяйственное производство, удовлетворяющее его пищевые и сырьевые потребности, то огромное значение имеет оценка воздействия различных агроприемов на агроэкосистемы и прилегающие к ним территории.

Наши исследования проводились в условиях стационарного опыта отдела химизации УНТЦ «Агротехнология» ВГАУ, заложенном в 1987 году на вариантах без применения удобрений (контроль абсолютный); контроль органический фон - 40 т/га навоза; органический фон +N₃₀P₃₀K₃₀; органический фон + дефекат, органический фон + CaCO₃ (карбонат кальция или отходный мел – отход Россошанского химкомбината по производству минеральных удобрений). Доза дефеката и карбоната кальция рассчитывалась по гидролитической кислотности и составляет 1,5 величину гидролитической кислотности (Н_г). Севооборот стационарного опыта включает следующие культуры: черный пар - озимая пшеница - сахарная свекла - вико-овсяная смесь - озимая пшеница - ячмень. Культура в опыте - ячмень, сорт Вакула. Навоз и мелиоранты вносились в черный пар один раз в ротацию севооборота, доза минеральных удобрений зависела от возделываемой культуры, так под ячмень она составила по 30 кг д.в. каждого элемента.

Оценка почвенных показателей в различных режимах использования чернозема выщелоченного по окончании 5-ой ротации севооборота показала сохраняющиеся значительные изменения баланса ионов водорода, кальция и магния в ППК по различным вариантам опыта. Так на пашне отмечается низкое содержание суммы поглощенных оснований и степени насыщенности, и рост концентрации ионов водорода. Отличаются только варианты с последствием дефеката и карбоната кальция, внесенных на фоне навоза, где рН_{KCl} находится на уровне близком к нейтральному 6,1-6,2, гидролитическая кислотность снизилась до 3,0-2,7, а сумма поглощенных оснований увеличилась до 32 мг-экв/100 г почвы в сравнении с контрольным вариантом. Только на мелиорированных вариантах степень насыщенности основаниями близка к норме для черноземных почв - 90%. Именно на этих вариантах достоверно увеличивается содержание гумуса, на 0,68 и 0,52% соответственно в сравнении с контролем (табл. 1).

Таблица 1. Изменение некоторых физико-химических свойств чернозема выщелоченного (2014-2016 гг., слой 0-20см)

Варианты определений	рН _{KCl}	Нг	S	V,%	Гумус,%
		мг-экв/100 г почвы			
Контроль абс.	5,4	5,0	27	85	3,71
Орг. фон	5,6	4,5	29	86	3,85
Орг. фон +NPK	5,2	5,4	26	80	3,70
Орг. фон +дефекат	6,2	2,7	32	92	4,39
Орг. фон + CaCO ₃	6,1	3,0	31	90	4,23

В настоящее время в виду значительного техногенного пресса на окружающую среду важное значение приобретает оценка и контроль содержания в пахотных почвах тяжелых металлов и радионуклидов, источниками которых, в частности, могут являться агрохимикаты, в том числе и кальцийсодержащие мелиоранты [1].

Исследования показывают, что применение минеральных, органических удобрений и мелиорантов незначительно повышает содержание подвижной формы свинца, меди и кадмия (табл. 2). Наблюдается повышение цинка на 3 и 4 вариантах, однако превышений ПДК ни на одном из вариантов не выявлено. По содержанию цинка и меди почвенные образцы относятся к низким, что свидетельствует о необходимости повышения их содержания, частично эту роль выполняет дефекат и минеральные удобрения.

Таблица 2. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов по вариантам опыта (2014-2016 гг., 0-20см)

Варианты	Элементы, мг/кг почвы			
	Cu	Zn	Pb	Cd
Контроль абс.	0,10	0,37	1,47	0,20
Орг. фон	0,10	0,20	1,73	0,21
Орг. фон +NPK	0,18	0,38	1,17	0,22
Орг. фон + дефекат	0,13	0,69	1,12	0,20
Орг. фон + CaCO ₃	0,14	0,65	1,10	0,21
ПДК	3,0	23,0	6,0	0,5-0,7

Как видно, увеличение подвижной формы кадмия и меди происходит в случае применения минеральных удобрений, свинца от органических, а цинка на варианте с дефекатом и карбонатом кальция. Минимальное содержание подвижной формы тяжелых металлов, кроме цинка, наблюдается на мелиорированных вариантах. Эти зависимости сохраняются под всеми культурами севооборота, то есть они достаточно стабильны в течение всей ротации, что можно объяснить, скорее, свойствами самого чернозема.

Полученные данные показывают, что протекторная функция гумуса, органических удобрений и кальция, содержащегося в мелиорантах, хорошо выражена.

Установлено инактивирующее влияние гумусовых кислот по отношению к тяжелым металлам, которые можно рассматривать, как аккумулирующие вещества тяжелых металлов в почвах. Но одновременно с этим происходит уменьшение их биодоступности, связанное с образованием нерастворимых гуматов.

Гумусовыми кислотами максимально поглощается свинец и медь, что свидетельствует об их высокой комплексообразующей способности и повышенному сродству тяжелых металлов к реакционным центрам гумусовых кислот. Доля цинка и кадмия, инаktivированная гумусовыми кислотами, значительно меньше, чем свинца и меди, что очевидно это связано со слабым сродством этих металлов к гумусовым кислотам. По содержанию металлов в гумусовых кислотах в нашем опыте выстраивается следующий ряд поглощений: Pb>Cu>Zn>Cd, что соответствует ряду сорбируемости гумусом Банерджи. Возникновение конкуренции между тяжелыми металлами связано с химическими свойствами металлов и особенностями строения гумусовых кислот [2].

Оценка экологического состояния пахотных почв может проводиться по показателю токсичности, что может служить дополнительным диагностическим показателем воздействия на почву и качество получаемой продукции различных агроприемов [3]. В наших исследованиях биотестом служили семена редиса. Как видно из данных таблицы 3, на всхожесть ни один из вариантов опыта не оказал токсичного воздействия. Тогда как отрастание корня было различным, и первостепенное значение здесь отводится величине кислотности. Максимальная длина корня отмечена на варианте внесения дефеката по органическому фону, где кислотность наименьшая – 144%, близким к нему был вариант с внесением карбоната кальция - 131. Самое низкое отрастание корня – 106% по отношению к контролю наблюдалось на варианте внесения минеральных удобрений по органическому фону, где отмечена и наибольшая кислотность.

Таблица 3. Определение токсичности чернозема выщелоченного на различных вариантах опыта (2016 г., 0-20 см)

Варианты опыта	Длина корня, мм			Всхожесть	
	общая	средняя на 1 семя	% к контролю	Кол-во штук	% к общему кол-ву
Пашня (контроль)	369	16	100	25	100
Орг. фон	429	18	112	25	100
Орг. фон + NPK	419	17	106	25	100
Орг. фон + дефекат	584	23	144	25	100
Орг. фон + CaCO ₃	523	21	131	25	100

Результирующим показателем для сельскохозяйственного производства является урожайность сельскохозяйственных культур, данные по которой приводятся в таблице 4.

Урожайность ячменя колеблется по годам исследований, что связано с неодинаковыми погодными условиями, в частности, первые два года характеризовались высокой засушливостью, а последний – 2016 г., нормальным увлажнением. Более низкая урожайность мелиорируемых вариантов по сравнению с удобрённым объясняется «сработанностью» органических удобрений и мелиорантов, т.к. они вносятся в чёрный пар один раз в ротацию севооборота, а ячмень – это шестая культура, тем не менее, за счет мелиорантов формируется более 3 ц/га зерна ячменя.

Таблица 4. Урожайность ячменя по годам исследований

Вариант опыта	2014 г.		2015 г.		2016 г.	
	ц/га	прибавка	ц/га	прибавка	ц/га	прибавка
Контроль	13,4		19,5		21,5	
Орг. фон	14,8	1,4	20,0	0,5	23,0	1,5
Орг. фон + NPK	22,2	8,8	27,2	7,7	30,2	8,7
Орг. фон + дефекат	18,0	4,6	23,7	4,2	25,7	4,2
Орг. фон + CaCO ₃	18,2	4,8	23,1	3,6	26,1	4,6
НСР _{0,95} , ц/га	1,45		2,52		2,55	

Таким образом: 1) В проведенной нами работе выявлены критические точки (параметры почвенно-поглощающего комплекса), влияющие на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, и на этой основе возможно прогнозирование урожайности основных культур и программирование возможности получения стабильных урожаев с хорошим качеством продукции в современных экологических условиях на черноземах выщелоченных ЦЧЗ. 2) Индикация состояния почвенно-биотического комплекса на различных вариантах возможна на основе тест-объекта. Данная методика позволяет без затрат и в короткие сроки определить токсичность почвы с различным прогнозом урожайности возделываемых культур.

Литература

- [1] Аржанова В.С. Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы / В.С. Аржанова, П.В. Елпатьевский // Мат-лы 2-й Всесоюзной конференции. - М., 1988. - Ч.1. - С.197-201.
- [2] Кольцова О.М. Экологические функции гумуса черноземных почв / О.М. Кольцова, А.В. Кочетков // Экология Центрально-Черноземной области РФ. - Липецк, 2007. - №1 (18). - С.68-71.
- [3] Минеев В.Г. Биотест для определения экологических последствий применения химических средств защиты растений / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе, Л.П. Воронина // Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. - №7. - С.16-20.

УДК 631.41(571.1)

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ПОЛЯРНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ
ЭРОЗИОННО ОПАСНОГО СКЛОНА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.С. Крутень*, Т.В. Нечаева**, С.Л. Быкова*

*Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск,
valentain_bai@mail.ru

**Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, taya_@inbox.ru

CHANGES IN FERTILITY OF THE CHERNOZEM SOILS ON EROSIONALLY HAZARDOUS
SLOP OF POLAR EXPOSITIONS IN THE SOUTH OF THE WEST SIBERIA

V.S. Kruten*, T.V. Nechaeva**, S.L. Bykova*

*Novosibirsk State Agrarian University

**Institute of Soil Science and Agrochemistry Siberian Branch Russian Academy of Science

На юге Западной Сибири черноземные почвы занимают более 25 млн га и являются наиболее ценными для нужд сельского хозяйства. В тоже время эти почвы более уязвимы в отношении эрозионных процессов в сравнении с черноземами европейской части России, что связано с меньшей мощностью гумусового горизонта почв и повышенной интенсивностью эрозии вследствие континентальности климата [5, 7]. Поэтому цель настоящей работы – сравнить плодородие почв полярных экспозиций эрозионно опасного склона на основе агрохимических показателей, структуры и качества зерновой продукции в условиях экстенсивного землепользования на юге Западной Сибири.

Территория исследования геоморфологически относится к Предсалаирской дренированной равнине, административно – к Тогучинскому району Новосибирской области. В эрозионном отношении – это потенциально сильно опасный район [5].

На эрозионно опасном покатом склоне были выделены участки с несмытыми и слабосмытыми (далее смытыми) почвами: (1) темно-серая лесная (СЛ^т) северо-западной экспозиции и (2) чернозем выщелоченный (Чв) юго-восточной экспозиции. Мощность гумусового горизонта ($A_{\text{пах.}} + A_2B$) несмытой СЛ^т составила 44 см, смытой почвы – уменьшилась до 30 см. Мощность гумусового горизонта ($A_{\text{пах.}} + AB$) несмытого Чв составила 45 см, смытого чернозема – уменьшилась до 35 см. На момент исследования участки склона были заняты яровой пшеницей.

Показатели гумусного состояния почв по содержанию и запасам гумуса в слое 0-20 см [1, 4] на склоне северо-западной экспозиции с СЛ^т характеризуются средним уровнем (4-6 % и 100-150 т/га) независимо от смытости почв; на склоне юго-восточной экспозиции с Чв несмытая почва характеризуется высоким уровнем гумусного состояния (6-10 % и 150-200 т/га), смытая почва – средним уровнем (табл. 1). В почвах склона юго-восточной экспозиции по сравнению с северо-западной, с одной стороны, содержание и запасы гумуса были выше, с другой стороны, потери гумуса от водной эрозии также были более значительными. Так, на склоне северо-западной экспозиции с СЛ^т запасы гумуса в слое 0-40 см несмытой почвы составили 253 т/га, в смытой почве – снизились на 16 %. На склоне юго-восточной экспозиции с Чв запасы гумуса в слое 0-40 см несмытой почвы составили 351 т/га, в слабосмытой почве – снизились на 29 %.

Содержание валового азота ($N_{\text{вал.}}$) в почвах склона изменялось в соответствии с содержанием в них гумуса (табл. 1). В целом содержание $N_{\text{вал.}}$ в почвах склона были ниже средних значений (0,50-0,88 %), характерных для пахотного слоя неэродированных черноземных почв Западной Сибири [1]. На склоне северо-западной экспозиции с СЛ^т запасы $N_{\text{вал.}}$ в слое 0-40 см несмытой почвы составили 9,4 т/га, в смытой почве – снизились на 28 %. На склоне юго-восточной экспозиции с Чв запасы $N_{\text{вал.}}$ в слое 0-40 см несмытой и смытой почв были примерно одинаковыми и составили 9,8 т/га.

Для почв Западной Сибири характерна высокая обогащенность гумуса азотом (C:N равно 9,2-11,6), нейтральная или слабокислая реакция среды [1]. В исследованных почвах обогащенность гумуса азотом очень низкая [4], что указывает на выпаханность почв склона.

Реакция среды близкая к нейтральной для почв северо-западной экспозиции и нейтральная для почв юго-восточной экспозиции (табл. 1).

Таблица 1. Параметры потенциального плодородия почв склона

Глубина, см	Экспозиция склона и почва			
	северо-западная		юго-восточная	
	несмытая СЛГ	смытая СЛГ	несмытый Чв	смытый Чв
Гумус: содержание (%) / запасы (т/га)				
0-20	5,71 / 148	4,92 / 124	10,60 / 173	6,26 / 133
20-40	3,91 / 105	3,13 / 88	8,70 / 178	4,97 / 114
Азот валовой: содержание (%) / запасы (т/га)				
0-20	0,21 / 5,4	0,16 / 4,1	0,31 / 5,0	0,26 / 5,6
20-40	0,15 / 4,0	0,09 / 2,6	0,24 / 4,8	0,18 / 4,2
C:N (молярное) / рН _{H2O}				
0-20	18,8 / 5,61	20,4 / 5,71	23,3 / 6,50	16,2 / 6,50
20-40	17,7 / 5,94	22,8 / 5,91	24,9 / -	18,6 / -

Примечание. СЛГ – темно-серая лесная, Чв – чернозем выщелоченный (здесь и далее). Прочерк – нет данных.

Основная доля (около 70 %) в структуре посевных площадей Сибири принадлежит зерновым культурам, среди которых преобладает яровая пшеница (75-80 %) [3]. Характерной особенностью современного земледелия региона – преобладание безотвальных, в основном мелких обработок почв, а так же общий низкий объем применения минеральных удобрений и средств защиты растений. Средняя урожайность яровой пшеницы за относительно благоприятные по климатическим условиям 2000-2013 гг. в лесостепи Западной Сибири составила 1,50 т/га, а в Новосибирской области – 1,47 т/га [2].

Наибольшая масса снопа и масса зерна в снопе были отмечены на несмытых почвах (СЛГ и Чв) склона полярных экспозиций и были примерно одинаковыми (рисунок). На смытых почвах масса снопа и масса зерна в снопе снизились и наиболее существенно на склоне северо-западной экспозиции с СЛГ почвами – в 2,8 и 3,8 раза соответственно.

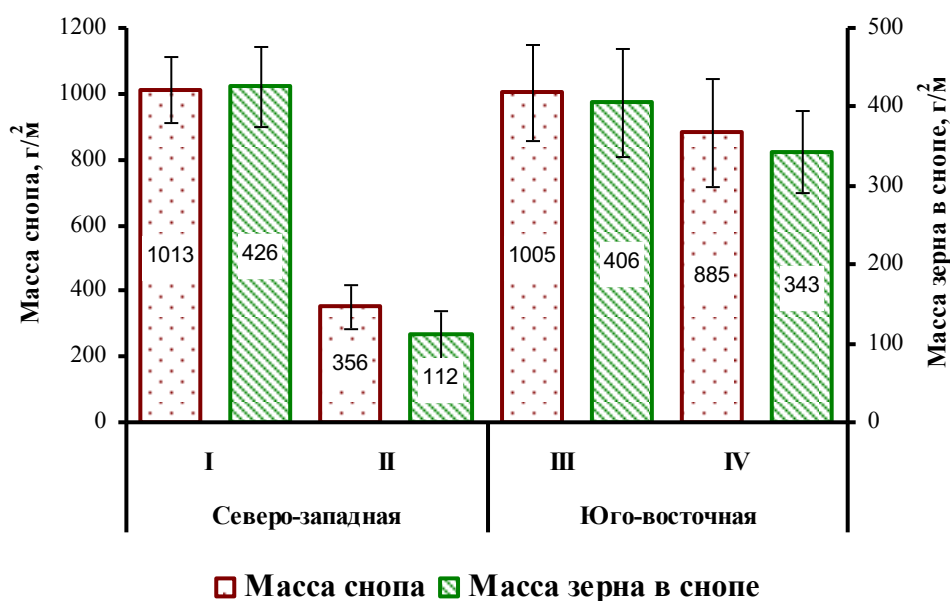


Рисунок 1. Структура урожая яровой пшеницы на почвах склона полярных экспозиций: I – несмытая СЛГ, II – смытая СЛГ, III – несмытый Чв, IV – смытый Чв. Представлены среднее и стандартное отклонение ($M \pm s$) при общем объеме выборки $n = 24$.

Среднее содержание азота (N) в зерне и соломе яровой пшеницы составляет 2,5 и 0,65 % [6]. В проведенном исследовании содержание азота в зерне и соломе пшеницы на почвах склона было низким (табл. 2). Существенных различий по влиянию смывности почв на содержание в зерне и соломе яровой пшеницы азота установлено не было. В тоже время на почвах склона юго-восточной экспозиции в сравнении с северо-западной содержание азота в продукции было ниже.

Таблица 2. Содержание азота в яровой пшенице на почвах склона полярных экспозиций, % на сухую массу

Продукция	Экспозиция склона и почва			
	северо-западная		юго-восточная	
	несмытая СЛГ	смытая СЛГ	несмытый Чв	смытый Чв
Зерно	1,27 ± 0,15	1,38 ± 0,24	1,01 ± 0,11	1,05 ± 0,09
Солома	0,34 ± 0,08	0,35 ± 0,06	0,22 ± 0,03	0,27 ± 0,04

Согласно результатам исследований, можно сделать следующие выводы:

1. На юго-восточной экспозиции склона с черноземами выщелоченными (Чв) складываются наиболее благоприятные условия потенциального питания растений в слое 0-40 см, чем на северо-западной экспозиции склона с темно-серыми лесными почвами (СЛГ). В смытых почвах склона полярных экспозиций показатели плодородия ухудшаются. Эрозия на склоне юго-восточной экспозиции по сравнению с северо-западной приводит к более значительному снижению содержания и запасов гумуса, валового азота.

2. Показатели гумусного состояния почв на склоне северо-западной экспозиции с СЛГ характеризуются средним уровнем по содержанию и запасам гумуса в слое 0-20 см независимо от смывности почв. На склоне юго-восточной экспозиции с Чв несмытая почва характеризуется высоким уровнем гумусного состояния, смытая почва – средним уровнем. Обогащенность гумуса азотом, судя по соотношению C:N, очень низкая независимо от смывности почв и экспозиции склона.

3. Наилучшие показатели структуры урожая яровой пшеницы (масса снопа и масса зерна в снопе) были получены на несмытых почвах. В смытых почвах показатели структуры урожая пшеницы снижались и наиболее существенно на темно-серой лесной почве склона северо-западной экспозиции. Содержание азота в зерне и соломе пшеницы низкое, особенно для зерновой продукции, выращенной на почвах склона юго-восточной экспозиции.

Литература

- [1] Агрохимические свойства почв и эффективность удобрений / Гамзиков Г.П., Ильин В. Б., Назарюк В.М. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 254 с.
- [2] Власенко А.Н., Шоба В.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 26-28.
- [3] Гамзиков Г.П., Носов В.В. Роль элементов питания в повышении урожайности яровой пшеницы в Сибири // Питание растений. – 2010. – № 1. – С. 7-11.
- [4] Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918-926.
- [5] Танасиенко А.А. Эродированные черноземы юга Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1992. – 152 с.
- [6] Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
- [7] Якутина О.П., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В. Изменение плодородия оподзоленного чернозема в результате водной эрозии на юге Западной Сибири // Плодородие. – 2014. – № 1(76). – С. 21-23.

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНОРОДНОЙ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ
ЦЕЛЕЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МАТВЕЕВО-КУРГАНСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ
ОБЛАСТИ)

А.А. Меженков

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, aotpo.nfhfolpc@yandex.ru

APPLICATION OF DIFFERENT SOIL-GEOGRAPHICAL INFORMATION FOR THE
AGRICULTURAL ASSESSMENT OBJECTIVES OF AGRICULTURAL LAND USES (ON THE
EXAMPLE OF MATVEEVO-KURGAN DISTRICT OF THE ROSTOV REGION)

A.A. Mezhenkov

Southern Federal University, Rostov-on-Don

Использование методов цифровой почвенной картографии и моделирования позволяют с высокой степенью точности проводить агроэкологический мониторинг на основе накопленных разнородных почвенных данных [3]. Объектом картографирования послужили показатели потенциального почвенного плодородия хозяйства “Мир” Матвеево-Курганского района Ростовской области (РО), взятые с целью проведения агроэкологической оценки земель хозяйства на основе этих данных. Выбор объекта оценки был обусловлен наиболее полным, в сравнении с прочими архивными материалами обследования Матвеево-Курганского района РО, набором информации о физико-химических и морфометрических показателях почвенных разностей.

Для целей ведения агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения, архивные материалы крупномасштабного почвенного обследования хозяйства были векторизованы, а субстантивные данные результатов физико-химических анализов и морфологического описания почвенных разрезов были подготовлены для последующего импорта в геоинформационную систему. Векторизация архивных данных почвенного обследования выполнена на основе методики, разработанной на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ, с привлечением пространственных данных из открытых источников и программных продуктов с открытым исходным кодом [2]. Атрибутивные данные цифровой почвенной карты были приведены в соответствие с классификацией почв 1977 г.: проведена корреляция между местными названиями и наименованием почв по классификации 1977 г., убраны неоднозначные и устаревшие наименования почвенных разностей. В качестве метода интерполяции был выбран метод обратно взвешенных расстояний. Анализ интерполяционных карт и создание карт по запасам гумуса проводились с применением метода растрового анализа - “Алгебра растров”.

Рельеф хозяйства представляет собой наклонную равнину, что обуславливает значительное распространение здесь плоскостной водной эрозии [1]. Почвенный покров хозяйства представлен черноземами обыкновенными (североприазовскими) с разной степенью проявления плоскостной водной эрозии, лугово-черноземными почвами, луговыми почвами, солончаками гидроморфными, лугово-болотными и болотными почвами, а также почвами балок и дерново-намытыми почвами [5].

На основе оцифрованных материалов с помощью пакета программ ArcGis 10.1 сформирована серия интерполяционных карт показателей потенциального почвенного плодородия, в частности: содержания гумуса, мощности гумусовых горизонтов, плотности слоения почвенных горизонтов. Сформированы карты по запасам гумуса каждого почвенного горизонта и интегральная карта запасов гумуса для всего почвенного профиля. Минимальное значение для запасов гумуса в хозяйстве “Мир” составляет 77 т/га, максимальное значение - 116 т/га.

Выполнен расчет значений запасов гумуса для земельных участков хозяйства “Мир”. Площадь участков с запасами гумуса от 81 до 100 т/га составляла 71%, более 10 т/га - 28,9%

от общей площади хозяйства (8763 га). Участков с запасами гумуса менее 80 т/га практически не было (0,1%).

На основе данных агрохимического обследования хозяйства "Мир" за 2013 год [4] были рассчитаны средневзвешенные значения для таких показателей как содержание гумуса, содержание подвижного фосфора и калия. Средневзвешенное значение по содержанию гумуса для полей хозяйства "Мир" составляет 3.99 %, по подвижному фосфору - 27.6 мг/кг по подвижному калию - 389 мг/кг.

Литература

- [1] Безуглова О.С., Хырхырова М.М. Почвы Ростовской области: учебное пособие. Ростов-н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. - 352 с.
- [2] Голозубов О.М. "Принципы создания почвенно-географического электронного атласа Ростовской области как многофункциональной справочно-аналитической системы" - Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Научный руководитель д.б.н. профессор Крыщенко В.С.: Москва, 2013; 150 с.
- [3] Кирюшин В.И. Агроэкологический мониторинг земель, новые требования и методология// Известия ОГАУ. 2007. №15-1
- [4] Материалы агрохимического обследования Матвеево-Курганского района Ростовской области за 2013 год (ФГБУ ГЦАС "Ростовский")
- [5] Материалы крупномасштабного почвенного обследования Ростовской области. ЮжГИПРОЗЕМ, 1955-1991 гг.

УДК 631.412

ИЗМЕНЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ МОЧЕВИНЫ И ГУМАТА КАЛИЯ

Т.В. Минникова., Г.В. Баранова, Т.В. Денисова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, loko261008@yandex.ru

CHANGE OF REDOX POTENTIAL OF THE PETROPOLLUTED CHERNOZEM OF THE ROSTOV REGION AFTER THE IMPORTATION OF UREA AND THE HUMATE OF THE POTASSIUM

T.V. Minnikova., G.V. Baranova, T.V. Denisova

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail loko261008@yandex.ru

При попадании нефти в почву ряд физико-химических, а значит и биохимических характеристик почвы изменяется. Нефть по своему составу, как известно, состоит из углеводородов различного строения и смолисто-асфальтеновых веществ. Наибольшее токсическое действие на живые организмы оказывает легкая фракция нефти. Она состоит преимущественно из низкомолекулярных алканов, циклопарафинов и ароматических углеводородов. Именно благодаря своей структуре эти углеводороды лучше растворимы в воде, легко проникают в клетки организмов через мембраны. Многими исследователями показано острое токсическое действие нефти на микробоценоз и ферментативную активность почв [1, 2, 3, 4].

При нефтезагрязнении индикатором нарушения биохимических процессов является усиление эмиссии CO₂, численности нефтеразрушающих бактерий и ферментативной активности почвы. Окислительно-восстановительный потенциал почв тесно связан с увлажнением и аэрацией почв, содержанием органического вещества и температурой, при которой протекают биохимические реакции. Изменение окислительно-восстановительного потенциала способствует смене направленности и интенсивности течения процессов трансформации растительных и животных остатков, т.е. процессам гумификации и минерализации. При нормальных условиях значение ОВП в черноземах варьируется в

диапазоне 350-400 мВ. В случае такой техногенной нагрузки как нефтезагрязнение, потенциал снижается, что негативно влияет на биохимические процессы в почве. Снижение ОВП приводит к разложению соединений азота – денитрификации. Процесс денитрификации в почве может привести к нарушению равновесия между содержанием азота (N) и углерода (C), что влечет изменение биохимического состояния. Применение ремедиантов должно способствовать оптимизации окислительно-восстановительных процессов в почве, что ранее показано в работах [5, 6], а значит и восстановлению окислительно-восстановительного потенциала.

Цель - оценить изменение окислительно-восстановительного потенциала нефтезагрязненного чернозема после внесения мочевины и гумата калия.

Объект исследования - чернозем обыкновенный карбонатный. Образцы почвы отобраны из пахотного горизонта (Апах, 0-10 см). Место отбора – Ботанический сад Южного федерального университета. Окислительно-восстановительный потенциал оценивали потенциометрическим методом с использованием анализатора ORP Hanna 98120 [7].

При измерении ОВП в течение 30 суток в незагрязненной почве (контроле) получено значение ОВП с 301,6 мВ в начале эксперимента, до 273,3 мВ в конце эксперимента (рис.). Пики увеличения ОВП отмечены 13 и 15 марта на 7-8% от закладки эксперимента. Это вероятно обусловлено изменением температуры и влажности почв.

По сравнению с контролем показано снижение ОВП на 26% при внесении нефти. Но ОВП нефтезагрязненных почв мало изменялся в течение периода наблюдения: в начале исследования 223,9 мВ, а в конце исследования – 252,0 мВ. В течение этого периода наблюдали снижение ОВП до 213,1 и 221,8 мВ в середине наблюдаемого периода – 6 и 9 марта, что, вероятно, обусловлено незначительным колебанием условий протекания окислительной реакции.

При изучении влияния ремедиантов на ОВП незагрязненной почвы показано, что мочевина за 30 суток наблюдения снижает ОВП с 184,8 до 162,8 мВ (на 12%). Вероятно, такой процесс можно обусловить разложением мочевины и ингибированием протекания окислительных процессов в почве продуктами распада мочевины. Напротив, при внесении гумата калия за 30 суток происходило увеличение ОВП с 268,9 до 313,5 мВ (на 14%). Усиление ОВП при внесении гумата калия, вероятно, обусловлено тем, что гуматы относят к редокс-полимерам, что обуславливает перенос или «обмен» электронами с находящимися в контакте с ними реакционными ионами или молекулами [8].

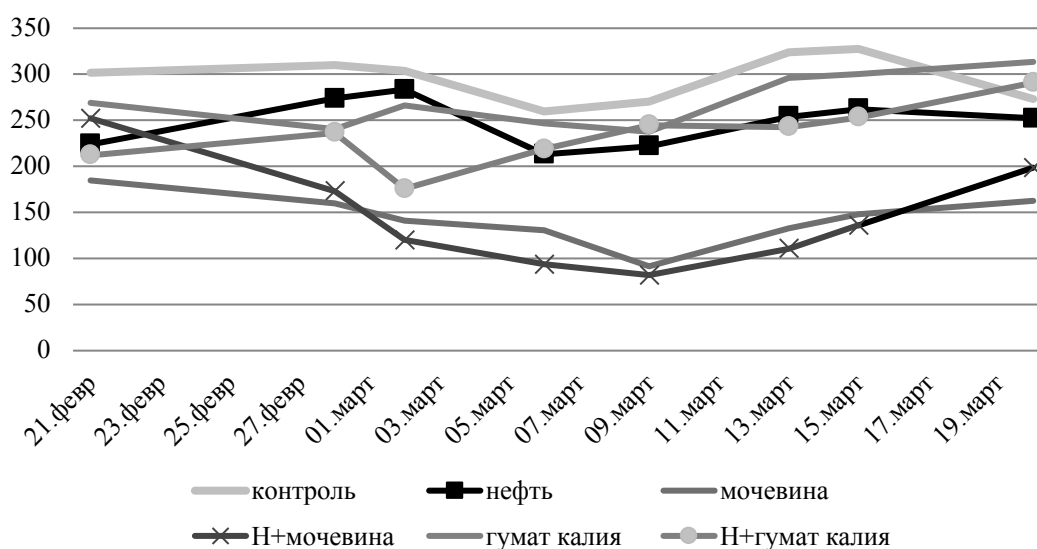


Рисунок 1. Изменение окислительно-восстановительного потенциала за 30 суток экспозиции при внесении мочевины и гумата калия, мВ

При внесении мочевины в нефтезагрязненный чернозем показатель ОВП на 30-е сутки снижается на 21% по сравнению с первоначальным показанием. В течение периода наблюдали существенное снижение ОВП на 82,0 и 93,9 мВ (62-67%) с постепенным увеличением до 198,7 мВ. При внесении гумата калия в нефтезагрязненный чернозем показано увеличение ОВП выше контроля за аналогичный период (30 суток) на 6%, по сравнению с нефтезагрязнением на 13%. За наблюдаемый период при внесении гумата калия в нефтезагрязненный чернозем показано увеличение ОВП на 26% относительно первых суток наблюдения.

Ранее в наших работах было показано, что гумат калия оказывает благоприятное влияние на активность окислительно-восстановительных ферментов, фитотоксичность почв, содержание нитратов, как при самостоятельном внесении, так и в комплексе с глауконитом и Dor-Uni [5, 6, 9, 10]. В целом, можно отметить, что при внесении гумата калия в нефтезагрязненную почву наблюдали положительную динамику к восстановлению ОВП до контрольного значения, что вероятно связано с активизацией окислительных процессов в почве, медиатором которых служит именно гумат калия. Гуматы - природные динамичные обратимые окислительно-восстановительные системы, способные выступать в качестве потенциалопределяющих образований. Вероятно, что при внесении гумата в почву с нефтью ОВП повысился до исходного (контроля) именно за счет восстанавливающих свойств, специфических соединений гумата калия. Интенсификация процессов окисления гуматами нефти содержащейся в почве, привела к увеличению показателя ОВП и тенденции к восстановлению плодородия почвы.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/БЧ) и Президента Российской Федерации (МК-326.2017.11, НШ-9072.2016.11).

Литература

- [1] Ефремова С.Ю., Шарков Т.А., Аваков М.С. Разработка экологически безопасного и высокоэффективного способа рекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс № 4 (32) 2016 С. 48-54
- [2] Сулейманов Р.Р., Абдрахманов Т.А., Жаббаров З.А., Турсунов Л.Т. Ферментативная активность и агрохимические свойства лугово-аллювиальной почвы в условиях нефтяного загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. Т. 10. № 2. С. 292-296.
- [3] Колесников С.И., Казеев К.Ш., Татосян М.Л., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2006. № 5. С. 616-620.
- [4] Воеводина Т.С., Русанов А.М., Васильченко А.В. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного южного Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета 2015 № 10 (185) С. 157-161.
- [5] Минникова Т.В., Баранова Г.В., Денисова Т.В., Колесников С.И. Влияние мелиорантов различной природы на активность каталазы нефтезагрязненной почвы // В сборнике: Биодиагностика и оценка качества природной среды: подходы, методы, критерии и эталоны сравнения в экотоксикологии Материалы международного симпозиума и школы. 2016. С. 375-377.
- [6] Макевнина С.В., Минникова Т.В. Оценка активности инвертазы и каталазы нефтезагрязненного чернозема при внесении глауконита и гумата калия // ЛОМОНОСОВ-2017 тезисы докладов XXIV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2017. С. 31-32.
- [7] Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2016. 356 с.
- [8] Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование/ Под ред. Е. И. Ермакова. — СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2004. — 248 с.

[9] Минникова Т.В., Баранова Г.В. Влияние мелиорантов на интенсивность гумификации чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью // Почва и устойчивое развитие государства Материалы Международной научной конференции "XX Докучаевские молодежные чтения", посвященной Году экологии-2017 в России. Под. ред. Б.Ф. Апарина. 2017. С. 252-253.

[10] Минникова Т.В., Шишко Н.Ю., Архипова К.А. Оценка биологической активности нефтезагрязненных черноземов после применения глауконита и гумата калия // Проблемы природоохранной организации ландшафтов Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 282-287.

УДК 631.42

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕКИ ЯУЗА

О.А. Пискарева

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

ENVIRONMENTAL SOIL CONDITION ASSESSMENT OF THE COASTAL ZONE OF THE YAUZA RIVER

O. A. Piskareva

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, firstredfox@mail.ru

Аннотация. Почва является компонентом природно-антропогенной комплекса благодаря своему взаимодействию с прочими средами жизни. Ухудшение ее экологического состояния может быть связано не только с прямым воздействием на нее, но и с косвенным - загрязнением воздуха и воды.

Цель исследования: оценить экологическое состояние почвы прибрежной зоны реки Яуза.

Задачи: анализ качества речной воды и загрязненности атмосферного воздуха прибрежной зоны; выявление антропогенной нагрузки на изучаемую территорию;

Материалы и методика. Для проведения работы была выбрана определенная часть прибрежной зоны р. Яуза в районе парка "На Заповедной" общей протяженностью 2 км. Данная территория была разделена на 3 исследуемых участка: "до моста" (1), "за мостом" (2), "после моста", место впадения р. Чермянка (3). (рис.1)

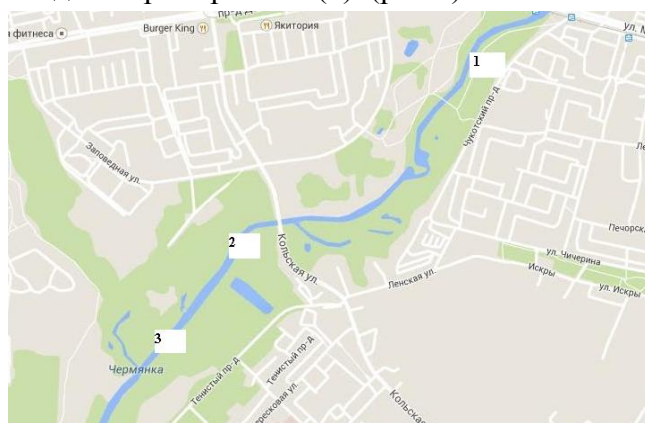


Рисунок 1. Карта района исследования.

Оценка качества воды производилась органолептическим и химическим методами. Забор воды проводился 25.10.14г.(12:00-13:20), 10.01.15г.(11:54-13:10) и 1.11.15г.(11:00-12:30). Химический анализ образцов осуществлялся в лаборатории с помощью полосок-индикаторов и реактивов. Органолептические показатели были определены по методикам полевого экологического практикума. [1]

Состояние атмосферного воздуха оценивалось методом лишеноиндикации. На каждом участке опыта было выбрано по семь деревьев одного вида (*Salix fragilis*) и приблизительно

одного возраста, на которых определялось видовое разнообразие и степень поверхностного покрытия лишайников (метод сеточек-квадратов). [5]

Результаты. Проведя оценку ландшафта прибрежной зоны р. Яуза с помощью метода лишайноиндикации было отмечено малое видовое разнообразие лишайников, представленное в основном листовыми формами (*Parmelia sp.*, *Xanthoria parietina*). Индекс чистоты атмосферы составил 8 баллов, что говорит о значительном загрязнении воздуха изучаемой территории. [4]

Органолептический метод анализа на ранних стадиях исследования выявил сильное загрязнение затрагиваемого в работе водного объекта. Воде присущ гниlistый, болотный, плесневый запах и характерная муть, вызванная присутствием тонкодисперсных примесей. Дно засорено органическим и бытовым мусором.

Химический метод анализа подтвердил данные, полученные органолептически. Значения водородного показателя (pH) не превосходят допустимой нормы для водоемов хозяйственного, питьевого, культурно-бытового назначения (6,5-8,5), но можно отметить, что они достаточно высоки на всех участках независимо от сезона. Содержание нитритов в пробах воды за 2014г. превышает ПДК (для NO² - 3, 3 мг/л), но с течением времени величина данного показателя приближается к норме. Изменение всех параметров качества воды предположительно связано с разным количеством атмосферных осадков в момент проведения опыта. В изучаемых образцах не было отмечено наличие хлоридов. Жесткость воды колеблется от средней до сильно жесткой. (табл.1)

Таблица 1. Химический анализ проб воды

Показатели	25.10.14г.			10.01.15г.			1.11.15г.		
	1 участок	2 участок	3 участок	1 участок	2 участок	3 участок	1 участок	2 участок	3 участок
NO ₂	25	25	100	0	1	0	1	0	5
NO ₃	1	1	5	10	10	10	25	25	50
GH	16	8	8	8	16	8	8	16	8
KH	10-15	10	15	15	15	15	10	15	15
pH	8	7,6	8	7,4	8	7,6	8	8	7,6
Cl ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0

В ходе химических реакций было выявлено некоторое содержание свинца (%) на всех трех участках (2014г): 1 участок – 0,5 ; 2 – 0, 12; 3– 0,01 при предельно допустимой норме 0,03 %. [6]

Выводы: суммируя все полученные данные анализа проб воды и чистоты атмосферного воздуха исследуемой территории, можно предположить значительное воздействие воздушной и водной сред на экологическое состояние почвы и, в связи с этим, ее загрязнение; выявлена сильная антропогенная нагрузка на прибрежную зону р. Яуза как рекреационного ресурса.

Литература

[1] А.А. Семенова. Полевой практикум по экологии: Учебное пособие для студентов вузов и учащихся старших классов.– М.: Тайдекс Ко, 2003. – 144с.

- [2] А.Г. Муравьев. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: Учебно-методическое пособие.-СПб.: Крисмас+,2000. - 128с.
- [3] Л.Г. Бязров. База данных для определения Индекса Чистоты Атмосферы по показателям эпифитной лишайнобиоты на участках присоединенной в 2012 г. к Москве территории как «точка отсчёта» для долговременного мониторинга качества воздушной среды //URL:http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_index_of_air_quality.doc.
- [4] Н.С. Голубкова. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. М.-Л.: "Наука", 1966.(<http://www.ecosystema.ru/04materials/guides/03lich.htm>)
- [5] Ю.А. Пчёлкин. Популярная лишайнология. – М.:МГСЮН,2006. - 44с.
- [6] <http://www.gosthelp.ru/text/GN21568998Predelnodopusti.html>

УДК 633.31/.37:579.64

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРО-МАГНИТНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИГНАЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРИМЕРЕ КОРНЕВОЙ ЭКССУДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И САХАРОВ В МИКРОБНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОСИСТЕМАХ

Я.В. Пухальский*, Н.И. Воробьев*, А.И. Шапошников*, О.В. Свиридова*, А.А. Белимов*,
В.Н. Пищик**, С.Ю. Толмачев ***

*ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург, jankiss88@gmail.com

**ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург, veronica-bio@rambler.ru

***Научная школа «Инновационные экологические технологии», Москва, s_u_tolm@mail.ru
TECHNOLOGY OF ELECTROMAGNETIC CONTROL OF SIGNAL PROCESSES ON THE
EXAMPLE ROOT EXTRACTION OF ORGANIC ACIDS AND SUGARS IN MICRO-
VEGETATIVE BIOSIES

Y.V. Puhalsky*, N.I. Vorobyov*, A.I. Shaposhnikov*, O.V. Sviridova*, A.A. Belimov*, V.N.
Pishchik**, S.Y. Tolmachev***

*All-Russian Research Institute for Agricultural Microbiology, Saint-Petersburg,
jankiss88@gmail.com

**Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, veronica-bio@rambler.ru

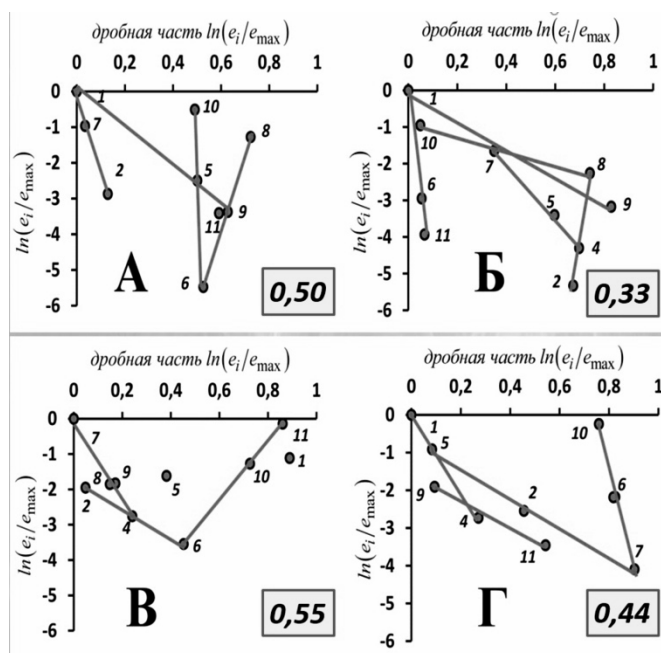
***Scientific School "Innovation ecological technologies", Moscow, s_u_tolm@mail.ru

Особую роль в повышении плодородия почв играют зернобобовые культуры. Симбиоз микроорганизмов с бобовыми растениями направлен на превращение молекулярного азота в минеральные формы и обогащение генными элементами почв [10]. Обогащение почв происходит при вегетации растений, корни которых, путём экссудации выделяют в ризосферу сложные смеси низкомолекулярных органических веществ, состоящих из аминокислот, органических кислот и сахаров [4]. Последние две группы экзометаболитов являются легкодоступными источниками питания для почвенных микроорганизмов, играющих важную роль в плодородии почвы и питании растений. Интенсивность обмена веществами растений и микроорганизмов сопровождается обменом сигнальных молекулами по сетям микробно-растительных систем и зависит от почвенно-экологических условий. Изучение физико-химических факторов, ингибирующих эти процессы на примере магнитных полей сложной конфигурации, является актуальной задачей на сегодняшний день.

В нашем исследовании мы изучали микробно-растительную систему, состоящую из штамма бактерий *Sphingomonas sp.* K1B – активного продуцента фитогормонов ауксинов [9] и растения гороха сорта *Софья* [6], развивающуюся в условиях гидропонной культуры в стерильных гнотобиотических системах, содержащих питательный раствор (мл/л): $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ (100mM) – 0.6; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ (600mM) – 0.6; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (400mM) – 0.6; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (100mM) – 0.6; KCl (400mM) – 0.6; KNO_3 (1M) – 0.6; $\text{FeC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \times 2.5\text{H}_2\text{O}$ (2mM) – 6.0; микроэлементы. Эксперименты проводились в четырехкратной повторности. Предметом исследования был микробно-растительный молекулярный сигналинг, в котором бактериальные фитогормоны регулируют синтез этилена в растениях и замедляют скорость

развития корней и экссудацию органических кислот и сахаров в почву. Каналы передачи сигнала в биосистеме обычно защищены рецепторным контролем, который пропускает сигнал в растение только при совпадении вторичных структур (конформаций) реагентов по схеме «ключ-замок». Мы считаем [2, 3], что магнитные поля, имеющие сложную пространственную конфигурацию [7], могут резонансно менять конформацию сигнальных молекул, что в последствие делает невозможным прохождение сигналов через рецепторный контроль.

Впервые магнитные поля сложной конфигурации использовал в своих исследованиях Е.К. Завойский, который было внесено в Государственный реестр научных открытий СССР от 23 июня 1970 года как научное открытие № 85 с приоритетом от 12 июля 1944 года (Формула открытия: Установлено неизвестное ранее явление квантовых переходов между электронными энергетическими уровнями парамагнитных тел под влиянием переменного магнитного поля резонансной частоты (явление электронного парамагнитного резонанса). Также неоценимый личный вклад в области изучения магнитобиологии растений за свой полувековой научный труд внес Ю.И. Новицкий [5].



В контрольном варианте №1 растения выращивались без внешних воздействий. В варианте №2 (FB) и №4 (FB+FM) в питательный раствор был интродуцирован бактерией *Sphingomonas* sp. K1B. В варианте №3 (FM) и №4 растения гороха вместе с сосудами помещались (на одну минуту в сутки) во вращающееся магнитное поле.

Статистический анализ экспериментальных данных был проведен с помощью компьютерных программ DianaS.xlsm [1], в которой запрограммированы вычислительные алгоритмы дисперсионного анализа и Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США).

Эксперимент показал, что средние биомассы корней гороха в вариантах №1 и №4 близки, а в вариантах №1 и №3 различаются. Существенное же различие массы корней в вариантах №2 и №4 доказывает, что вращающееся магнитное поле блокирует сигналинг между бактериями и растениями, изменяя конформацию молекулярных реагентов. В варианте №3 масса корней растений наибольшая. Возможно, магнитное поле, способно изменять физическую структуру молекул воды в питательном растворе, ускоряя тем самым биохимические процессы в растениях. В варианте №2 наблюдалось подкисление питательного раствора, что вероятно связано с утилизацией сахаров и образованием органических кислот бактериями [8].

Показатели корневой экссудации органических кислот и сахаров были измерены с помощью жидкостной хроматографии UPLC ACQUITY H-класса (Waters, США). Обнаружено, что в вариантах с действием поля (№3 и №4) показания статистически не значимы по сравнению с контролем (№1), увеличение по орг. кислотам составило порядка 5-10 % и 35 % по сахарам. Существенное же увеличение выхода оргкислот и сахаров наблюдалось в варианте с бактерией - №2, как ответ на действие ауксинов. Это показывает, что вращающееся магнитное поле приводит к clear-блокировке сигналинга между бактериями и растениями в варианте №4. Возможно, в этом варианте опыта под действием магнитного поля происходит изменение вторичной структуры сигнальных молекул и сигнальный канал блокируется на стадии рецепторного контроля. По данным измерений органических кислот были построены фрактальные портреты экссудации (Рис. 1).

Рисунок 1. Фрактальные портреты экссудации оргкислот растениями гороха. А – растения развиваются на гидропонике без воздействия бактерий и магнитного поля (4 ПФГ). Б – растения находились в магнитном поле и бактерий в питательной среде не было (6 ПФГ). В – в питательной среде присутствуют бактерии и не было облучения магнитным полем (3 ПФГ). Г – в питательной среде присутствуют бактерии и растения помещались в магнитное поле (15 минут в сутки) (4 ПФГ). 1 – Щавелевая; 2 – Лимонная; 3 – Пировиноградная; 4 – Яблочная; 5 – t-Аконитовая; 6 – Янтарная; 7 – Молочная; 8 – Уксусная; 9 – Фумаровая; 10 – Пропионовая; 11 - Пироглутаминовая.

Анализ фрактальных портретов показал, что магнитное поле повышает индекс когерентности процессов синтеза орг. кислот растениями. В контрольном варианте индекс когерентности составил величину 0,50, а при воздействии только магнитного поля (в отсутствии бактерий) - 0,56. В отсутствие магнитного воздействия на растения и при наличии в питательной среде бактерий индекс когерентности уменьшился до величины 0,33. При комплексном воздействии бактерий и магнитного поля на растения индекс когерентности составил 0,44.

Таким образом, воздействие вращающихся магнитных полей на молекулярные сигналы в микробно-растительных системах может ингибировать процессы обмена веществами между микроорганизмами и растениями, что может замедлить почвенные восстановительные процессы и снизить плодородие почв.

Литература

- [1] Воробьев, Н.И., Проворов, Н.А., Пищик, В.Н., Свиридова, О.В. Программа двухфакторного дисперсионного анализа биологических данных. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014661477 от 30.10.2014. Интернет ресурс: <http://www1.fips.ru/wps/portal/Registers/>
- [2] Воробьев, Н.И., Пухальский, Я.В., Свиридова, О.В., Пищик, В.Н., Белимов, А.А., Толмачев, С.Ю. Блокирование слабыми торсионными магнитными полями канала передачи сигналов в биосистеме растений гороха и бактерий *Sphingomonas* sp. K1B //Тр. VII международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». 07-11.09.2015. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2015, Т.7, с. 256.
- [3] Воробьев, Н.И., Пухальский, Я.В., Свиридова, О.В., Пищик, В.Н., Белимов, А.А., Толмачев, С.Ю. Влияние вращающихся магнитных полей на спин-конформацию сигнальных молекул и на микробно-растительные взаимодействия с участием этих молекул. Материалы конференции «Эколого-генетические основы современных агротехнологий». Вестник защиты растений. 2016, 3, 89, 39-41.
- [4] Кузмичева, Ю.В., Шапошников, А.И., Азарова, Т.С., Петрова, С.Н., Наумкина, Т.С., Борисов, А.Ю., Белимов, А.А., Кравченко, Л.В., Парахин, Н.В., Тихонович, И.А. Состав корневых экзометаболитов высокосимбиотрофного сорта гороха Триумф и его родительских форм. Физиология растений. 2014, 1, 112-118.
- [5] Новицкий, Ю.И., Новицкая, Г.В. Действие постоянного магнитного поля на растения., М.: Наука, 2016, 352 с.
- [6] Пухальский, Я.В., Шапошников, А.И., Белимов, А.А. Характеристика состава корневых экссудатов высокопродуктивного сорта гороха Софья. Национальная ассоциация ученых "Евразийское Научное Содружество". 2016, 17, 1, 141-144.
- [7] Тарасенко, В.Я., Толмачев, С.Ю. 2004. Устройство для обработки воды или водных растворов «Акватор» // Патент на изобретение РФ № 2297392 от 28.12.2004. Интернет ресурс: <http://bd.patent.su/2297000-2297999/pat/servlet/servlet5dd-2.html>.
- [8] Шапошников, А.И., Белимов, А.А., Кравченко, Л.В., Виванко, Д.М. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов. Сельскохозяйственная биология. 2011, 3, 16-22.

- [9] Belimov, A.A., Dodd, I.C., Safronova, V.I., Dumova, V.A., Shaposhnikov, A.I., Ladatko, A.G., Davies, W.J. Absciscic acid metabolizing rhizobacteria decrease ABA concentrations in planta and alter plant growth // Plant Physiology and Biochemistry, 2014, 74, 84-91.
- [10] Safronova, V.I., Piluzza, G., Bullitta, S., Belimov, A.A. Use of legume-microbe symbioses for phytoremediation of heavy metal polluted soils: advantages and potential problems (Review). In: Handbook for Phytoremediation, Golubev I.A. (Ed.), NOVA Sci. Publ., USA, 2011, 443-469.

УДК 632.952

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ
ЦИПРОКОНАЗОЛА, СК (80 г/л) В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ, ЗЕРНЕ И СОЛОМЕ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ ПРИ ДВУХКРАТНОМ ПРИМЕНЕНИИ В ПЕРВОЙ ПОЧВЕННО-
КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ В 2016 ГОДУ

Е.Ю. Панов*, А.С. Поликарпов, Ю.Н. Савушкин, А.В. Попов, П.Ю. Панова
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, *evgeniypanov91@mail.ru

THE STUDY OF DYNAMICS OF DESTRUCTION OF THE RESIDUAL AMOUNTS OF
CYPROCONAZOLE, SC (80 g/l) IN THE GREEN MASS, GRAIN AND STRAW OF WINTER
WHEAT AT TWO-TIMES APPLICATION OF THE FIRST SOIL-CLIMATIC ZONE OF THE
RUSSIAN FEDERATION IN 2016

E.Yu.Panov, A.S. Polikarpov, Yu. N. Savushkin, A.V. Popov, P.Yu. Panova
RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Аннотация. В статье рассматривается динамика разрушения остаточных количеств фунгицида СК 80 г/л Ципроконазола применяемого против бурой и стеблевой ржавчиной, септориозом листьев и колоса, фузариозом колоса, чернью колоса, мучнистой росой, пиренофорозом в образцах зеленой массы, зерне и соломе озимой пшеницы по результатам хроматографического исследования.

Ключевые слова: озимая пшеница, динамика разрушения, фунгициды, остаточные количества, урожай, газо-жидкостная хроматография

Полевая часть эксперимента, включая испытания по биологической эффективности фунгицида Ципроконазола СК 80 г/л, проводилась на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2 сентября 2015 года по 23 августа 2016 года. В ходе исследования был заложен мелкоделяночный опыт с посевом озимой пшеницы.

Отбор проб для анализа, проводился в последний день обработки фунгицидом, далее через 12, 24, 36 и 48 дней после последней обработки. Пробы отбирались отдельно с каждой делянки по вариантам, из них готовился средний образец (по одному на вариант) и в лаборатории отбирались две аналитические пробы на один образец.

Отобранные пробы надземной зеленой части растений замораживались при температуре -18°C и далее хранились в морозильной камере при этой же температуре до дня анализа.

Отобранные пробы зерна и соломы высушивались до стандартной влажности и далее хранились в лабораторном шкафу до дня анализа.

Перед анализом образцы надземной части растений и соломы измельчались при помощи ножниц, а образцы зерна на лабораторной мельнице.

Анализ образцов на содержание Ципроконазола проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств Ципроконазола в зеленой массе и зерне гороха, в зерне и соломе риса методом газожидкостной хроматографии», 4.1.3365-16, валидированными в условиях Российского государственного аграрного университета имени К.А. Тимирязева, УНКЦ «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов», Москва.

С целью определения остаточных количеств Ципроконазола в образцах зеленой массы, зерне и соломе озимой пшеницы, проведен анализ образцов на его содержание

методом газо-жидкостной хроматографии.

Анализ остаточных количеств Ципроконазола осуществлен на газовом хроматографе Agilent 7890 В GC с электрозахватным детектором.

Условия хроматографирования: капиллярная кварцевая колонка НР-5, длина 30 м, внутренний диаметр 0,32 мм, пленка 0,25 мкм. Испаритель: температура-260°C, обдув септы – 3 мл/мин, поток 130 мл/мин, деление потока 50/1 расход сбросной – 200 мл/мин. Нагрев термостата колонки градиентный: начальная температура 210°C, 1 мин, нагрев по 5°C/мин до 290°C. Газ-носитель – гелий, поток 2,0 мл/мин, линейная скорость – 49,6 см/сек. Температура детектора – 300°C, поддув в детектор постоянный (азот) – 30 мл/мин. Объем вводимой пробы – 1 мкл.[1]

Нижний предел обнаружения Ципроконазола: зерно и солома пшеницы – 0,05 мг/кг.

Процент извлечения Ципроконазола: целое растение пшеницы – 98,7 %, зерно – 97,2 %, солома – 94,5 %.

МДУ для Ципроконазола в продукции: зерно хлебных злаков – 0,05 мг/кг.

По результатам проведенных анализов было установлено, что в день последней обработки содержание остаточных количеств Ципроконазола в зеленой массе составило 6,57 мг/кг. Через 12 дней после последней обработки остаточное содержание Ципроконазола в зеленой массе снижалось и составило 5,73 мг/кг. Через 24 дня после последней обработки остаточное содержание Ципроконазола заметно снижалось и составило 1,07 мг/кг. Через 36 и 48 дней после последней обработки остатки Ципроконазола в зерне и соломе озимой пшеницы не детектировались в пределах количественного определения используемого метода контроля.

Литература

- [1] Методические указания № 4.1.3365-16 «Определение остаточных количеств Ципроконазола в зеленой массе и зерне гороха, в зерне и соломе риса методом газожидкостной хроматографии», Москва, 2016г.

УДК 631.41

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Г.Б. Подволоцкая*, В.И. Савич

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, *guri_89@mail.ru

CHANGE SOIL SALINITY IN TIME AND IN SPACE

G.B. Podvolockaya, V.I. Savich

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Почвенные растворы и поверхностные воды в значительной степени определяют агроэкологическое состояние всех компонентов ландшафта, в том числе почв. В проведенных исследованиях выяснили:

1. Некоторые закономерности отличия химического состава почвенных растворов и поверхностных вод.

2. Изменение почвенных растворов и водных вытяжек из почв при промораживании и просушивании;

3. Изменение состава водных вытяжек из почв на почвах разных элементов микрорельефа и в сезонной динамике;

4. Влияние состава поверхностных вод на развитие биотестов, в том числе при растворении в водах биологически активных веществ;

5. Доказывается, что для различных регионов при орошении почв нужны воды определенного химического состава; предлагаются новые способы мелиорации поливных вод.

Для оценки плодородия почв анализируют почвенные растворы, а для оценки состояния компонентов ландшафта и поверхностные воды.

При анализе вод определяется значительное количество компонентов органического и неорганического характера, биофильных элементов и токсикантов. Оценивают содержание до трех тысяч химических веществ. Их состав в водах зависит от поступления с поверхности со стоками, из почв и из грунтовых вод. Частично эти элементы поступают и из атмосферы. Однако на рассматриваются взаимосвязи между этими компонентами с проявлением синергизма и антагонизма. Состав вод меняется в сезонной динамике. Он отличается у дна водоема и на поверхности, на разном расстоянии от берега, зависит от расстояния пробоотбора, от потоков и скорости движения вод.

Почвенные растворы извлекают из почв при отношении почва – раствор менее 1, водные вытяжки при отношении почва – раствор 1:5; поверхностные воды имеют значительно более низкое отношение почва – раствор.

Содержание ионов в растворе определяется эффективными произведениями растворимости имеющих осадков, эффективными константами ионного обмена протекающих реакций, эффективными константами нестойкости имеющих в растворах комплексов. Эти величины зависят от pH и Eh среды, ионной силы растворов, содержания в воздухе CO₂, давления атмосферного воздуха, температуры, изменяющихся в сезонной динамике величин различных геофизических полей. Эти же показатели влияют и на состояние растений, микроорганизмы и продукты разложения растительного опада, поступающего в почву. В сезонной динамике изменяются и миграционные процессы вод в почве и в ландшафте.

Литература

- [1] Аранбаев М.П. Антропогенные ирригационно-аккумулятивные почвы пустынной зоны: Автореф. дис. докт. с.-х. н.: 03.00.27/ М. П. Аранбаев. - Москва, 1995. - 199с.
- [2] Добровольский Г. В., Федоров К.Н., Стасюк Н. В. Можарова Н.В., Быкова Е.П. Типизация структур почвенного покрова равнинного Дагестана и его антропогенная устойчивость/ Добровольский Г. В., Федоров К.Н., Стасюк Н. В. Можарова Н.В., Быкова Е.П.//Почвоведение. - 1991.- №3. - С.5-13.
- [3] Котенко М.Е., Зубкова Т.А. Влияние микрорельефа на засоление почв полупустыни, Почвоведение, 2008, «10, с. 1171-1178
- [4] Савич В.И., Сычев В.Г., Трубицина Е.В. Химическая автография системы почва-растение, М., ВНИИА, 2001, 275 с.
- [5] Савич В.И., Аткинсон Д. Корректировка оптимальных параметров почвенного плодородия с учетом сорбционных свойств корневых систем растений, Докл. ВАСХНИЛ, 1991, №11, с. 11-14
- [6] 7. Савич В.И., Худяков О.И., Черников В.А., Гукалов В.В., Скрыбина Д.С. Свойства, процессы и режимы мерзлотно-таежных почв, М., РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2016, 392 с.
- [7] Седых В.А., Савич В.И., Лось К.С. Влияние комплексообразующей способности водорастворимого органического вещества растительных остатков на подвижность поливалентных катионов, Агрохимический вестник, 2012, №2, с. 18-19

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

А.П. Поличевская, А.В. Чинилин

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, anya-p-95@mail.ru

FEATURES OF THE SOIL COVER STRUCTURE IN FOREST SOIL IN THE URBAN ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF LOD RSAY-MAA NAMED AFTER K.A.

TIMIRYAZEV

A.P.Polichevckaya, A.V. Chinilin

RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev

Систематизированные почвенные описания на территории Лесной опытной дачи были проведены И.П. Гречиным в 1957 г. С того времени произошли различные изменения о представлении почв изменились классификации почв, генезис и свойства почв. Вместе с этими изменениями менялась и сами почвы Лесной опытной дачи (ЛОД) под влиянием постоянных техногенных воздействий и рекреационной нагрузки, это все отразилось на структуре почвенного покрова.

Целью работы является составление карты геоморфологических условий и карты структур почвенного покрова и производных от них (крутизны склонов, экспозиции склонов, форм склонов, гранулометрического состава, почвообразующих пород) Лесной опытной дачи ТСХА.

Территория ЛОД расположена в северном административном округе северо-западной части города Москвы на территории РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, площадью – 232,8 га.

По почвенно-географическому районированию территория ЛОД входит в Европейско – Западно - Сибирскую таежно-лесную область, таежно-лесную зону, подзону дерново - подзолистых почв южной тайги, в фацию умеренных промерзающих почв, Среднерусскую провинцию.

Исследования территории ЛОД проводились в кварталах: 1; 2; 4; 5; 6; 9; 10; 11; 13; 14. Заложено 37 разрезов, все они привязаны с помощью GPS-навигатора и описаны в полевом дневнике.

Был составлен комплекс карт на территорию ЛОД ТСХА, включая карты геоморфологических условий, структур почвенного покрова и производных от них карт (карта почвообразующих пород, карта гранулометрического состава, карты крутизны, формы, экспозиции склонов).

Литература

- [1] Антипова, А.В. География России. Эколого-географический анализ территории; Москва, Издательство-МНЭПУ, 2001. -257 с
- [2] Наумов, В.Д. Почвенно-геоморфологическая характеристика территории Лесной опытной дачи МСХА/ В.Д. Наумов, П.И. Гречин, А.Н.Поляков, Изв.ТСХА.-2001.-вып.1.- 63 с.
- [3] Наумов, В.Д. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева/ В. Д. Наумов, А. Н. Поляков ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева. - Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. - 344 с
- [4] Семейдяева, Н.В. Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб.пособие Н.В. Семейдяева, А.Н. Мармулев, Н.И. Добротворская; Новосиб.гос.аграр уи-т СибНИИЗаХ-Новосибирск Издв НГАУ, 2011-202 с

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ АГРОТЕХНОЛОГИИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ
АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО НИЖНЕГО ДОНА

Ю.Ю. Полякова

ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону,
Россия, yulya-polyakova-96@mail.ru

INFLUENCE OF MODERN AGROTECHNOLOGY ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY
OF TYPICAL CHERNOZEM OF LOWER DONA

J. J. Polyakova

SFU Academy of Biology and Biotechnology named after D. I. Ivanovsky, Rostov-on-Don,
Russia

Введение. Проблема недостаточности и отсутствия необходимого количества исследований в зоне влияния современных агротехнологий на биологическую активность чернозема обыкновенного. Изучение вопроса поддержания биологической активности в почве в пределах нормы при использовании минеральных удобрений при нулевой обработке почвы.

Цель работы – изучение микробиологической активности почв при использовании системы No-till.

Объект исследования – чернозем обыкновенный карбонатный среднесуглинистый на лессовидном суглинке ЗАО им. С.М. Кирова Песчанокосовского района Ростовской области. Отбор почвы был произведен в разные фазы созревания озимой пшеницы: в фазу выхода в трубку и в фазу молочно-восковой спелости.

Методы исследования:

- выявление бактерий рода *Azotobacter* проведено по методу почвенных комочков [2].
- определение общей численности микроорганизмов (аминогетеротрофов) и актиномицетов и бактерий, использующих минеральные формы азота (аминоавтотрофов) проводили по «Руководству по медицинской микробиологии. Общая и санитарная микробиология» [3].

Исследования проведены в условиях полевого опыта по методике Доспехова Б.А. [1].

Схема опыта:

1. Контроль без удобрения
2. N12P52 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку
3. K32Mg12S20 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку
4. N12P52 + K32Mg12S20 при посеве + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку
5. N12P52 + K32Mg12S20 при посеве на глубину 10 см + N30 в фазу кущения + N70 в фазу выхода в трубку.

В качестве удобрения использованы: аммофос (N12P52), калимагнезия (K32Mg12S20) и аммиачная селитра (N34,4%). Повторность – 4-х кратная. Опытная культура – озимая пшеница (*Triticum*), сорт Гром. Предшественник: лен (*Linum*).

Результаты:

По полученным данным при исследовании чернозема обыкновенного под озимой пшеницей, частота встречаемости бактерий рода *Azotobacter* в фазу выхода в трубку и в фазу молочно-восковой спелости, во всех пробах почвы колеблется от 62 до 94 %, что характеризуется как высокое.

Проблема рациональной обработки почвы интересует многих ученых. Преимущества нулевой обработки почвы (No-till) описал в своей работе Сидирас [4]. При No – till не разрушается среда обитания микроорганизмов и отмечается повышение биологической активности. При использовании этой технологии микроорганизмы не погибают от недостатка питания, что происходит в условиях непокрытой почвы, - они всегда находят

органические вещества в поверхностном слое почвы. Более благоприятные условия температуры и влажности почвы при No – till позитивно влияют на почвенную микрофауну. Поэтому при использовании технологии No – till в почве обнаруживается больше членистоногих, больше микроорганизмов (ризобий, бактерий, актиномицетов), и грибных микориз по сравнению с традиционной обработкой. В данной работе показан опыт влияния нулевой обработки почвы на микрофлору, а конкретно на бактерии рода *Azotobacter*.

В фазу выхода в трубку наименьший процент численности бактерий был отмечен в контроле – 78%. Максимальный процент выявления (88%) отмечен при внесении аммофоса (N12P52) и аммиачной селитры, где зафиксировано увеличение содержания бактерий рода *Azotobacter* на 10% относительно контроля. В остальных вариантах при добавлении калимагнезии (K32Mg12S20) процент выявления ниже максимального, но выше контрольного.

Наименьшее количество бактерий в фазу молочно-восковой спелости и в фазу выхода в трубку, зафиксировано на контроле – 74%. При внесении аммофоса при посеве+N30 в фазу кушения+N70, в обоих фазах зафиксировано увеличение исследуемого показателя. Причем в фазу молочно-восковой спелости отмечено более высокое увеличение содержания бактерий рода *Azotobacter* – 94%, относительно процентного показателя в фазу выхода в трубку - 88%.

Наблюдается понижение содержания бактерий рода *Azotobacter* в фазу выхода в трубку – 84%, в фазу молочно-восковой спелости до 78%, что на 16% ниже максимального количества показателя в этой фазе. При внесении калимагнезии при посеве+N30 в фазу кушения+N70 в фазу молочно-восковой спелости поглощение азота растениями уменьшилось.

При внесении аммофоса + калимагнезии при посеве+N30 в фазу кушения+N70 содержания бактерий рода *Azotobacter* в обоих фазах прорастания озимой пшеницы увеличилось на 11% относительно уровня контроля. В фазу выхода в трубку – 89%, а в фазу молочно-восковой спелости - 85%.

При использовании аммофоса + калимагнезии при посеве на глубину 10 см + N30 в фазу кушения+N70 отмечено одинаковое значение исследуемого показателя, как в фазу выхода в трубку – 80%, так и в фазу молочно-восковой спелости – 80%.

Наиболее благоприятное влияние на обе фазы прорастания озимой пшеницы произвело внесение минеральных удобрений аммофоса при посеве+N30 в фазу кушения+N70 в фазу выхода в трубку.

Выводы

1. В посевах под озимую пшеницу, в фазу выхода в трубку во всех вариантах опыта было зафиксировано наивысшая численность бактерий рода *Azotobacter* относительно уровня контроля, чего нельзя сказать о фазе молочно-восковой спелости.

2. В целом при внесении минеральных удобрений аммофоса (N12P52) и аммиачная селитра (N34,4 %) стимулируют популяцию азотобактера в почве. Максимальный процент выявления показателя бактерий рода *Azotobacter* в обе фазы (88%, 94%) обнаружен в вариантах без внесения калимагнезии (K32Mg12S20).

Литература

- [1] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/М.: Колос, 1985, 52с.
- [2] Лабутова Н.М., Метод изучения почвообразующих микроорганизмов, Санкт-Петербург, 2009- 20с.
- [3] Руководство по медицинской микробиологии. Общая и санитарная микробиология / Под ред. А.С. Лабинской – М.: Изд-во БИНОМ, 2008. – 1080 с
- [4] Sidiras N. Comportamento de um aloso roxo distrofico, compactado pelas rodas do trator na semeadura rendirantes de tres culturas. Pesquisa agropec. bras. 1984, V 19, No. 10, p. 1285-1293

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОЧВЕННЫХ
ОБСЛЕДОВАНИЙ В КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ

Е.Н. Пятина

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, anela.pyatina@yandex.ru

USE OF MATERIALS IN LARGE-SCALE SOIL SURVEYS
IN THE CADASTRAL SYSTEM

L.N. Pyatina

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Земельным кодексом Российской Федерации [2] установлен принцип платности землепользования в Российской Федерации. Формами платы за землю являются земельный налог и арендная плата, величины которых устанавливаются исходя из кадастровой стоимости. Кадастровая стоимость земельных участков определяется по результатам государственной кадастровой оценки. Данные кадастровой оценки способствуют выделению наиболее ценных земель, принятию мер по их охране, разработке мероприятий по поддержанию и улучшению почвенного плодородия, защите почв от деградации,

Государственная кадастровая оценка проводится регулярно с периодичностью раз 3-5 лет по методическим указаниям, разработанным и утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию в сфере государственной кадастровой оценки [6]. Полномочия по нормативно-правовому регулированию в сфере государственной кадастровой оценки возложены на Министерство экономического развития и торговли России, которое разработало и утвердило Методические указания о государственной кадастровой оценке земель (далее Методические указания) [3].

В Методических указаниях выделено независимо от категорий земель 14 сегментов земельных участков, различных по назначению, использованию и подходам к кадастровой оценке. Кадастровая стоимость сельскохозяйственных угодий, входящих в сегмент земель «Сельскохозяйственное использование», в соответствии с Методическими указаниями, должна определяться с учетом агроклиматических ресурсов и плодородия почв. Для угодий пригодных под пашню кадастровая стоимость устанавливается «методом капитализации земельной ренты, которая рассчитывается как разность между валовым доходом и затратами на возделывание и уборку сельскохозяйственной продукции» [3]. Валовой доход рассчитывается как произведение нормативной урожайности оценочных культур на их рыночную цену.

Определить нормативную урожайность по климатическим показателям и плодородию почв позволяет формула:

$$Y_n = 46,5 \times \frac{AP}{10,0} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

где Y_n — нормативная урожайность зерновых культур, ц/га;

46,5 – нормативная урожайность зерновых культур в ц/га при АП равном 10 на эталонной почве без негативных свойств с содержанием гумуса 4%, физической глины 50% и мощность гумусового горизонта 50 см;

АП – агроэкологический потенциал, учитывающий совокупные агроклиматические ресурсы территории (сумму биологически активных температур, условия увлажнения, степень континентальности климата);

K_1 , K_2 , K_3 , K_4 – поправочные коэффициенты на содержание гумуса, физической глины, мощности гумусового горизонта, негативные почвенные свойства соответственно в совокупности учитывающие степень отклонения уровня плодородия почв оцениваемого участка от эталонной почвы [4].

K_4 представляет общий поправочный коэффициент и рассчитывается как произведение частных коэффициентов на конкретные негативные свойства (оглеение,

эродированность, каменистость, карбонатность, солонцеватость, солончаковатость, карбонатность). На все оценочные показатели разработана нормативная база, определяющая величину поправочных коэффициентов в зависимости от конкретных свойств почв (содержания гумуса и физической глины, мощности гумусового горизонта, степени эродированности, оглеения и др.).

Необходимые для расчетов величины агроэкологического потенциала содержатся в Справочнике агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации [5]. Систематизированные данные для оценки почвенного блока нормативной урожайности в компактной форме отсутствуют.

Почвенные показатели для проведения государственной кадастровой оценки на конкретную территорию необходимо собирать в Государственном фонде данных, полученном в результате проведения землеустройства, в материалах крупномасштабных почвенных обследований сельскохозяйственных предприятий. Такими материалами обеспечены практически все сельскохозяйственные угодья Российской Федерации. По почвенным картам определяется состав почвенного покрова и площади почв. Из материалов почвенных отчетов выбираются необходимые для оценки показатели почвенных свойств. Нормативная урожайность земельного участка рассчитывается как средняя из нормативных урожайностей расположенных на нем почв, взвешенных в соответствии с занимаемой этими почвами площадью.

Литература

- [1] Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2015 году. М.: Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии, 2016, с. 200.
- [2] Земельный кодекс Российской Федерации. № 136-ФЗ от 25.10.2001
- [3] Методические указания «О государственной кадастровой оценке». Утверждены приказом Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226
- [4] Оглезнев А.К. Оценка качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (практическое пособие) / А.К. Оглезнев, Т. А. Куприян, Т.Е. Норкина. М.: ФГУП «Госземкадастрсъемка» - ВИСХАГИ, 2007, с.131.
- [5] Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. Ред. С.И. Носова. М.: Маросейка, 2010, с. 208.
- [6] Федеральный закон «О государственной кадастровой оценке». № 237-ФЗ от 03.07.2016

ДК 631.52:631.461.5:579.64:581.138.1

РОЛЬ СИМБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА АЗОТФИКСАЦИИ У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ГОРОХА НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЕ

Я.В. Пухальский*, М.А. Вишнякова**, Е.В. Семенова**, А.И. Шапошников*, Т.С. Азарова*, Н.М. Макарова*, В.И. Сафронова*, А.А. Белимов*, И.А. Тихонович***

*ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург, jankiss88@gmail.com

**ФГБНУ ФИЦ ВИР им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург,

***ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,

THE ROLE OF SYMBIOTIC MICROORGANISMS IN THE INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF NITROGEN FIXATION VARIOUS OF PEA ON POLLUTED SOIL BY METALS

Y.V. Puhalsky*, M.A. Vishnyakova**, E.V. Semenova**, A.I. Shaposhnikov*, T.S. Azarova*, N.M. Makarova*, V.I. Safronova*, A.A. Belimov*, I.A. Tikhonovich***

*All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology, Dept. Biotechnology, Saint-Petersburg, jankiss88@gmail.com

**N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry, Saint-Petersburg

***Saint-Petersburg State University, Dept. Biology, Saint-Petersburg

Важную роль в процессе азотфиксации и получении высоких урожаев у бобовых растений (*Fabaceae*) несомненно играет сорт (макросимбионт), секретирующий экзометаболиты корнями, на протяжении всего периода своего онтогенеза, для поддержания активности ризосферных бактерий и грибов [2]. Однако, сами симбиотические микроорганизмы (микросимбионты) также могут обладать стимулирующим потенциалом в процессе азотфиксации.

Особенностью семейства бобовых является способность данных растений образовывать эффективный азотфиксирующий симбиоз с клубеньковыми бактериями порядка *Rhizobiales*, в результате чего происходит симбиотрофное питание и обогащение почв азотом. Бобовые также способны вступать в симбиозы с грибами арбускулярной эндомикоризы (AMF), и с ростстимулирующими ризобактериями (PGPR).

Растительными объектами для исследований послужили генотипы гороха (*Pisum sativum* L.), отобранные из мировой коллекции ВИР (ФГБНУ ФИЦ ВИР им. Н. И. Вавилова, С-Петербург), характеризующиеся высокой продуктивностью и минимальным содержанием тяжелых металлов при анализе побегов 99 образцов, выполненном в ходе предыдущих работ [10]. Также в работу были включены современные сорта научной селекции и линии из разных стран мира, обладающие ценными агрономическими признаками (высокой продуктивностью, многоплодностью, высоким содержанием белка и др.). Для сравнительной оценки в опыт были включены генотипы гороха с максимальным содержанием тяжелых металлов [10], а также лабораторная линия SGE и полученный на её основе после ЭМС-мутагенеза - мутант SGECD¹ [13], обладающий повышенной аккумуляцией и устойчивостью к токсичным концентрациям кадмия [13] и кобальта [9], но более чувствительный к ртути [11]. Мутация характеризуется моногенным рецессивным характером наследования [4].

Микробиологическими объектами для интродукции в почву послужили штаммы арбускулярного эндомикоризного гриба *Glomus* sp. *IFo*, обеспечивающих растение фосфором, штаммы клубеньковых бактерий *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* RCAM1066 и штаммы ассоциативных АЦК-утилизирующих бактерий *Variovorax paradoxus* 5C-2 из коллекции ВКСМ (ФГБНУ ВНИИСХМ, С-Петербург), повышающие устойчивость бобово-ризобияльного симбиоза к загрязнению почв токсичными концентрациями тяжелых металлов и играющими важную роль в адаптации растений к внешним воздействиям, питании и борьбе с болезнями [5, 12].

Вегетационный опыт проводили в летний период на базе института сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт Петербург) в теплице с естественным освещением и температурой. Растения выращивали в эмалированных сосудах, содержащих 2,5 кг. залежной дерново-подзолистой почвы, имеющей следующие характеристики: общий углерод $2,34 \pm 0,05$ %; общий азот $0,18 \pm 0,1$ %; нитратный азот $1,5 \pm 0,2$ мг N/100 г; Р подвижный $7,7 \pm 0,6$ мг P/100 г; К подвижный $13,5 \pm 0,9$ мг K/100 г; pH_{KCl} $6,6 \pm 0,1$. Агрохимическая характеристика почвы была проведена стандартными методами [3, 8]. Почва была обогащена тяжелыми металлами в форме растворов хлоридов в концентрациях (мг/кг): Cd – 5; Co – 25; Cr – 60; Cu – 10; Ni – 15; Pb – 100; Sr- 50; Zn - 50. Удобрения в почву вносились в количестве (мг/кг): NH₄NO₃ - 15; KNO₃ - 200; KH₂PO₄ – 200; MgSO₄ - 30; CaCl₂ – 20; H₃BO₃ - 3; MnSO₄ - 3; ZnSO₄ - 3; Na₂MoO₄ - 1,5. Перед посадкой и инокуляцией микроорганизмами семена стерилизовали и скарифицировали концентрированной H₂SO₄ в течение 20 мин, затем проращивали в темноте при комнатной температуре в течение 3 суток на чашках Петри.

Активность и эффективность процесса азотфиксации определялась в фазу цветения на газовом хроматографе GC-2014 (Shimadzu, Japan) методом активной ацетиленредукции [1, 6, 7, 14].

Результаты экспериментов показали, что количество и биомасса клубеньков на корнях инокулированных растений существенно повысилось у всех генотипов, кроме генотипов 8093 (овощной сорт Telephone, Мадагаскар) и 9540 (кормовой сорт ID 29001914, Австралия) (Рис. 1.).

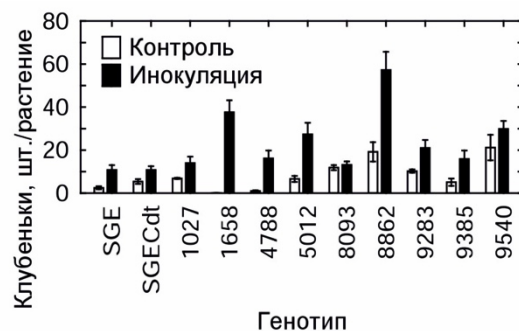


Рисунок 1. Количество клубеньков на корнях различных генотипов гороха, выращенных на загрязненной тяжелыми металлами почве. □ – неинокулированные растения (Контроль), ■ – инокулированные растения. Вертикальные отрезки обозначают ошибки средних.

Это отразилось в повышении азотфиксации, которая была наиболее высокой у инокулированных растений, особенно у генотипов 1658 (кормовой сорт Вейбуля, Швеция), 4788 (кормовой сорт без названия, Монголия), 5012 (зерно-овощной Ожо negro especial, Аргентина), 8862 (кормовой сорт Агат, Белоруссия) и 9540 (кормовой сорт ID 29001914, Австралия) (Рис. 2.).

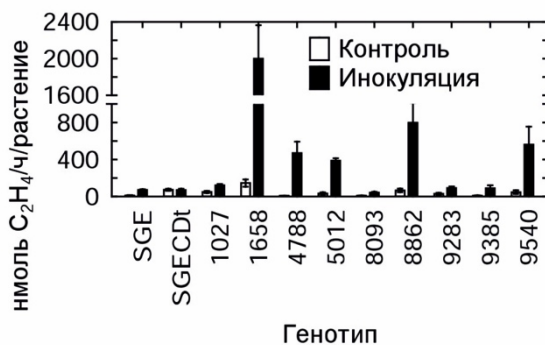


Рисунок 2. Ацетилен-редуктазная (азотфиксирующая) активность корней различных генотипов гороха, выращенных на загрязненной тяжелыми металлами почве, в фазу бутонизации. □ – неинокулированные растения (Контроль), ■ – инокулированные растения. Вертикальные отрезки обозначают ошибки средних

Таким образом, дальнейшая селекции сортов гороха на повышение азотфиксации с использованием симбиотических микроорганизмов и включением их в севообороты, приведет к накоплению биологического азота в почве, повышению плодородия и улучшению микробиоценоза почв.

Работа поддержана грантом РНФ (14-16-00137).

Литература

- [1] Алисова, С.М., Чундерова, С.М. Методические указания по использованию ацетиленового метода при селекции бобовых культур на повышение азотфиксации., Л., 1982, 11 с.
- [2] Кравченко, Л.В., Шапошников, А.И., Макарова, Н.М., Азарова, Т.С., Львова, К.А., Костюк, И.И., Тихонович, И.А. Видовые особенности состава корневых выделений растений и его изменение в ризосфере под влиянием почвенной микрофлоры. Сельскохозяйственная микробиология. 2011, 3, 71-75.
- [3] Крейер, К.Г., Банкина, Т.А., Орлова, Н.Е., Юрьева, Г.М. Практикум по агрохимическому анализу почв., СПб: Изд-во СПбГУ, 2005, 88 с.
- [4] Кулаева, О.А., Цыганов, В.Е. Точная локализация мутации по локусу cdt, приводящей к повышенной устойчивости гороха (*Pisum sativum* L.) к кадмию. Экологическая генетика. 2012, 10, 1, 38-45.

- [5] Малков, Н.В., Зиновкина, Н.Ю., Сафронова, В.И., Белимов, А.А. Повышение устойчивости бобово-ризобияльного симбиоза к кадмию с помощью ризосферных бактерий, содержащих АЦК деаминазу. Достижения науки и техники АПК. 2012, 9, 53-57.
- [6] Орлов, В.П., Орлова, И.Ф., Щербина, Е.А. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом., Орел, 1984, 16 с.
- [7] Умаров, М.М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях. Почвоведение. 1976, 11, 92-95.
- [8] Хуаз, С.Х., Ефремова, М.А. Методические указания по дисциплине «Агрохимия» для направления «агрохимия и агропочвоведение» «Агрохимический анализ почв»., СПбГАУ, Санкт - Петербург - г. Пушкин, 2012, 33 с.
- [9] Belimov, A.A., Malkov, N.V., Puhalsky, J.V., Safronova, V.I., Tikhonovich, I.A. High specificity in response of pea mutant SGECD^t to toxic metals: Growth and element composition. Environmental and Experimental Botany 128, 2016, 91-98.
- [10] Belimov, A.A., Safronova, V.I., Tsyganov, V.E., Borisov, A.Y., Kozhemyakov, A.P., Stepanok, V.V., Martenson, A.M., Gianinazzi-Pearson, V., Tikhonovich, I.A. Genetic variability in tolerance to cadmium and accumulation of heavy metals in pea (*Pisum sativum* L.). Euphytica, 2003, 131, 25-35.
- [11] Belimov, A.A., Dodd, I.C., Safronova, V.I., Malkov, N.V., Davies, W.J., Tikhonovich, I.A. The cadmium-tolerant pea (*Pisum sativum* L.) mutant SGECD^t is more sensitive to mercury: assessing plant water relations. Journal of Experimental Botany, 2015, 66(8), 2359-2369.
- [12] Safronova, V.I., Piluzza, G., Bullitta, S., Belimov, A.A. Use of legume-microbe symbioses for phytoremediation of heavy metal polluted soils: advantages and potential problems (Review). In: Handbook for Phytoremediation, Golubev I.A. (Ed.), NOVA Sci. Publ., USA, 2011, 443-469.
- [13] Tsyganov, V.E., Belimov, A.A., Borisov, A.Y., Safronova, V.I., Georgi, M., Dietz, K.-J., Tikhonovich, I.A. A chemically induced new pea (*Pisum sativum* L.) mutant SGECD^t with increased tolerance to and accumulation of cadmium. Annals of Botany, 2007, V. 99, 227-237.
- [14] Turner, G.L., Gibson, A.H. Measurement of nitrogen fixation by indirect means. In: Bergensen F.J. (Ed) Methods for evaluating biological nitrogen fixation. Wiley, Toronto, Canada, 1980, 111-138.

УДК 631.171

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ТУЛЬКОЙ ОБЛАСТИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.В. Решетова

ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н.
Толстого». Тула. lukienko_lv@mail.ru

ABOUT INCREASE IN EFFICIENCY OF AGRICULTURE OF TULA REGION DUE TO APPLICATION OF PRECISE FARMING

A.V. Reshetova

Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University

Тема выполненной научно-исследовательской работы актуальна и посвящена точному земледелию. В настоящее время в нашей стране и в мире возрастает значение научно-обоснованного ведения сельскохозяйственного производства и рационального использования ресурсов, вовлеченных в него – финансовых, трудовых, биологических, энергетических, водных и почвенных, таким образом, актуальным становится внедрение в сельскохозяйственных предприятиях системы бережливого земледелия. Технология точного земледелия опирается на использование компьютерных систем генерации агротехнологических решений, геоинформационных систем, новейших информационных

технологий, дистанционных и бортовых датчиков, автоматических исполнительных органов сельскохозяйственных машин [3].

Наземные исследования не всегда позволяют в полном объеме проанализировать и оценить состояние сельскохозяйственных угодий и проконтролировать процесс посева и уборки урожая. Наиболее действенным в данном случае является осуществление воздушной фото- и видеосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов [1].

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты успешно применяются в крупнейших агрохолдингах России, таких как ОАО «Астон», ОАО «Макфа» и др. Благодаря данным о состоянии сельхозугодий, получаемым в режиме реального времени, беспилотные летательные аппараты позволяют контролировать посевные и уборочные работы на территории целых регионов одновременно. Получаемые видеоизображения служат основой для принятия решений по рациональному использованию природных и сельскохозяйственных ресурсов. Фотоснимки высокого разрешения обрабатываются в специализированном программном обеспечении и формируют базу для создания цифровых моделей местности [2].

Цифровые карты позволяют специалистам определять площади используемых пахотных земель и пустующих участков, осуществлять текущий контроль за состоянием посевов, наблюдать за динамикой их развития, прогнозировать урожайность зерновых культур, оценивать состояние почвы, определять воздействие экологических и техногенных факторов на рост культур и урожайность, оценивать состояние посевов после стихийных явлений (пожаров, наводнений и т. п.), планировать комплекс агротехнологических работ для достижения планируемого урожая, проводить инвентаризацию и картографирование сельскохозяйственных угодий, привязывать изображения наиболее аномальных участков и проблемных территорий к их географическим координатам.

Для проведения качественного мониторинга в области сельского хозяйства можно использовать беспилотный летательный аппарат фирмы ZALA с целевыми нагрузками Z-16AGRO 4 и Z-16AGRO 6, обладающие высоким разрешением и работающие в температурном диапазоне от -30°C до +40°C, различие данных нагрузок заключается в массе и количестве оптических блоков: Z-16AGRO 4 – масса 1 кг., 4 оптических блока, разрешение видеокамеры 1280x1024 (4x1, 3 Мп), Z-16AGRO 6 – масса 1,5 кг., 6 оптических блоков, разрешение видеокамеры 1280x1024 (6x1, 3 Мп) [5].

Но главным преимуществом является то, что они получают изображения в двух форматах. Первый — с реальной цветопередачей, второй — в ближнем инфракрасном диапазоне. Получая снимки с инфракрасной искусственной расцветкой, специалисты вычисляют вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, который позволяет количественно оценивать состояние растительности (как на всем поле, так и на его отдельных участках), рассчитывать урожайность, идентифицировать культуры, оценивать всхожесть и рост растений, анализировать продуктивность угодий. Вычисляется нормализованный относительный индекс растительности по следующей формуле:

$$NDVI \equiv \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где: NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра, RED – отражение в красной области спектра.

Беспилотные летательные аппараты в отношении сельского хозяйства могут решить многие вопросы быстрее и дешевле, чем, например, спутники. Задача съемки с беспилотных летательных аппаратов – показать фермерам то, что благодаря регулярному проведению аэрофотосъемок и их постобработке, можно проследить динамику изменений в пределах одного и того же поля, и эти данные можно будет точно соотнести с продуктивностью земельных угодий [4].

Литература

- [1] Балабанова В.И., Железова С.В., Березовский Е.В., Беленкова А.И., Егоров В.В. – Навигационные системы в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. Под общей редакцией проф. В.И. Балабанова. Допущено УМО по агрономическому образованию. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 143 с.;
- [2] Василин Н. Я. – Беспилотные летательные аппараты. Минск: Попурри, 2003. – 272 с.
- [3] Якушев В.В. Точное земледелие: Теория и практика. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016 год. – 364 с.
- [4] Отчет о НИР «Разработка и внедрение технологии точного земледелия при возделывании сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтной системе земледелия лесостепи Самарской области», руководитель – Цирулев А.П., Самара 2006, 247 с.
- [5] <http://zala.aero/agro-4-sxga-1280x1024x13-mp/> - Zala Aero Group беспилотные системы.

УДК 631.445.4:631.51

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ТРАДИЦИОННОЙ К НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКЕ

Д.О. Рогожин

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, rogozhin.danila2017@yandex.ru

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE ORGANIC MATTER STATE AND AGGREGATION OF THE CHERNOZEM THOUTHERN IN TRANSITION FROM CONVENTIONAL TO NO-TILLAGE TECHNOLOGY

D.O. Rogozhin

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Начиная с 80-х годов прошлого века в научной литературе появилось много сообщений об отрицательном воздействии на почву интенсивной обработки сельскохозяйственной техникой. Почти все типы тракторов при существующих раздельных способах обработки, посева и внесения удобрений, многочисленных междурядных рыхлениях и многоходовых способах уборки уплотняют чернозем на значительную глубину. Вследствие этого снижается скорость поступления в почву влаги, уменьшается ее доступность, возрастает твердость, резко ухудшаются условия развития корней и надземной массы растений.

В настоящее время в России широко внедряется технология «нулевой обработки» почв, которая позволяет значительно снизить затраты хозяйств на проведение механической обработки почв, хотя при использовании такой технологии и появляются дополнительные затраты на применение химических средств борьбы с сорной растительностью. Нулевая обработка почвы -это сложная система, которая тесно связана с сельскохозяйственными машинами, физическими, химическими и биологическими факторами. Гармонизация действия всех этих факторов является одной из основных задач при выращивании сельскохозяйственных культур.

Преимуществами нулевой обработки являются [6]: энергоресурсосбережение, защита почвы от эрозии, дополнительное снегонакопление, сохранение влаги, снижение темпов минерализации органического вещества, сокращение потерь минерального азота, мульчирующий эффект, улучшение сложения почвы, перспективы экологизации. Технология нулевой обработки способствует как увеличению поступления органических остатков в почвы, так и снижению минерализации органического вещества вследствие отсутствия механических обработок. Поэтому можно предположить, что при внедрении нулевой обработки в первую очередь будет увеличиваться содержание легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ). Н.Ф. Ганжара и Б.А. Борисов [3-5] относят к легкоразлагаемому органическому веществу группу лабильных органических веществ, включающую неразложившиеся органические остатки растительного и животного

происхождения, детрит, низко- и среднемолекулярные углеводы, аминокислоты, пептиды и другие неспецифические соединения, новообразованные гумусовые кислоты, гуминовые кислоты и фульвокислоты, непрочно связанные с минеральной частью почвы. Для определения ЛОВ ими предложена методика с использованием тяжелой жидкости [1].

Объектом наших исследований являлись образцы чернозема южного, отобранного в Новоаннинском районе Волгоградской области на поле, где в течение 5 лет сравниваются традиционная (с оборотом пласта) и нулевая обработки почвы при выращивании зерновых культур.

Целью нашей работы было проведение сравнения некоторых агрономически значимых свойств чернозема южного Волгоградской области, обрабатываемого по традиционной технологии с оборотом пласта и по технологии нулевой обработки. Исследуемые участки находились на одном поле с одинаковым почвенным покровом, который был представлен черноземом южным среднесуглинистым среднесуглинистым на лессовидном суглинке освоенным. Были определены некоторые показатели состояния органического вещества исследуемых почв и их физические свойства.

Отбор образцов производился в пятикратной повторности с площадок размером 50х50 м, на частях поля с традиционной и с нулевой обработкой. Лабораторные анализы почв выполнялись по общепринятым методикам [2], содержание легкоразлагаемого органического вещества определяли по методике отделения ЛОВ от минеральной части почвы и стабильных гумусовых веществ с помощью тяжелой жидкости плотностью 1,8 г/см³ (концентрированный раствор иодида натрия), а для более тонкого препаративного отделения проводили повторную флотацию в тяжелой жидкости с плотностью 1,6 г/см³ [1].

Результаты определения содержания гумуса и легкоразлагаемого органического вещества в почвах исследуемых вариантов представлены в таблице (Табл.1).

Таблица 1 – Содержание гумуса и легкоразлагаемого органического вещества в черноземе южном при традиционной и нулевой обработке, среднее из 5 повторностей

Вариант	Глубина	Содержание гумуса, %	Содержание ЛОВ, %
Пшеница, традиционная обработка	0-10	5,22	0,28
	10-20	5,20	0,25
Пшеница, нулевая обработка	0-10	5,39	0,45
	10-20	5,21	0,27
НСР ₀₉₅		0,34	0,11

Видно (Табл.1), что при традиционной обработке в виде вспашки с оборотом пласта содержание гумуса в слоях 0-10 см и 10-20 см было практически одинаковым, так как это один пахотный горизонт, который регулярно перемешивается при вспашке. При нулевой обработке наметилась дифференциация в содержании гумуса между слоями 0-10 см и 10-20 см, хотя различия пока недостоверны. В верхнем слое при нулевой обработке сосредотачивается основное количество растительных остатков, в результате чего происходит постепенное обогащение слоя 0-10 см органическим веществом.

Почва, обрабатываемая по традиционной технологии в слоях 0-10 и 10-20 см, а также почва при нулевой обработке, имели примерно одинаковую величину плотности твердой фазы – 2,52-2,55 г/см³, а почва при нулевой обработке в слое 0-10 см характеризовалась заметно более низкой величиной плотности твердой фазы – 2,44 г/см³, что также объясняется, по-видимому, высоким содержанием растительных остатков в почве.

Величина общей пористости практически не различалась в вариантах с различной обработкой и в разных слоях почв, при этом она находилась в оптимальных пределах.

Агрегатное состояние чернозема южного в результате перехода к нулевой обработке улучшилось, по сравнению с традиционной обработкой, - содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в ней было равно 65%, а при традиционной обработке 54,5 %.

Водопрочность агрегатов, определенная методом мокрого просеивания была значительно выше у чернозема южного при нулевой обработке, по сравнению с традиционной обработкой. Содержание агрегатов размером менее 0,25 мм составило 45,0 и 55,9 %, соответственно.

Литература

- [1] Борисов, Б.А. Органическое вещество почв (генетическая и агрономическая оценка) / Б.А.Борисов, Н.Ф.Ганжара – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 214 с.
- [2] Ганжара, Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 285 с.
- [3] Ганжара, Н.Ф. Легкоразлагаемое органическое вещество и эффективное плодородие почв / Н.Ф.Ганжара, Б.А.Борисов, М.А.Флоринский // Земледелие. – 1995. – № 1. – С. 10-12.
- [4] Ганжара, Н.Ф. Оптимизация содержания лабильного органического вещества в почвах лесостепи Поволжья / Н.Ф.Ганжара, Р.Ф. Байбеков, Б.А.Борисов, С.М. Надежкин // Плодородие. – 2010. – № 5. – С. 15-17.
- [5] Ганжара, Н.Ф. Состояние органического вещества и соединений азота черноземов выщелоченных в зависимости от способов возделывания культур / Н.Ф.Ганжара, В.В.Верзилин, Р.Ф.Байбеков, Б.А.Борисов // Известия ТСХА. – 2005. – № 3. – С. 1-13.
- [6] Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И.Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12-14.

УДК 632.951.2

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗРУШЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФЕНПРОПИДИНА, ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ПРИМЕНЯЕМОГО В СМЕСИ С ПРОПИКОНАЗОЛОМ, СК (450 г/л ФЕНПРОПИДИНА + 125 г/л ПРОПИКОНАЗОЛА) В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ, ЗЕРНЕ И СОЛОМЕ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР ВАЛИДИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

Е.Ю. Панов, А.С. Поликарпов, Ю.Н. Савушкин, Е.Н. Тестова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, zaved62@yandex.ru

STUDY OF THE DYNAMICS OF THE DESTRUCTION OF THE RESIDUAL AMOUNTS OF FENPROPIDIN, THE ACTIVE SUBSTANCE, APPLIED IN MIXTURE WITH PROPICONAZOLE, SC (450 g/l FENPROPIDINA + 125 g/l PROPICONAZOL) IN THE GREEN WEIGHT, GRAIN AND THE CEREALS OF GRAINED CROSS CROPS BY A VALIDATED METHOD

E.Yu. Panov, A.S. Polikarpov, Yu. N. Savushkin, E.N. Testova

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Для изучения динамики разрушения остаточных количеств Фенпропидина в зерне и соломе зерновых колосовых культур, был заложен мелкоделяночный опыт с посевом озимой пшеницы в 3-ей почвенно-климатической зоне (каштановые почвы сухостепной области).

Была проведена однократная обработка посевов озимой пшеницы применяемой смесью, СК с нормой расхода 1,0 л/га. Обработка была проведена 23 мая 2016 года в фазу вегетации.

Отбор проб для анализа, проводился в день обработки, через 14, 28, 40, 50, 53 дней после обработки. Пробы отбирались отдельно с каждой делянки по вариантам, из них готовился средний образец (по одному на вариант) и в лаборатории отбирались две аналитические пробы на один образец.

Отобранные пробы зеленой массы, зерна и соломы были доставлены в лабораторию в замороженном виде и далее хранились при температуре - 18°C в морозильной камере до дня выполнения анализа.

Перед анализом образцы зеленой массы, зерна и соломы измельчались при помощи «Robot Coupe» с добавлением сухого льда.

Для определения содержания Фенпропидина в анализируемых пробах использовали МУК 4.1.2865-11 «Определение остаточных количеств Фенпропидина в зеленой массе, зерне, соломе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» [1], валидированным в условиях лаборатории УНКЦ «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов», Российского государственного аграрного университета имени К.А. Тимирязева, Москва.

Анализ остаточных количеств Фенпропидина осуществлен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [2] на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с диодно-матричным детектором. Хроматографическая колонка Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 мм x 150 мм, зернение 5 мкм) с предколонкой Zorbax Eclipse XDB-C18 (2,1 x 12,5 мм, зернение 5 мкм). Температура хроматографической колонки: 30°C. Длина волны 220 нм. Подвижная фаза ацетонитрил – 0,005 М ортофосфорная кислота 40:60 (по объему). Скорость потока элюента: 0,6 мл/мин. Навеска анализируемого образца 10 г. Разведение перед хроматографическим анализом 10 мл смесью ацетонитрил - вода в соотношении 40:60. Хроматографируемый объем 30 мкл.

МДУ в зерне хлебных злаков 0,25 мг/кг. Нижний предел обнаружения Фенпропидина (мг/кг): в зеленой массе, зерне и соломе зерновых колосовых культур – 0,1. Полнота извлечения при определении составляла из зеленой массы зерновых колосовых культур – 71,3 %, из зерна зерновых колосовых культур – 72,73 %, из соломы зерновых колосовых культур – 71,03 %.

По результатам проведенных анализов было установлено, что в день обработки содержание остаточных количеств Фенпропидина в зеленой массе озимой пшеницы составило 0,1177 мг/кг. Через 14 дней после последней обработки остаточное содержание Фенпропидина в зеленой массе снижалось и составило 0,0579 мг/кг, а через 28 дней после последней обработки остаточное содержание Фенпропидина не детектировались. Фенпропидин оказался малостойким соединением, быстро разрушающимся в растениях. Остаточные количества Фенпропидина через 28 дней после последней обработки в зеленой массе озимой пшеницы, а также в зерне и соломе не обнаружены.

Литература

- [1] Методические указания № МУК 4.1.2865-11 «Определение остаточных количеств Фенпропидина в зеленой массе, зерне, соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» Москва, 2011г.
- [2] Сычев С.Н., Гаврилина В.А. «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем», изд. Лань, Москва, 2013г.

УДК 631.425.6

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА РЕЖИМ ПРОМЕРЗАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ

Н.А. Уланов

ФГУП «Кировская ЛОС», п. Юбилейный, Оричевский район, Кировская область,
bolotoagro50@mail.ru

INFLUENCE OF GROUND WATER LEVEL ON REGIME OF THE FREEZING AND THAWING OF DEVELOPED PEATLANDS

N.A. Ulanov

FSUE «Kirov MES», v. Yubileyny, Orichi district, Kirov region

Введение. В науке давно отмечена важная роль температурного режима почвы в жизни растений и живых организмов, населяющих ее. Определяя характер, скорость и

направленность целого ряда химических, физических и биологических процессов, протекающих в почве, она является одним из основных факторов, влияющих на продуктивность всех сельскохозяйственных культур. Относительно температурного режима торфяных почв, в силу их высокой теплоемкости и низкой теплопроводности, в научной среде сформировалось устойчивое мнение о том, что он является неблагоприятным для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур [1,2,5]. Выработанные торфяники в этом отношении занимают промежуточное положение между торфяными и минеральными почвами. При мощности остаточного торфа от 0 до 30 см тепловые свойства приближаются к свойствам минеральных почв, а при мощности более 30 см – к торфяным [4]. Чем больше мощность торфяного слоя и ниже его влажность, тем промерзание меньше, но медленнее протекает и оттаивание. В связи с этим, на выработанных торфяниках в отличие от минеральных и торфяных почв процесс оттаивания происходит не равномерно, что негативно сказывается на сроках начала полевых работ [6].

Режим промерзания и оттаивания является одним из основных элементов, характеризующих температурный режим почвы. Поэтому целью данной работы явилось изучение влияния уровня грунтовых вод (УГВ) на режим промерзания и оттаивания в условиях выработанных торфяников.

Методика исследования. В качестве объекта исследований был выбран участок, являющийся частью кормового севооборота, расположенного на типичном для Северо-Востока Нечерноземья осушенном низинном торфомассиве «Гадовское».

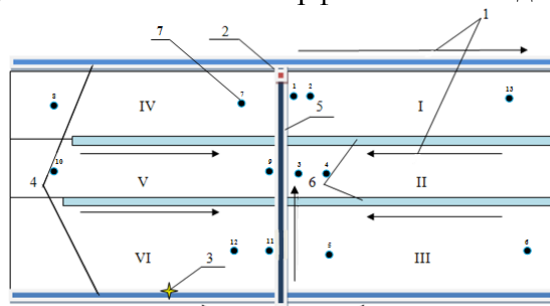


Рис. 1. План-схема опытного участка

I-VI – нумерация полей; 1 – направление уклона полей и течения воды в каналах; 2 – шлюз; 3 – подземный ключ; 4 – транспортирующие собиратели; 5 – шлюзуемый канал (транспортирующий собиратель); 6 – открытые осушительные каналы; 7 – контрольные точки с номерами.

Опытный участок включает в себя шесть полей общей площадью около 90 га. Остаточная залежь торфа на опытном участке колеблется в пределах от 0 до 1,5 м и подстиляется среднезернистыми песками мощностью от 30 до 100 см, которые в свою очередь подстилаются красно-коричневыми мергелизированными карбонатными суглинками. Режим водного питания здесь ослабленный, грунтово-напорный, а глубина залегания грунтовых вод варьирует от 40 до 200 см и более (Рис. 1).

Какой-либо дренаж, за исключением открытых осушительных каналов, на опытном участке отсутствует. Глубина транспортирующих собирателей, врезанных в подстилающие минеральные породы, составляет на всем их протяжении 1,5-2,0 м. Процесс двустороннего регулирования водного режима на опытном участке осуществляется методом управления грунтовыми водами путем инфильтрации воды из шлюзуемого канала, а также из остальных каналов осушительной сети. В качестве перекрывающего сбросные воды механизма применялся стальной щитовой затвор поверхностного типа, именуемый в дальнейшем шлюз. Для наблюдения за динамикой УГВ на опытном участке было оборудовано более 80 смотровых колодцев (скважин). Промерзание и оттаивание определялись буровым методом и методом шурфов [3].

Результаты и их обсуждения. В результате проведенных нами исследований по влиянию УГВ на режим промерзания и оттаивания на выработанных торфяниках были получены следующие результаты.

На участках с полностью сработанным слоем торфа (т.1 и т.2) и разной степенью осушения, в разные годы влияние грунтовых вод на режим промерзания и оттаивания отличалось. Так, в зимний период 2014-2015 года, когда наступление холодов началось до образования устойчивого снежного покрова и способствовало, тем самым, сильному промерзанию почвы, разные УГВ на этих участках не оказывали влияния на интенсивность промерзания. В зимние периоды, когда снежный покров успевал сформироваться до наступления холодов (зимний период 2015-2016 года; зимний период 2016-2017 года), на этих участках отмечено, хотя и слабое, но преимущество менее осушенного участка (Рис. 2-3).

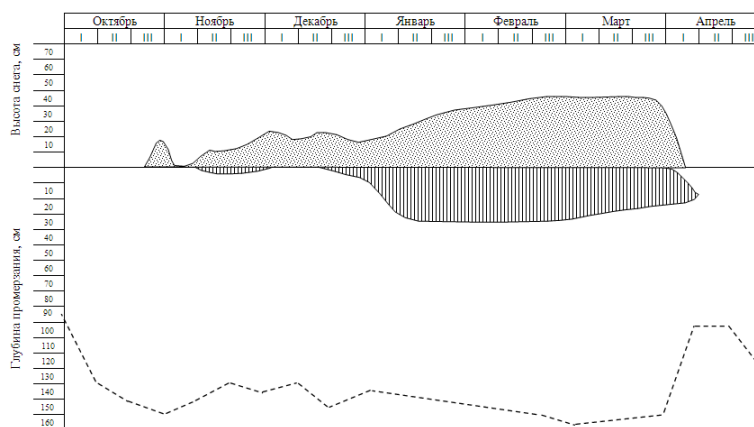


Рис. 2. Зимний период 2015-2016 года. (Точка 1)
----- УГВ

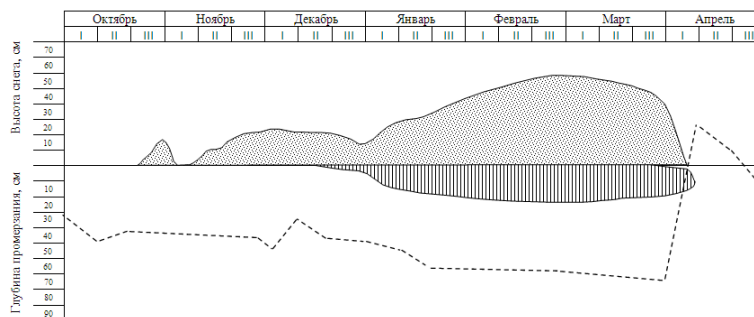


Рис. 3. Зимний период 2015-2016 года. (Точка 2)
----- УГВ

На сработанных участках с разной степенью осушения, занятых многолетними травами (т.3 и т.4) ни в один год наблюдений не было выявлено сколь-нибудь ощутимого влияния УГВ на режим промерзания и оттаивания.

На участках с мощностью остаточного слоя торфа 75-100 см (т.7 и т.13) и разной степенью осушения также отмечено положительное влияние более близкого к поверхности УГВ на режим промерзания и оттаивания (Рис. 4-5), но лишь в зимы, когда устойчивый снежный покров успел сформироваться к началу холодов. В этом случае сроки наступления полного оттаивания почвы на менее осушенном участке также наступают раньше в среднем на неделю, чем на более осушенном.

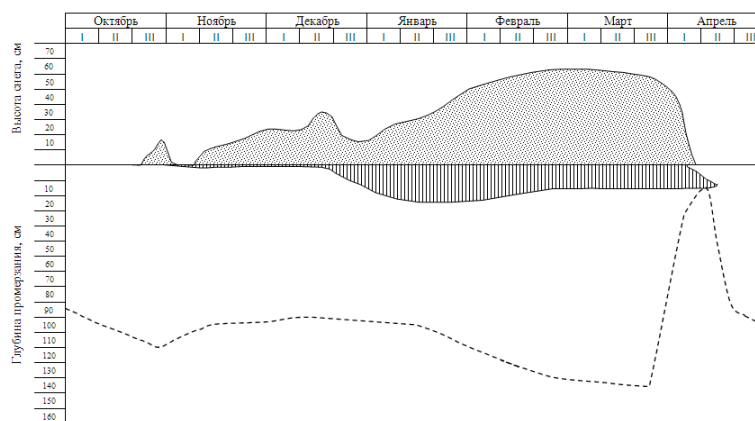


Рис. 4. Зимний период 2015-2016 года. (Точка 7)
----- УГВ

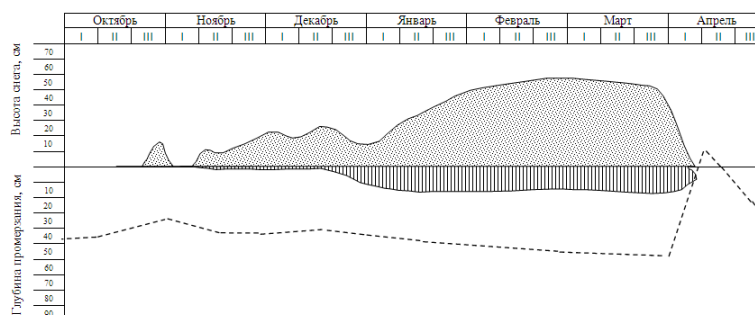


Рис. 5. Зимний период 2015-2016 года. (Точка 13)
----- УГВ

Выводы. Таким образом, ввиду того, что наполнение шлюзуемого канала и постоянная его подпитка в течение всего года осуществляется в основном за счет ключевой воды, которая имеет довольно низкую температуру, предполагаемый утепляющий эффект от подпора такой водой, за исключением отдельных участков, выражен весьма слабо или почти отсутствует.

По нашим наблюдениям, наиболее важная роль в режиме промерзания и оттаивания на опытном участке отводится снежному покрову, а также складывающимся в конкретный год метеорологическим условиям. Чем более мощный снежный покров успевает сформироваться в предзимний и зимний периоды, и чем менее низкой будет температура воздуха, тем меньше будет промерзание почвы и раньше произойдет полное оттаивание и наоборот. Роль грунтовых вод в этом процессе не является доминирующей.

Различий в интенсивности промерзания на оторфованных и не оторфованных участках при прочих равных условиях нами не выявлено. В то время как сроки наступления полного оттаивания на оторфованных участках в отличие от участков с полностью сработанным слоем торфа всегда наступают позднее на несколько дней.

Литература

- [1] Архипова Е.П. Особенности термического режима почвы на осушенных болотах // Метеорология и гидрология. 1956. – №8. – С. 20-26.
- [2] Афанасик Г.Н. Некоторые аспекты регулирования водного, теплового и питательного режимов торфяных почв // Труды Бел. НИИМВХ. Мелиорация и использование торфяников Полесья. – Минск, 1975. – С. 3-9.
- [3] Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М., 1973. – С. 326.
- [4] Манокина Н., Пашинская Л.О. Возможности возделывания сельскохозяйственных культур на выработанном торфянике // Уральские нивы. 1971. – №7. – С. 26-29.

[5] Маслов Б.С., Лысенко А.П., Шаманаев В.А. и др. Четверть века исследований на Смоленском мелиоративно-болотном стационаре // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. – №5-6. – С. 26-32.

[6] Тимофеев А.Ф., Комарова Л.А. Температура почвы на выработанных торфяниках // Труды КСХИ. Севообороты, мелиорация, обработка и удобрения почв в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны РСФСР. 1974. – С. 95-103.

УДК 631.8:631.417.1:631.412

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И БЕССМЕННОГО
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Н.В. Ускова

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

EFFECT OF PROLONGED APPLICATION OF FERTILIZERS AND CONTINUOUS
CROPPING ON THE FERTILITY OF SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

N.V. Uskova

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Проведение исследований в длительных стационарных опытах дает уникальную возможность для наблюдения за состоянием плодородия почв во времени, позволяют наиболее достоверно и объективно оценивать потери и накопление органического вещества при разных воздействиях. Длительные полевые опыты позволяют проводить комплексное исследование органического вещества почвы в динамике и изучать проблемы плодородия. В настоящее время всевозрастающее внимание исследователей, как отечественных, так и зарубежных уделяется изучению органического углерода почвы, как одному из важнейших агроэкологических и агрохимических показателей, с количественным и качественным составом которого связаны не только основные режимы и свойства почвы, устойчивость агроэкосистем, но и участие в биосферных процессах эмиссии и стока углерода. Углерод органического вещества почвы определяет ее главное свойство – плодородие, а значит, оказывает прямое воздействие на урожай и продовольственную безопасность населения [1]. Длительные стационарные опыты являются основным научным фундаментом, позволяющим адекватно оценивать изменения медленно текущих во времени процессов, свойств, режимов, состояний различных показателей почв [2].

Цель работы: изучить изменения состояния органического вещества и физико-химических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в длительных полевых опытах при применении различных систем удобрения, а так же оценить влияние последствий применяемых удобрений.

Объекты исследования. Образцы для исследования были отобраны с длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заложенного профессором Дояренко в 1912 году, а так же с длительного полевого опыта СШ-5М Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (Московская область, пос. Барыбино). Опыт СШ-5М был заложен в 1964 году, а с 1992 года был переведен на изучение последствий применяемых систем удобрения.

Для исследования в длительном полевом опыте РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева были выбраны 2 культуры – озимая рожь и картофель, возделываемые бессменно, и 4 варианта удобрения – контроль (без удобрений), органическая (навоз 20 т/га), минеральная (N – 100 кг/га, P – 150 кг/га, K – 120 кг/га) и органоминеральная (навоз 20 т/га, N – 100 кг/га, P – 150 кг/га, K – 120 кг/га). Образцы были отобраны в 2015 году. Для исследования в длительном полевом опыте СШ-5М были выбраны варианты с минеральной и органоминеральной системами удобрения, а так же контрольный вариант. Образцы были отобраны в 2011 году.

В исследуемых образцах определялись такие количественные показатели как содержание органического углерода, содержание лабильного углерода, содержание углерода гуминовых кислот, фульвокислот и гумина, содержание углерода, экстрагируемого горячей водой. Так же было рассчитано отношение содержания углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, по значению которого был определен тип гумуса. Из физико-химических свойства определялись рН солевой вытяжки, гидролитическая кислотность, содержание подвижного алюминия, аммонийного и нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия.

Результаты исследования. По величине урожайности исследуемых культур можно сказать, что наиболее высокая урожайность для озимой ржи наблюдается в органоминеральной системе удобрения на фоне известкования, наиболее низкая – в контрольном варианте без извести, а для картофеля лучшим вариантом стала органоминеральная система без извести, худшим – контрольный вариант с известью.

Исследование образцов длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева показало, что всех активных компонентов гумуса содержание углерода в почве без внесения извести выше, чем в почве известкованных вариантов, для озимой ржи лучшими вариантами удобрения являются органическая и органоминеральная система без известкования, для картофеля лучше органоминеральная система без известкования, худшим вариантом для обеих культур является контроль на фоне известкования. По соотношению $C_{гк}:C_{фк}$ тип гумуса для обеих культур по всем системам удобрения является фульватным. Исследование образцов длительного полевого опыта СШ-5М показало, что наиболее высокое содержание органического вещества отмечается в контрольном варианте, ниже на органоминеральной системе удобрения и самое низкое на минеральной системе удобрения. За время последействия по всем системам удобрения содержание углерода значительно снизилось, оно стало даже ниже исходного содержания углерода в этой почве. Соотношение $C_{гк}:C_{фк}$ очень сильно снизилось за время последействия, тип гумуса сменился с гуматно-фульватного на фульватный по всем системам удобрения.

Эффект от известкования почвы в длительном полевом опыте РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на поле озимой ржи выявлен по всем системам удобрения. Наиболее высокое значение рН наблюдается в органической системе удобрения на фоне известкования, а наиболее низкое значение наблюдается в контрольном варианте без известкования. По обеим культурам известкование не повлияло на гидролитическую кислотность почвы, варианты с известью и без нее дали одинаковый результат, наилучший результат был получен для органической системы удобрения. Значение гидролитической кислотности образцов с поля картофеля в среднем выше, чем значение образцов с поля озимой ржи. Катионов подвижного алюминия в почве известкованных участков обеих культур не обнаружено ни по одной системе удобрения. Для неизвесткованных участков наилучший результат при бессменном возделывании озимой ржи обнаружен на органической системе удобрения, а наихудший - в контрольном варианте. На неизвесткованных участках под картофелем катионы подвижного алюминия обнаружены только в контрольном варианте. Исследование в длительном полевом опыте СШ-5М показало, что в органоминеральной и минеральной системах удобрения за время применения удобрений рН солевой вытяжки возрастало, а вот за время последействия очень сильно снизилось. Гидролитическая кислотность за время применения удобрений значительно снизилась по сравнению с исходной почвой, за время последействия резко возросла.

По обеспеченности подвижными формами фосфора и калия почвы относятся к 5 – 6 классу и только контрольный вариант по содержанию калия к 3 – 4. По содержанию доступных форм азота, почвы всех вариантов относятся к 1 - 2 классу, за исключением органоминеральной системы удобрения для озимой ржи, для данного варианта определены 3 и 4 классы без известкования и с известкованием соответственно.

Литература

- [1] Держдавин Л.М. Роль химизации и биологизации земледелия в отечественном производстве с/х продукции и обеспечение продовольственной безопасности РФ // Агрохимия – 2010 – № 9. – с. 3 – 18;
- [2] Когут Б.М., Фрид А.С., Масютенко Н.П. и др. Динамика содержания органического углерода в типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта // Агрохимия. – 2011. – № 12. – с. 37 – 44;
- [3] Черников В.А. Комплексная оценка гумусового состояния почв. – Известия ТСХА. – 1987. – № 6. – с. 83 – 94;

УДК 631.427

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ АЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ БИОМАССЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

И.В. Харченко

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, innuska13@yandex.ru

RESEARCH OF EFFICIENCY OF BIOPREPARATES FOR AEROBIC FERMENTATION OF BIOMASS OF VEGETABLE RESIDUES

I.V. Kharchenko

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

В настоящее время существует современная проблема, связанная с утилизацией отходов, выбором метода переработки и проблемой загрязнения ими окружающей среды. Чем раньше в нашей стране решится данный вопрос на федеральном уровне, тем раньше утилизация станет привычной необходимостью и чище станет наше будущее.

В современном мире численность населения растет с каждым годом. Мировой технический прогресс приводит к образованию и накоплению большого количества отходов производства и потребления. В настоящее время появляются новые материалы, разложение или переработка, которых естественным путем может длиться не одну сотню лет.

Проблема переработки отходов во многих странах стоит остро и требует решения, так как это приводит к загрязнению окружающей среды. Происходит ухудшение качества атмосферного воздуха и поверхностных, подземных вод; снижение уровня плодородия земель; приводит к разрушению природных ландшафтов, а также загрязнение окружающей среды оказывает негативное влияние на жизнь и здоровье населения.

По аналитическим данным ежегодно в Российской Федерации образуется до 7 млрд. т отходов, а используется не более 2 млрд. т [1].

Перспективным, экологически безопасным и экономически выгодным направлением решения проблемы биоконверсии органических отходов является использование современных способов утилизации органических отходов в том числе технологии аэробная ферментация, в т.ч. твердофазной аэробная ферментации [2]. Переработка органических отходов аэробным компостированием - это экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергается аэробной биodeградации смешанной популяции микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности. В процессе биodeградации органический субстрат претерпевает физические и химические превращения с образованием стабильного гумифицированного конечного продукта.

При аэробной микробиологической обработке погибают бактерии рода *Salmonella*, группы кишечной палочки *Escherichia coli*, личинки вредных насекомых, семена сорных растений. Благодаря данной технологии происходит возврат имеющихся в отходах питательных веществ растений в оборот экосистемы. Однако следует отметить, что таким способом можно перерабатывать лишь органическую часть отходов.

В Центральном федеральном округе потребность в органическом удобрении составляет 1,5 млн т/г., тогда как в прошлом году было произведено всего 30 тыс. т. И это несмотря на то, что российское сельское хозяйство ежегодно дает 650 млн т органических

отходов, из которых 20% приходится на животноводство и птицеводство. По данным Союза животноводов России, более 45% хозяйств из-за отсутствия оборотных средств не вывозят навоз на поля, и только треть ферм занимаются утилизацией навоза посредством компостирования [3].

Исследования проведены в закрытом помещении научного модуля по переработки органических отходов Испытательного центра почвенно-экологических исследований РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенном по адресу: Москва, ул. Пасечная, д. 4.

Целью работы являлось исследование эффективности биопрепаратов для аэробной ферментации биомассы растительных остатков, выявление наиболее эффективного препарата.

Объектами исследования являлись биоактиваторы (микробиологические препараты, предназначенные для аэробной ферментации органических отходов садоводства, огородничества и личного подсобного хозяйства).

Действие микробиологических препаратов обусловлено специфическим составом микроорганизмов на основе бактерий и грибов, позволяющих ускорить процесс аэробного разложения органического вещества (процесс компостирования).

После завершения аэробной ферментации органической биомассы проведены исследования количественных и качественных характеристик компостов.

Были выполнены следующие задачи:

1. определение изменения объема биомассы субстрата в процессе аэробной ферментации;
2. оценка изменения цвета, структуры, запаха субстрата биомассы в процессе аэробной ферментации (органолептически);
3. определение агрофизических и агрохимических характеристик органической биомассы компостов после анаэробного компостирования (плотность, кг/м³; влажность, %; зольность, %; содержание органического вещества, %; содержание общего азота, %; содержание валового фосфора, %; содержание валового калия, %; реакция среды, pH; содержание тяжелых металлов: Fe, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr, Cu, Mn, Co, Mo, мг/кг золы).
4. Количественные микробиологические характеристики органической биомассы двух образцов биомассы после аэробного ферментирования (общие колиформные бактерии (БГКП); термотолерантные колиформные бактерии; общее микробное число (ОМЧ); энтерококки; яйца гельминтов (жизнеспособные); цисты кишечных простейших).

Исследованиями доказано, что биопрепараты обеспечивают повышение температуры органической биомассы в аэробном процессе, снижают микробиологический фон патогенной микрофлоры, сокращают сроки разложения органического вещества. Обеспечивают более благоприятное соотношение углерода с азотом. Доказана эффективность при приготовлении компостов на основе растительных остатков. Обеспечивает высокую степень минерализации органики с формированием доступных растениям подвижных форм макроэлементов. Сбалансированный кислотнo-щелочной режим, рекомендовано к применению на приусадебных участках.

Проведенная комплексная рейтинговая оценка биопрепаратов свидетельствует об эффективности всех исследуемых торговых марок, однако степень эффективности у всех марок разная.

Литература

- [1] Раскатов В.А., Фокин А.Д., Титова В.И. и др. Технологии обращения с отходами (интерактивный курс): Учебное пособие / В. А. Раскатов и др. М.-Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. - 112 с.
- [2] Современные способы биоконверсии органических отходов и получения высококачественных органических удобрений. Ганжара Н.Ф., Байбеков Р.Ф., Колтыхов Д.Ю., Андреева И.В., Ефимов О.Е. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2007. № 1. С. 133-141.
- [3] Журнал «Агротехника и технологии» выпуск №3, июнь-август 2007г.

ВЛИЯНИЕ КУРИНОГО ПОМЁТА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА
АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ИХ
ИЗМЕНЕНИЯ ВДОЛЬ ПРОФИЛЯ

М.В. Царёва

Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного
Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь, tsarevamariya@mail.ru

THE INFLUENCE OF CHICKEN MANURE AND MINERAL FERTILIZERS ON
AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SODDY-PODZOLIC SOILS AND ITS CHANGES
ALONG THE PROFILE

M.V. Tsareva

Educational establishment «Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the
Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy» Gorky, Belarus

Почвенный покров в последние десятилетия подвергается мощному антропогенному воздействию что ведет, в конечном итоге, к деградации почв: потере гумуса, ухудшению питательного, водного и воздушного режимов и т.д. При этом изменение свойств и уровня плодородия почв под влиянием антропогенных воздействий в разных природных зонах и регионах имеет весьма различные темпы и направленность, которые зависят от общих почвенно-экологических условий территории; характера и интенсивности целенаправленных воздействий на почвенный покров с учетом особенностей его использования (системы обработки почвы, удобрения, различные виды мелиоративных мероприятий). В таких условиях стоит острая необходимость оценки изменения агрохимических показателей почвы с учетом специфических особенностей целенаправленных воздействий на почвенный покров[1].

Куриный помет является ценным органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота, фосфора и калия) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для питания растений соединениях. По содержанию питательных веществ он превосходит любое органическое удобрение, а по доступности - не уступает минеральным удобрениям[3].

Основным направлением утилизации отходов птицефабрик остается использование их для удобрения сельскохозяйственных угодий. Степень влияния пометных удобрений на агрохимические показатели почвы зависит от дозы внесения, культуры, под которую они вносятся, и длительности применения. Птичий помет может отрицательно влиять на окружающую среду, что проявляется через миграцию веществ по почвенному профилю до грунтовых вод. Аномально высокие концентрации биогенных элементов являются индикатором экологического неблагополучия экосистемы в целом [2]. При внесении больших доз наблюдается закрепление фосфатов в почве и последующее их накопление до аномальных величин. По мере увеличения обеспеченности почвы фосфором снижается фиксирующая способность почв в отношении этого элемента и вместе с этим увеличивается его подвижность и миграционная способность. Это, в свою очередь, увеличивает вероятность попадания фосфора в грунтовые воды и открытые водоемы. Попадающие в природные воды азот и фосфор способствуют развитию водорослей и планктона, вызывая эвтрофирование водоемов. Изменяются биологические, физико-химические и органолептические показатели воды, что приводит к возрастанию риска заболеваемости людей. Вероятна полная утрата водоемом хозяйственного и биогеоценотического значения. Вместе с азотом и фосфором в почве увеличивается содержание обменного калия, избыток которого также является одним из факторов неблагополучия. Калий блокирует усвоение растениями магния и может привести к заболеванию животных [4].

При оценке воздействия птичьего помёта на почвенный покров прилегающей территории основной целью исследований являлось:

- выявление негативных изменений, произошедших в почвенных свойствах;

- оценка глубины этих изменений.

Исследования проводились в 2015 и 2016 гг. в условиях производства ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» и на кафедре почвоведения УО БГСХА.

Опыты были заложены на дерново-подзолистой, окультуренной, суглинистой почве подстилаемой с глубины 130 см моренным суглинком и дерново-подзолистой, окультуренной, супесчаной почве, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, сменяемой с глубины 130 см песком. В дерново-подзолистой супесчаной почве до закладки опыта содержание подвижного фосфора составляло 270 мг/кг, обменного калия - 240 мг/кг, гумуса - 2,40 %, pH_{kcl} - 7, дерново-подзолистой суглинистой содержание подвижного фосфора - 298 мг/кг, обменного калия 184 мг/кг почвы, гумуса - 2,62 %, pH_{kcl} - 6,5.

Куриный помет, полученный на Витебской бройлерной птицефабрике «Ганна» высокоэффективное органическое удобрение, так как содержание питательных веществ в исследованном органическом удобрении при пересчете на сухое вещество составляет: общего азота 3,5%, фосфора 3,8 %, калия 3,5 %, кальция 2,1 %, магния 1,6 %, марганца 53,8 мг/кг, цинка 76,3 мг/кг, меди 14,3 мг/кг. Следует отметить высокое содержание Zn - 76,3 мг/кг (при норме 13-39) и Mn 53,8 мг/кг (при норме 15-38).

Для более полной характеристики глубины изменения агрохимических показателей в почве рассматривали их распределение вдоль профиля почвы. С этой целью, после уборки озимой пшеницы были заложены почвенные разрезы на почвах различного гранулометрического состава. В почвенных образцах агрохимические показатели определяли по общепринятым методикам: содержания гумуса по методу Тюрина, подвижные формы фосфора и обменного калия по методу Кирсанова, микроэлементы по методикам: ГОСТ 26207-91, ГОСТ 26487-85, ГОСТ 26490-85, ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26107-84. Предшественник озимой пшеницы - многолетние травы. Перед посевом озимой пшеницы было внесено 50 т/га куриного помёта и $P_{40}K_{120}$. Дробно весной N_{110} . Из азотных удобрений применяли мочевины ($CO(NH_2)_2$ - 46% д.в.); КАС- 30% д.в, из фосфорных- аммофос ($(NH_4H_2P_2O_4)$ - N:P 12:52% д.в.), из калийных- хлористый калий (KCl) - 60% д.в). Урожайность по опыту в среднем за два года исследований составила 55 ц/га на суглинистой и 40 на супесчаной почве.

Изменение агрохимических показателей по профилю дерново-подзолистой супесчаной почвы имеет свойственные для данного типа почв особенности и обусловлено в основном гранулометрическим составом, содержанием гумуса и реакцией среды. Практически для всех элементов можно выделить один максимум – в верхней части профиля до глубины 20 см, что связано с более интенсивными процессами сорбции элементов, обусловленными относительно высоким по сравнению с нижележащими горизонтами содержанием гумуса и содержание общего азота. Нельзя также исключить возможное влияние высокого содержания подвижного фосфора, избыток которого в почве может нарушить соотношение между питательными веществами и иногда снижает доступность растениям цинка и железа. По профилю супесчаной почвы отмечается увеличение в нижележащих горизонтах фосфора, калия, марганца, снижение гумуса, меди и цинка. Это может быть связано со слабой удерживающей способностью этих почв и выносом избытка данных элементов в нижнем горизонте (табл.1). Ниже по профилю суглинистой почвы имеет место резкое падение содержания подвижного фосфора, калия и гумуса, некоторое повышение этих элементов в иллювиальном горизонте, характеризующимся некоторым уплотнением, накоплением ила (лессиваж).

Миграция элементов питания по профилю изучаемых почв показала, что на супесчаной почве с увеличением глубины увеличивается количество подвижного фосфора с 365 в Ap до 404,5 мг/кг в материнской породе (C), обменного калия с 128 до 198 мг/кг, подвижного марганца с 68,2 до 82,3 мг/кг почвы, уменьшается содержание гумуса с 2,40 до 1,53%; на суглинистой – с глубиной наблюдается снижение подвижного фосфора с 241,8 в Ap до 56,3 мг/кг в горизонте C, обменного калия со 104 в Ap до 60 мг/кг в горизонте C, увеличение содержания микроэлементов меди, цинка и марганца в горизонте C. Высокое и

очень высокое содержание подвижного фосфора в пахотном горизонте суглинистой и супесчаной почвы, видимо, связано с внесением высоких доз птичьего помёта. Аккумуляция элементов питания в горизонте С нежелательна, так как может привести к загрязнению грунтовых вод.

Таблица 1-Влияние куриного помёта и минеральных удобрений на изменение агрохимических показателей почвы в зависимости от её гранулометрического состава

Горизонт	N, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	РН _{KCl}	Гумус, %	мг/кг почвы		
						Cu	Zn	Mn
дерново-подзолистая, окультуренная, суглинистая почва								
An	0,17	241,8	104,0	5,20	2,62	2,61	5,29	260,16
A ₂	0,05	178,5	68,0	4,01	1,72	0,65	2,01	87,20
B ₁	0,03	310,6	124,0	4,52	2,08	3,74	11,37	141,65
B ₂	0,04	60,75	64,0	7,55	1,58	3,12	9,01	313,28
B ₃	0,04	62,8	72,0	7,52	1,81	3,00	8,27	327,68
C	0,04	56,3	60,0	7,26	1,72	2,94	7,85	344,24
дерново-подзолистая, окультуренная, супесчаная почва								
An	0,17	365,0	128,0	6,65	2,40	1,55	3,857	68,18
A ₂	0,13	337,4	232,0	6,53	1,57	1,18	2,666	55,54
A ₂ B ₁	0,08	154,0	80,0	6,81	1,48	0,416	0,718	36,66
B ₂	0,08	285,8	108,0	6,74	1,48	0,673	1,277	78,26
B ₃	0,05	317,8	132,0	6,62	1,48	0,650	1,611	52,47
B ₄	0,07	404,5	196,0	6,66	1,53	0,303	1,074	82,36
C	0,07	404,5	196,0	6,66	1,53	0,303	1,074	82,36

Таким образом, при систематическом внесении высоких доз куриного помёта складывается реальная угроза загрязнения почвы и грунтовых вод высокими концентрациями элементов питания, что следует учитывать при проведении оценки воздействия утилизации отходов птицефабрик на окружающую среду.

Литература

- [1] Использование птичьего помета в земледелии (научно-методическое руководство); под общей редакцией академиков РАСХН В.И. Фисинина, В.Г. Сычева – М: ООО «НИПКЦ Восход – А», 2013. – 272 с.
- [2] Лысенко, В.П. Горохов А. В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения / В.П. Лысенко. – [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articles-processing-waste.html>. – Дата доступа: 12.11.2013.
- [3] Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.] ; под общ.ред. В. В. Лапа. – Минск. - Белорусская наука, 2007. - 390 с.
- [4] Титова, В.И. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв после длительного применения птичьего помета / В. И. Титова // Агрохимический вестник. – 2002. - № 6. - С. 24-26.

УДК 631.41

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА
«КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМЕНИ М.Г. СИЦИНА

Г.Г. Чебану, Н.Л. Поветкина

РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, sony-9595@mail.ru
Morphogenetic characteristics of soils of specially protected natural areas of the State Natural
Reserve "Kologrivsky Forest" named after M. G .Sinitin
G.G. Chebanu, N.L. Povetkina
Russian state agrarian University – МАА named after K. A. Timiryazev, Moscow.

Актуальность проведенной работы определяется первостепенным изучением особенностей формирования почв под различными составами древостоя разного происхождения на территории заповедника. [1]

В данной работе представлены результаты почвенного исследования участков заповедника «Кологривский лес», на территории Костромской области. Территория заповедника с сильным расчлененным рельефом гидрографической сетью притоков рек, представлена различной растительностью и пестрым составом древостоя на разных участках. Нами было заложено 10 точек почвенного опробования на различных элементах рельефа и разными составами древостоя. [2]

Почва составляет неотъемлемую часть леса или биогеоценоза. При взаимодействии почвы с другими компонентами леса - древостоем, его нижними ярусами, оказывает влияние на них или сама находится под их постоянным воздействием. Таким образом, лес- можно рассматривать как один из факторов почвообразования. [3]

Литература

- [1] Винокуров М.А., Иванова Е.Н. Влияние различных лесных культур на почву. -Вестник Казанского университета, выпуск 4,2000, с. 23-36.
- [2] Гаврилов К.А. Влияние различных лесных культур на почву. - Лесное хозяйство, № 3,2000, с. 30-37.
- [3] Горбачев В.Н. и др. Почвенно-экологические исследования в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 2000.

УДК 631.421

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
СПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ПОЧВ

А.В. Чинилин¹, И.Ю. Савин²

¹РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, andreychinilin@gmail.com

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, savigory@gmail.com

COMPARING DIFFERENT DATA PREPROCESSING METHODS FOR PREDICTION SOIL
ORGANIC CARBON CONTENT ON SPECTRAL FEATURES

A.V. Chinilin¹, I.Yu. Savin²

¹RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev

²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute

Бесконтактное почвенное зондирование (proximal soil sensing) представляет собой альтернативу лабораторным химическим и физическим методам анализа почв [2, 7, 9]. Спектроскопия в видимой-ближней инфракрасной областях спектра (Vis-NIR) выделяется из широкого набора методов бесконтактного почвенного зондирования своей применимостью для измерения и прогнозирования широкого набора свойств почв, таких как содержание органического углерода, содержание гранулометрических фракций, содержание карбонатов,

pH почв, емкость катионного обмена, минералогический состав почв, концентрация тяжелых металлов и прочих свойств [3, 6, 12]. Vis-NIR спектроскопия – быстрый, точный, воспроизводимый и экономически эффективный аналитический метод бесконтактной оценки свойств почв [1, 8, 10, 12]. Этот подход использует спектральную отражательную способность для количественной идентификации исследуемого свойства без какого-либо взаимодействия с объектом исследования и имеет преимущества при анализе большого количества образцов почв. Бесконтактную Vis-NIR спектроскопию можно рассматривать как альтернативу, направленную на улучшение традиционных и сложившихся методов анализа свойств почв.

Основной задачей, ограничивающей применение спектроскопии для оценки ряда свойств почв является поиск подходящих параметров предобработки и трансформации “сырых” данных [5]. Выбор наиболее надежного алгоритма предварительной обработки может помочь в построении более точной модели прогнозирования исследуемого свойства почв. Различные алгоритмы предварительной обработки используются для удаления любой несоответствующей информации, которая не может быть правильно обработана методами моделирования и прогнозирования. Фактически, эти алгоритмы направлены на уменьшение шумов и артефактов в получаемых кривых спектрального отражения. Согласно научной литературе, наиболее часто встречающимися методами предварительной обработки являются следующие: фильтрация скользящим средним, сглаживание или фильтрация Савицкого-Голея, расчет первой и второй производных, ряд методов по нормализации спектров и удалению мультипликативных и аддитивных эффектов [4, 5, 13].

Исследования по сравнению различных методов предобработки и трансформации спектральных данных для черноземных почв практически не проводились, что и определяет актуальность наших исследований. Поэтому, целью настоящей работы является оценка использования Vis-NIR спектроскопии для прогнозирования содержания органического углерода черноземных почв и сравнение производительности различных методов предобработки данных об отражательной способности почв.

Материалы и методы. Объектом исследования выступают почвенный покров тестовых участков СХП «Белогорье» ЗАО «Агрофирма Апротек – Подгоренская» Подгоренского района Воронежской области. Территория исследования расположена в южной части Среднерусской возвышенности, на правом берегу р. Дон, в пределах Калитвянского волнисто-балочного южно-лесостепного района. Согласно почвенно-географическому районированию территория объекта исследования входит в Центральную лесостепную и степную область, зону обыкновенных и южных черноземов, Южно-Русскую провинцию. На большей части территории исследования распространены черноземы обыкновенные (Haplick Chernozems Glossic в классификации WRB, сегрегационные агрочерноземы в “КиДПР”).

В ходе почвенно-ландшафтного обследования было заложено 22 опорных разреза и на местах заложения разрезов были отобраны образцы поверхностного 0-5 см слоя почв. Всего для анализа было отобрано 22 образца поверхностного пахотного горизонта почв. Далее в образцах проводился анализ на определение содержания органического углерода в почвах по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Затем была проведена съемка спектральной отражательной способности образцов почв в их естественном сложении спектрометрическим прибором FieldSpec® HandHeld 2. Спектрометр проводит измерение в диапазоне длин волн от 325 до 1075 нм. Съемка проводилась в дневное время, в солнечную погоду. В ходе анализа, были отброшены зашумленные участки спектра (искусственный шум, вызванный конструктивными особенностями спектрометра) от 325 до 400 нм и от 905 до 1075 нм.

Первый этап анализа спектральных данных часто состоит из предварительной обработки. В целом, методы предварительной обработки могут быть разделены на 4 группы: сглаживание кривых спектрального отражения, их трансформация, масштабирование и нормирование [14]. Первая категория – сглаживание, используется для уменьшения

количества шума (случайной погрешности измерения). Сглаживание Савицкого-Голея (SG) [11] и фильтрация скользящим средним (MA) – одни из популярных методов усреднения спектральных данных. Одними из лучших методов по трансформации исходных кривых являются вычисление первой (FD) и второй (SD) производных, направленных на устранение смещения исходных спектров и устранение линейного тренда из спектральных данных. Другим методом, направленным на устранение разброса данных является коррекция, используемая для удаления мультипликативных и аддитивных эффектов (multi scatter correction (MSC)). Масштабирование диапазона спектральных данных является следующим методом предварительной обработки. Среди различных методов масштабирования наиболее распространенным является метод стандартной нормальной переменной (standart normal variate (SNV)). Другими словами, после SNV-масштабирования каждый спектр будет иметь среднее значение равным нулю и стандартное отклонение равным единице.

Для прогнозирования содержания органического углерода почв с использованием спектральных данных применяли несколько распространенных методов статистического анализа: пошаговую регрессию в сочетании с методом главных компонент (Stepwise LM + PCA), регрессию частных наименьших квадратов (PLSR), лассо/гребневую регрессию (Lasso/Ridge regression), ансамбль деревьев решений (RF). Работы по предварительной обработке спектральных данных, моделированию и проверке моделей на устойчивость проводились в свободной вычислительной среде R при помощи пакетов “prospectr”, “caret”, “pls”, “doParallel”. Этапы обработки и трансформации данных, скрипт и спектральные данные расположены на github¹ интернет странице.

Для оценки устойчивости полученных моделей использовали n-кратную перекрестную проверку, где каждая модель переподбиралась 5-кратно с использованием 80% значений и предсказанные значения от полученной модели сравнивались с оставшимися 20% значений. Для каждой модели были получены коэффициенты детерминации (R^2_{cv} – доля дисперсии, объясняемая моделью), корень среднеквадратичной ошибки ($RMSE_{cv}$). Модель с наименьшим значением $RMSE_{cv}$ выбиралась как оптимальная.

Результаты. Таблица 1 показывает результаты перекрестной проверки рассматриваемых моделей для прогнозирования содержания органического углерода с использованием различных стратегий предобработки данных.

Из таблицы следует, что предобработка кривых спектрального отражения методами MA (фильтрация скользящим средним), SG (сглаживание Савицкого-Голея), SNV (масштабирование) при использовании любого из подходов к прогнозированию дает результаты, которые почти не отличаются от результатов, получаемых по сырым данным. При использовании вторых производных, качество получаемых моделей хуже, чем для сырых данных что, по-видимому, связано с добавлением дополнительного шума и переобучением моделей. Самые хорошие результаты получены при использовании вычислений первой производной.

Из используемых методов прогнозирования в большинстве случаев наилучшие результаты получены для моделей PLSR и RF.

Согласно критерию минимального значения $RMSE_{cv}$ и максимального значения R^2_{cv} регрессия частных наименьших квадратов в сочетании с вычислением первой производной из спектральных данных является наиболее оптимальной моделью ($RMSE_{cv} = 0.671$ и $R^2_{cv} = 0.621$) прогнозирования содержания органического углерода в образцах почв региона исследования. При этом, переменными внесшими наибольший вклад в модель являются (в порядке убывания): значения отражения при 564 нм, 565 нм, 516 нм, 644 нм, 698 нм, 645 нм, 515 нм, 563 нм, 699 нм и 648 нм. Следует сказать, что метод ансамблей деревьев решений также дает практически такой же результат ($RMSE_{cv} = 0.670$ и $R^2_{cv} = 0.639$), но является менее интерпретируемым и не позволяет оценить вклад наиболее информативных переменных в модель.

¹ <https://github.com/chinilin/Spectra>

Таблица 1. Результаты прогнозирования содержания $C_{орг}$ в образцах почв с использованием различных стратегий предобработки спектральных данных

Стратегия	PLSR		Stepwise LM + PCA		Lasso/Ridge regression		RF	
	R^2_{cv}	RMSE _{cv}	R^2_{cv}	RMSE _{cv}	R^2_{cv}	RMSE _{cv}	R^2_{cv}	RMSE _{cv}
“Сырые” спектры	0.556	0.793	0.449	1.511	0.497	0.727	0.472	0.772
MA	0.556	0.792	0.448	1.525	0.509	0.718	0.473	0.778
SG	0.556	0.792	0.448	1.518	0.522	0.721	0.468	0.778
SNV	0.540	0.753	0.483	0.808	0.540	0.821	0.519	0.713
FD	0.621	0.671	0.592	0.688	0.531	0.671	0.639	0.670
SD	0.428	0.823	0.356	0.879	0.274	0.878	0.401	0.801

Примечание: объем выборки (n) = 22

Таким образом, использование предобработки кривых спектрального отражения методом построения первых производных позволяет улучшить качество моделей прогнозирования содержания органического углерода в образцах почв региона исследований. При этом, самые надежные прогнозные модели получены методами построения регрессий частных наименьших квадратов и построения ансамблей деревьев решений.

Найденные закономерности могут служить основой для построения автоматизированных алгоритмов дешифрирования содержания органического углерода почв региона исследования по изображению их открытой поверхности по данным дистанционного зондирования.

Литература

1. Chang C.-W. [и др.]. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy–Principal Components Regression Analyses of Soil Properties // Soil Science Society of America Journal. 2001. № 2 (65). С. 480.
2. Conforti M. [и др.]. Laboratory-based Vis–NIR spectroscopy and partial least square regression with spatially correlated errors for predicting spatial variation of soil organic matter content // CATENA. 2015. (124). С. 60–67.
3. Dalmolin R.S.D. [и др.]. Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral // Ciência Rural. 2005. № 2 (35). С. 481–489.
4. Dotto A.C. [и др.]. Two preprocessing techniques to reduce model covariables in soil property predictions by Vis-NIR spectroscopy // Soil and Tillage Research. 2017. (172). С. 59–68.
5. Gholizadeh A. [и др.]. Comparing different data preprocessing methods for monitoring soil heavy metals based on soil spectral features // Soil and Water Research. 2016. № No. 4 (10). С. 218–227.
6. Guerrero C., Rossel R.A.V., Mouazen A.M. Special issue ‘Diffuse reflectance spectroscopy in soil science and land resource assessment’ // Geoderma. 2010. № 1–2 (158). С. 1–2.
7. Knox N.M. [и др.]. Modelling soil carbon fractions with visible near-infrared (VNIR) and mid-infrared (MIR) spectroscopy // Geoderma. 2015. (239–240). С. 229–239.
8. Minasny B., McBratney A.B. Regression rules as a tool for predicting soil properties from infrared reflectance spectroscopy // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 2008. № 1 (94). С. 72–79.
9. Ramirez-Lopez L. [и др.]. The spectrum-based learner: A new local approach for modeling soil vis–NIR spectra of complex datasets // Geoderma. 2013. (195–196). С. 268–279.
10. Rossel R.A.V., Behrens T. Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra // Geoderma. 2010. № 1–2 (158). С. 46–54.
11. Savitzky A., Golay M.J.E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures. // Analytical Chemistry. 1964. № 8 (36). С. 1627–1639.
12. Viscarra Rossel R.A. [и др.]. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse

- reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties // *Geoderma*. 2006. № 1–2 (131). С. 59–75.
13. Volkan Bilgili A. [и др.]. Visible-near infrared reflectance spectroscopy for assessment of soil properties in a semi-arid area of Turkey // *Journal of Arid Environments*. 2010. № 2 (74). С. 229–238.
14. XIE X.-L., PAN X.-Z., SUN B. Visible and Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopy for Prediction of Soil Properties near a Copper Smelter // *Pedosphere*. 2012. № 3 (22). С. 351–366.

УДК 631.41

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА
(ВОРКУТИНСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

О.В. Шахтарова, Е.М. Лаптева, Г.В. Русанова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, olga.shakhtarova@mail.ru

HEAVY METALS IN SOILS OF CEMENT PLANT IMPACT ZONE (VORKUTA DISTRICT,
THE KOMI REPUBLIC)

O.V. Shakhtarova, E.M. Lapteva, G.V. Rusanova

Institute of Biology Komi SC UrB RAS, Syktyvkar, olga.shakhtarova@mail.ru

Город Воркута, включая его окрестности, входит в состав Арктической зоны Российской Федерации. Этот регион испытывает высокие техногенные нагрузки, в связи с активной эксплуатацией здесь (особенно во второй половине XX века) угольных месторождений, развитием городской инфраструктуры, теплоэнергетики, строительных отраслей промышленности. В загрязнении городской среды и прилегающих территорий ведущую роль играют выбросы в атмосферу предприятий угледобывающей промышленности [3, 6] и цементного завода [7]. В их составе содержатся различные органические и неорганические поллютанты, а также карбонаты кальция, обуславливающие подщелачивание городских почв и импактной зоны цементного завода. Учитывая зависимость подвижности ТМ от кислотно-основных свойств почв, цель данной работы заключалась в оценке содержания ТМ в почвах импактной зоны цементного завода, кислотно-основные свойства почвенного покрова которой трансформированы под влиянием выбросов последнего.

В окрестностях цементного завода основным источником загрязнения компонентов окружающей среды является цементная пыль, зона аэротехногенного распространения которой охватывает территорию радиусом порядка 20 км. В результате ее оседания на поверхность почвы, в импактной зоне завода произошла трансформация морфологических и физико-химических свойств природных почв с формированием техногенно нарушенных образований (табл. 1).

Таблица 1
Физико-химические свойства почв в окрестностях цементного завода г. Воркута

Участок	Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	рН		Обменные основания, ммоль / 100 г почвы	
				H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Импактная зона цементного завода	2	RY	0-9	7,2	6,7	114,2	-
		[O]	9-11	6,8	6,3	9,0	0,7
		[BG]	11-26	6,4	5,2	41,8	11,8
	5	RY	0-3	7,5	7,7	232,9	-
		[O]	3-6	7,5	7,3	58,0	-
		[BG]	6-18	4,0	4,0	2,3	0,4
	4	AO	0-1	6,9	6,1	39,15	1,54
		G	1-11	5,6	4,3	8,36	0,58

Фоновый участок (Нерусовой- мусюр)	Р-3	АО	0-7	н/о	4,6	33,4	0,7
		АOh	7-14	-''-	3,5	6,6	0,8
		G	19-29	-''-	3,9	1,7	0,5
		BG	37-47	-''-	3,8	5,2	0,6

Примечание. Знаком «–» отмечены пробы, в которых результат измерения меньше нижней границы диапазона определяемого содержания; н/о – показатель не определяли.

Целинные ненарушенные почвы представлены на этой территории глеевыми криометаморфическими (или тундровыми поверхностно-глеевыми почвами), для которых характерна кислая реакция среды и сравнительно невысокое содержание обменных оснований [1]. Образованный в результате функционирования цементного производства на поверхности почв импактной зоны техногенный слой RY мощностью 3–9 см характеризуется несвойственными целинным почвам признаками: нейтральной реакцией среды, высоким (на порядок) содержанием обменного кальция. Изменение физико-химических свойств поверхностных горизонтов почв в связи с эоловым привносом мелкозема обусловило усложнение строения агрегатов, снижение скорости протекания процессов выщелачивания и элювиально-иллювиальной миграции элементов. Преобладающими становятся аккумулятивные процессы. Трансформация морфологии погребенного под техногенным слоем торфяно-подстилочного горизонта заключается в его уплотнении, усилении степени минерализации и агрегации. В нижележащих минеральных горизонтах почв отмечено ослабление признаков оглеения.

Известно, что в почвах юго-восточной части Большеземельской тундры, к которой территориально относится Воркутинский район Республики Коми, фоновое содержание ртути, свинца, меди, никеля, цинка и кадмия значительно меньше установленных ориентировочно-допустимых концентраций [4]. Изменение кислотности почв в импактной зоне, преобладание в их поверхностных горизонтах нейтральной и слабощелочной среды обусловили снижение подвижности (миграционной активности) халькофильных элементов – Cu, Zn, Pb, Cd [5] и их аккумуляцию в почвах рассматриваемой территории. Анализ содержания ТМ в почвах импактной зоны цементного завода свидетельствует о более высоких (практически в 2-4 раза), по сравнению с фоновыми, значениях концентрации всех рассмотренных ТМ (табл. 2), хотя в среднем эти значения не превышают установленные для суглинистых почв нормативы ОДК [2]. Исключением является кадмий, для которого отмечено превышение ОДК в 1,1 раза. Кроме того, в единичных разрезах выявлено превышение ОДК по цинку (110-119 мг/кг), обусловленное снижением подвижности этого элемента в условиях изменения кислотно-основного состояния тундровых почв и созданием зон с повышенной его концентрацией.

Таблица 2

Содержание ($\bar{x} \pm S$)* тяжелых металлов в почвах импактной зоны цементного завода, мг/кг

Участок	Горизонт	n**	Pb	Zn	Cu	Ni	Cd
Импактная зона цементного завода	О	9	$\frac{17,7 \pm 3,0}{17}$	$\frac{80,6 \pm 23,1}{29}$	$\frac{27,5 \pm 11,0}{40}$	н/о	$\frac{1,1 \pm 0,4}{40}$
	BG(h)	17	$\frac{10,9 \pm 3,7}{34}$	$\frac{46,5 \pm 30,7}{66}$	$\frac{13,1 \pm 11,9}{91}$	н/о	$\frac{0,6 \pm 0,5}{89}$
Фон***	О	31	$6,9 \pm 0,7$	$17,6 \pm 2,4$	$3,5 \pm 0,6$	$5,3 \pm 0,8$	$0,19 \pm 0,02$
	BGh	34	$7,1 \pm 0,3$	$22,9 \pm 1,2$	$5,2 \pm 0,5$	$10,6 \pm 0,7$	$0,11 \pm 0,1$
	ОДК****		65	110	66	40	1.0

Примечание. *в числителе $\bar{x}$ – среднее арифметическое, S – стандартное отклонение среднего арифметического; в знаменателе – коэффициент вариации, %; ** n – объем выборки; *** фоновые значения для глееземов криометаморфических (тундровых) поверхностно-глеевых почв) [по: 4]; **** ОДК для суглинистых (глинистых) почв, pH<5.5 (согласно ГН 2.1.7.2042-06 [2]).

Неоднородность поступления аэрозолей на поверхность почвы и разнообразие окислительно-восстановительных условий в ландшафтах определили значительное варьирование содержания ТМ в почвах импактной зоны цементного завода, особенно в подподстилочных минеральных горизонтах (табл.2). Профильное распределение ТМ в почвах импактной зоны характеризуется регрессивно-аккумулятивным типом, в отличие от фоновых территорий, где отмечается вынос этих элементов вниз по профилю и их накопление не в торфяно-подстилочном горизонте О, а в минеральном BG (табл. 2). Уровень накопления ТМ в поверхностных горизонтах почв импактной зоны определяется емкостью обмена, кислотностью, содержанием органического вещества. Подвижность усиливается в восстановительной среде.

Таким образом, изменение экологических условий в импактной зоне цементного завода, обусловленное поступлением подщелачивающих компонентов в составе аэрозолей на поверхность почвенно-растительного покрова, способствует трансформации химизма почв и оказывает влияние на специфику пространственного и внутрипрофильного перераспределения тяжелых металлов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата» (Гр. 11512151006).

Литература

- [1] Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.
- [2] ГН 2.1.7.2041-06 ГН 2.1.7.2042-06 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
- [3] Дымов А.А., Каверин Д.А., Габов Д.Н. Свойства почв и почвоподобных тел г. Воркута // Почвоведение. 2013. №2. С. 240–248.
- [4] Дымов А.А., Лаптева Е.М., Калашников А.В., Денева С.В. Фоновое содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводородов в почвах Большеземельской тундры // Теоретическая и прикладная экология. 2010. №4. С. 43–48.
- [5] Перельман Я.И. Геохимия ландшафтов М.: Высш. шк., 1975. 341 с.
- [6] Тентюков М.П. Биогеохимическая индикация, влияние антропогенных факторов на перераспределение микроэлементов в тундровых фитоценозах // Индикационная роль споровых растений воркутинской тундры в условиях антропогенного воздействия. Сыктывкар, 1991. С. 165–189.
- [7] Шамрикова Е.В., Ванчикова Е.В., Рязанов М.А., Казаков В.Г. Состояние снежного и почвенного покрова вблизи цементного завода // Вода: химия и экология. 2010. № 10. С. 46–51.
- [8] Melnikov S.A. Report of heavy metals // The state of the Arctic environment. Rovaniemi, 1991. Pp. 82–154.

ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ

УДК: 641.4

ДЕГРАДАЦИЯ СВОЙСТВ СВЕТЛО-СЕРЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ СЕВЕРА ТАМБОВСКОЙ РАВНИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАБОЛАЧИВАНИЯ

И.М. Даутоков

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г Мичуринск, igor181108@mail.ru

DEGRADATION OF SLIGHT-GREY SOILS NORTH OF THE TAMBOV REGION UNDER THE INFLUENCE OF WATERLOGGING

I.M. Dautokov

FSBEI HE Michurinsk SAU

Детальный обзор генезиса, свойств и морфологии серых и темно-серых почв на лессовидных тяжелых суглинках представлен в монографии Б.П. Ахтырцева [2]. Особенности темно-серых почв на двучленных отложениях были исследованы в последние десятилетия [3]. Светло-серые почвы в Тамбовской области приурочены к песчаным и супесчаным отложениям [1]. Несмотря на легкий гранулометрический состав они в большей степени, чем черноземы и темно-серые почвы подвержены поверхностному заболачиванию.

В этой связи для обоснования приемов их рационального использования нами были изучены основные элементы водного режима, физические и физико-химические свойства светло-серых супесчаных почв севера Тамбовской равнины.

Непосредственным объектом исследований послужили почвы опытного поля Плодоовощного Института Мичуринского государственного аграрного университета на территории землепользования учхоза «Роща» Мичуринского района Тамбовской области, приуроченные к I надпойменной террасе на правом берегу реки Лесной Воронеж. Был исследован следующий ряд почв светло-серая (1) – на повышенном участке; светло-серая мощная глубокооглеенная (2) – на склоне; светло-серая поверхностно-слабоглееватая (3) – в небольшом замкнутом понижении на повышенном участке террасы; светло-серая мощная поверхностно-среднеглееватая (4) – на дне открытой лощины и светло-серая среднемощная поверхностно-глееватая (5) – в центре обширной замкнутой западины. Почвы сформировались на двучленных отложениях – пылеватых супесях мощностью 40-120 см, подстилаемых мелкозернистыми песками с псевдофибрами. Дополнительное увлажнение обусловлено пресными атмосферными водами, застаивающихся в аккумулятивных формах рельефа.

Исследования проводились 2012-2016 годах. 2012 год был средним, как по зимним, так и по летним осадкам, 2013 был средним – по зимним осадкам и очень влажным – по летним, 2014 был сухим – по зимним осадкам и экстремально сухим – по летним осадкам, 2015 год был экстремально сухим по зимним осадкам и средним по летним, 2016 год был влажным по зимним осадкам и уникально-влажным по летним.

Исследуемый комплекс светло-серых почв сформировался на двучленных отложениях. Верхняя толща представляет собой супесь мелкозернистую с высоким содержанием пылеватой фракции (16-30 %), нижняя – песок (до 60%) разнозернистый с содержанием ила 5-10%. Глубина залегания песчаной толщи на высоких отметках террасы составляет 45-60 см (светло-серая и светло-серая поверхностно-слабоглееватая почвы) на склоне, в западинах она возрастает до 90-120 см (остальные почвы рассматриваемого ряда). Для верхней пылевато-песчаной толщи характерно элювиально-иллювиальное распределение ила. Максимальное накопление ила наблюдается на контакте слоев. Оно тем значительнее, чем больше мощность пылевато-песчаной толщи. Содержание пыли, напротив, мало изменяется по профилю почвы, но возрастает от 16-17 % на высоких отметках террасы до 38-42 % – в почвах западин. Высокое содержание этой фракции определяет низкую водопроницаемость верхних горизонтов и поверхностный застой влаги. От верхнего пылевато-мелкозернистого слоя нижняя толща четко отделяется снижением содержания пылеватой фракции с 15-30% до 5-6% и повышением с 20-30 до 40-60% доли

крупнозернистого песка. В псевдофибрах нижней толщи наблюдается одновременное накопление илистой и пылевой фракций. Повышение содержания физической глины до 20-36% делает их относительно водоупорными и определяет возможность накопления дополнительной влаги.

Таблица

Водный режим и свойства светло-серых и светло-серых поверхностно-оглеенных почв

Разрез, почва	Водный режим в ... год			Распределение ила по профилю	Физико- химические свойства
	Сухой	Средний	Влажный		
1. Светло-серая	Просыхание метровой толщи до ВЗ	Накопление влаги на псевдофиб- рах	Оптимальная влажность ВРК-ППВ	Накопление ила и пыли на псевдо-фибрах	Повышенная кислотность, V=55-68 %, ДАВ-4-6%
2. Светло-серая глубокооглеенная		Просыхание верхних 50 см до ВЗ		Накопление ила на контакте 70-90см	
3. Светло-серая поверхностно- слабо-глееватая	Просыхание верх-них 50 см до ВЗ, метровой тол-щи до ВРК	Верховодка в средней части профиля	Полное за- топление профиля или двухъярусная верховодка	Накопление ила с глубины 40 см	Повышенная кислотность, V=60-80%, ДАВ- 8-12%, снижение пористости аэрации нижних гори- зонтов
4. Светло-серая поверхностно- сильно-глееватая		Верховодка в нижних горизонтах		Накопление ила во всей верхней толщи	
5. Светло-серая поверх-ностно- глеевая		Двухъярус- ная верховодка			

Плотность твердой фазы светло-серых почв составляет 2,50-2,60 г/см³, в ожелезненных горизонтах - возрастает до 2,65 г/см³ (табл. 4). Плотность гумусовых горизонтов - 1,25-1,35 г/см³. Ее значения увеличиваются до 1,40-1,45 г/см³ в сильноглееватой и глеевой почвах, где наблюдается длительный застой влаги. На контакте верхней и нижней толщи повышение плотности до 1,50-1,55 г/см³ обусловлено накоплением ила. Для неожелезненных песков нижней толщи ее значения - 1,35-1,45 г/см³, в ожелезненных - 1,45-1,44 г/см³. в псевдофибрах – 1,60 г/см³. Общая пористость и пористость аэрации при влажности равной ППВ высокие (45-50 и 30-35% соответственно) и по профилю рассматриваемых почв изменяются незначительно. Только в псевдофибрах их значения снижаются до 35-38 и 0-6% соответственно. Легкий гранулометрический состав определяет низкие значения гидрологических констант и узкий диапазон активной влаги. Для гумусовых горизонтов он составляет всего 4-6%. В псевдофибрах и на контакте слоев значения гидрологических констант возрастают, диапазон активной влаги расширяется до 10-15%. Особенности водно-физических свойств определяет крайнюю неустойчивость рассматриваемых почв к засухам в условиях недостатка влаги, характерного для севера Тамбовской равнины.

Для пахотных горизонтов всех рассматриваемых почв характерна слабокислая реакция. Наиболее низкие значения рН солевой вытяжки характерны для обогащенных илом горизонтов А1А2 и А2В. В нижних опесчаненных слоях реакция почвы становится близкой к нейтральной. Значения гидролитической кислотности тем выше, чем выше содержание ила в горизонте. Легкий гранулометрический состав определяет низкие емкость катионного обмена (8-10 ммоль/100г почвы) и степень насыщенности основаниями (55-60%) светло-серой и светло-серой глубокооглеенной почв. Увеличение содержания ила в гумусовых горизонтах почв депрессий ведет к увеличению суммы оснований до 12-14 ммоль/100г почвы и степени насыщенности основаниями до 65-75%.

В первом метре профиля светло-серой почвы за весь период наблюдений ни разу не фиксировалась верховодка. Весной наблюдалось накопление влаги на ожелезненных прослоях в средней и нижней части профиля. После средних по зимним осадкам 2012, 2013 годов влажность всего профиля до конца мая была выше ППВ, а после влажного 2016 года - до начала июля. В 2012 году к середине лета почти метровая толща этой почвы просохла до ВРК. В 2015 и 2016 годах наблюдалось иссушение верхних 50 см профиля до ВЗ, а летом экстремально сухого 2014 года весь ее профиль к началу июля просох до ВЗ.

Наименее устойчива к засухам светло-серая глубокооглеенная почва на склоне. До ППВ весной промокают только верхние 20-30 см, значения влажности большей части профиля находятся в интервале ВРК-ППВ. Просыхание метровой толщи до влажности ВЗ наблюдалось не только в экстремально сухом 2014 году, но и в среднем 2015 и относительно влажном 2013 годах.

В профиле светло-серой поверхностно-слабоглееватой почвы после относительно влажных зим 2012 и 2016 годов до конца апреля наблюдалось поверхностное затопление, внутрипочвенное – до конца мая. В 2015 и 2016 годах весенние осадки способствовали медленному просыханию почвы. Влажность ниже ППВ на глубине 50-100 см опустилась только к середине вегетационного периода. Во время длительной засухи в июне-июле 2014 и августе-сентябре 2015 годов до ВЗ просохли только верхние 50-70 см профиля.

Поверхностное затопление до конца мая в светло-серой поверхностно-сильноглееватой почве наблюдалось после влажной зимы 2016 года и средних зим 2012 и 2013 годов, внутрипочвенное в средней части профиля – ежегодно. До значений ППВ влажность метровой толщи опускается только к середине вегетационного периода. Даже во время длительных засух 2014 и 2015 годов до ВЗ просохли только верхние 40 см профиля.

Двухуровневая верховодка в профиле светло-серой поверхностно-глеевой почвы наблюдается ежегодно. После ливневых дождей в 2012, 2015 и 2016 годах поверхностный застой влаги продолжается 5-10 дней. В 2012 году весь вегетационный период влажность почвы не опускалась ниже ВРК. Во влажном 2013 году метровую толщу иссушилась до ВРК к середине июня, а в экстремально сухом 2014 году до ВЗ к началу июля просохли верхние 50 см профиля. В 2015 и 2016 годах глубокое иссушение профиля наблюдалось только к началу августа.

ВЫВОДЫ

1. На пылевато-песчаных отложениях надпойменных террас севера Тамбовской равнины формируется комплекс светло-серых и светло-серых поверхностно-оглеенных почв.
2. Верхняя часть профиля этих почв обогащена пылевой фракцией. Характерна резкая дифференциация по содержанию ила.
3. Физические и физико-химические свойства удовлетворительные. Узкий диапазон активной влаги верхних горизонтов определяет низкую устойчивость почв к засухам.
4. В сухие по летним осадкам годы профиль светло-серых незаболоченных почв иссушается до ВЗ на глубину 1 м. В почвах западин в средние и влажные по зимним осадкам годы образуется двухуровневая верховодка, в очень влажные годы весь профиль обводнен.

Литература

- [1] Адерихин П.Г., Ахтырцев Б.П., Мусиков К.К. Земледельческий фонд Тамбовской области и его качественная оценка. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1974. 182 с.
- [2] Ахтырцев Б.П. Серые лесные почвы Центральной России. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1979. 233 с.
- [3] Зайдельман, Ф.Р. Никифорова А.С., Степанцова Л.В., Волохина В.П. Темно-серые почвы на двучленных отложениях севера Тамбовской равнины: Агроэкология, свойства и диагностика // Почвоведение. 2012, №5. С. 515-529.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА ПОЧВ В УСЛОВИЯХ
ОКСКО-ДОНСКОЙ ПРОВИНЦИИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Д.В. Мусенова*, Н.В. Минаев**

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, *darya.musenova@mail.ru,

**Arjuna@yandex.ru

SIMULATION OF THE THICKNESS OF THE HUMUS HORIZON OF SOILS UNDER LANDS
IN OKSKO-DONSKAIA PROVINCE OF THE FOREST-STEPPE ZONE

D.V. Musenova, N.V. Minaev

RSAU – MAA named after K. A. Timiryazev

Актуальность данной работы обусловлена тем, что на данный момент цифровая почвенная картография является целой областью современного направления в картографии почв и открывает широкий простор для исследований, что связано с распространением цифровых технологий получения и обработки информации[5]. Методы цифровой почвенной картографии могут позволить формализовать и автоматизировать процесс картографирования почв с контролем достоверности выходных карт. [1][2].

В предыдущей работе[3] была построена карта эрозионных структур почвенного покрова, которая отражала почвы разной степени эродированности. Данные получились достоверными, но с низкими показателями точности. Поэтому в данной работе была поставлена цель построить карту мощности гумусового горизонта в автоматическом режиме для территории пахотных угодий сельскохозяйственного предприятия Белгородской области.

Территория исследования по почвенно-географическому районированию относится к Окско-Донской провинции лесостепной зоны и располагается в северо-западной части Ракитянского района Белгородской области. В качестве почвообразующих пород выступают лессовидные суглинки.

Исходными материалами служили: топографическая карта масштаба 1:10000 (на основе которой построена цифровая матрица высот) и сеть почвенных разрезов.

Для построения карты мощности гумусового горизонта использовался метод регрессионного кригинга в котором для установления зависимости между мощностью гумусового горизонта и различными параметрами рельефа используется ансамблю деревьев решений и кригинг остатков от регрессии[6]. Таким образом получена цифровая карта отражающая мощность гумусового горизонта в каждой ячейки матрицы. Такая карта представляется более наглядной и может служить более удобным инструментом для оценки эрозии почв.

Литература

- [1] Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.:Росинформагротех, 2005. 784 с.
- [2] Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011. – 443 с., [12] л. ил.: ил.
- [3] Минаев Н.В., Мусенова Д.В. Автоматизированное картографирование эродированных почв пахотных угодий Окско-Донской провинции лесостепной зоны. В сб. трудов международной молодежной конференции «Почва и бобовые – симбиоз для жизни». – М.: АПР, 2016. – С.30-31
- [4] Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: Учеб. пособие для студ. вузов / Юрий Георгиевич Пузаченко. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
- [5] Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Методы цифровой почвенной картографии в задачах агроэкологической оценки земель. В сб.: «Цифровая почвенная картография:

теоретические и экспериментальные исследования». М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2012 – 350 с.

- [6] Hengl T., Heuvelink G.B.M., Stein, A. A Generic Framework for Spatial Prediction of Soil Variables Based on Regression-Kriging. Geoderma 120, 2004 – P. 75-93

УДК:551.43

МАСШТАБЫ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ УНПЦ «СТУДЕНЧЕСКИЙ» ФГБУ ВПО ЧУВАШСКАЯ ГСХА

Е.С. Павлова

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 10rfnz04@mail.ru

SCALE OF EROIDED SOILS IN THE TERRITORY OF UNIVERSITY STUDENT

"FGBU VPO CHUVASHSKAYA GSA

E.S. Pavlova

FGBOU VO "State University for Land Management", 10rfnz04@mail.ru

Высокая распаханность территорий, недостаточная защищенность пахотных земель лесными полосами, изреженность травяного покрова сенокосов и пастбищ, низкая культура хозяйствования на земле привели к экологической неустойчивости ландшафтов. В этих условиях использования эрозионно-опасных земель может привести к необратимым процессам разрушения почв и сельскохозяйственных угодий [1, 4].

Территория УНПЦ "Студенческий" Чувашской ГСХА расположена в южной части Чебоксарского района Чувашской Республики. Располагаясь в пределах Приволжской возвышенности, территория УНПЦ "Студенческий" характеризуется сильноволнистым рельефом с широкоразвитой овражно-балочной сетью. Коэффициент расчлененности общей площади землепользования равен 1,1 [2, 3].

Рельеф территории способствует развитию всех видов водной эрозии. По данным почвенных исследований на территории УНПЦ "Студенческий" Чувашской ГСХА несмытые почвы составляют 0,9% от общей площади пашни, эрозионно-лесные - 36,4%, слабосмытые - 53,7%, среднесмытые - 5,4% и сильносмытые 3,6%.

Почвенная карта УНПЦ «Студенческий» приведена на рис.

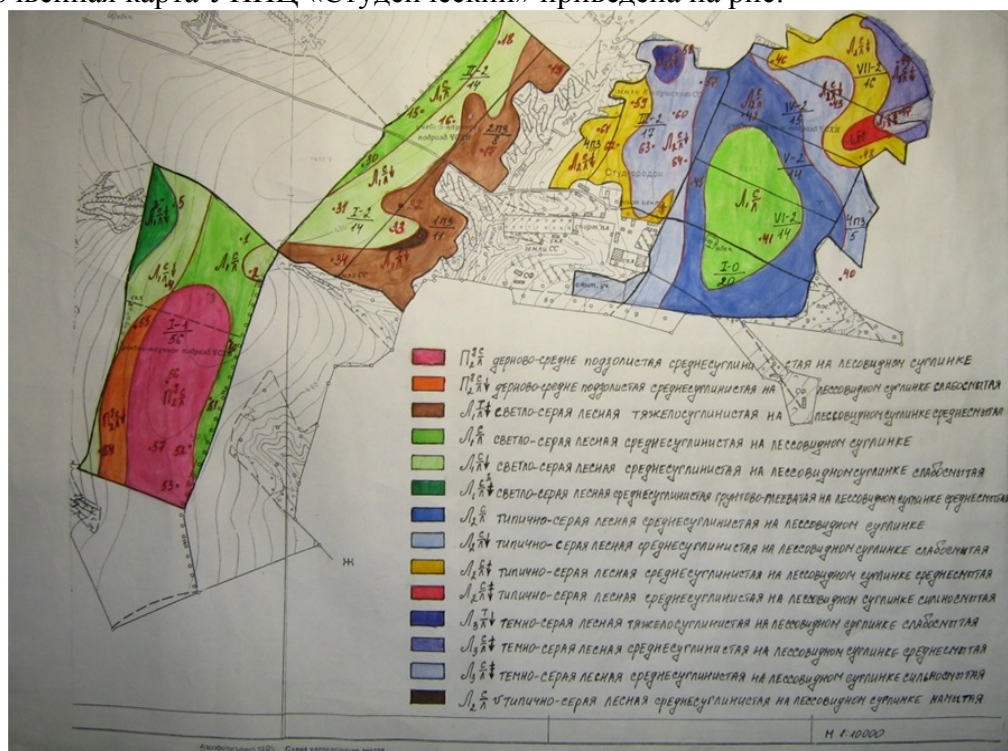


Рис. - Почвенная карта УНПЦ «Студенческий» Чувашской ГСХА

Почвенный покров на территории представлен почвами следующих типов: дерново-подзолистые (33,1%); серые лесные (55,4%), которые расположены на водоразделах и приводораздельных склонах; дерновые (9,3%), занимающие склоны оврагов и балок; болотные (2,2%), занимающие поймы рек. По механическому составу почвы в основном средне- и тяжелосуглинистые. По климатическим и почвенно-грунтовым условиям район расположения хозяйства можно отнести к первой группе лесорастительных условий.

Маршрутные и картометрические исследования показали, что на территории УНПЦ «Студенческий» весьма широко распространены эродированные почвы: слабосмытые занимают площадь 91,04 га, среднесмытые – 48,9 га и сильносмытые - 2,25 га (табл.).

Таблица - Площади эродированных почв УНПЦ «Студгородок»
Чувашской ГСХА

Наименование почв	Площадь, га	К общей площади пашни, %
Несмытые	90,4	38,87
Слабосмытые	91,04	39,14
Среднесмытые	48,9	21,02
Сильносмытые	2,25	0,97
Итого эродированных почв	142, 19	61,13

В УНПЦ «Студгородок» имеются полевые защитные лесные полосы в количестве 3 общей протяженностью 1300 м. Однако водозащитных, приовражных, прибалочных и водоохранных лесных полос нет, в связи с чем процессы водной эрозии интенсивно развиваются. Так, площади среднесмытых почв практически на всех полях севооборота выходят за пределы границ полей почвозащитных севооборотов.

В настоящее время на территории УНПЦ "Студенческий" имеется 13 га лесонасаждений, из них полевых защитных лесных полос 4,0 га, овражно-балочных лесонасаждений 1 га. Остальная площадь 9 га занята естественными лесами. Все защитные лесонасаждения имеют противоэрозионное значение. Основными породами в них являются дуб, липа, береза, тополь, осина и др., а в подлеске - лещина, бересклет, акация, черемуха, рябина и др. Существующие лесонасаждения находятся в удовлетворительном состоянии и не требуют проведения лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение защитной их роли.

Для проведения агролесомелиоративных работ в УНПЦ «Студенческий» необходимо выделить площадь 7,16 га, в том числе пашни – 5,4 га, пастбищ – 1,76 га. При этом для создания полевых защитных лесных полос необходимо выделить площадь пашни 2,4 га, водорегулирующих лесных полос – площадь пастбищ 1,5 га, водоохранных лесных полос – площадь пастбищ 0,3 га, сплошного облесения склонов оврагов и балок – площадь пашни 5,4 га и пастбищ 1,76 га

Литература

- [1] Землеустроительное проектирование. Противоэрозионная организация территории сельскохозяйственного предприятия. – М.: ГУЗ, 2007. – 121 с.
- [2] Васильев О.А. Эродированные почвы Чувашской Республики. – Чебоксары: Пегас, 2007. – 250 с.
- [3] Мониторинг земель Чувашской Республики / Информационный бюллетень №6. – Чебоксары: Новое время, 2012. – 168 с.
- [4] Состояние и основные направления развития землеустройства в Российской Федерации: монография / под науч. ред. С.Н. Волкова; редкол. М. П. Шубич, В. В. Пименов; Гос. ун-т по землеустройству. - М., 2006. - 317 с.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА ПОЧВЕННОГО МАТЕРИАЛА МЕЛКОВОДНЫМИ
ПОТОКАМИ НА МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ
ГОРИЗОНТОВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

О.О. Плотникова*, В.В. Демидов**, М.П. Лебедева***

*МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, mrs.plotnikova@mail.ru

**МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, vdem@rambler.ru

***Почвенный институт имени В.В. Докучаева, г. Москва, m_verba@mail.ru

INFLUENCE OF THE PROCESSES OF TRANSPORT OF SOIL MATERIAL BY SHALLOW
WATER FLOWS ON THE MICROMORPHOLOGICAL PROPERTIES OF SURFACE
HORIZONS OF SOME AGROGENIC SOILS

O.O. Plotnikova*, V.V. Demidov**, M.P. Lebedeva***

*Lomonosov Moscow State University

**Lomonosov Moscow State University

***V.V. Dokuchaev Soil Science Institute

Транспорт наносов – это целый комплекс процессов отрыва, переноса и отложения почвенных частиц под действием физических сил воды и ветра. Перенос почвенного материала водными потоками малой глубины (10-15 мм) является одним из важных компонентов, влияющих на свойства и формирование эродированных почв. Немало авторов исследовали микроморфологические свойства верхних горизонтов различных типов целинных, антропогенно преобразованных и эродированных черноземов (Быстрицкая, Герасимова, 1988; Поляков, 1981; Санжарова, Бганцов, Скворцова, 1988). При исследовании почвенного материала пахотных эродированных черноземных почв различной степени смытости в сравнении с целинными (Булыгин, Бреус, Семиноженко, 1998) методом прямого микроскопирования в отраженном свете было показано, что с увеличением степени смытости нарастает содержание неагрегированных элементарных почвенных частиц. Микроморфологический анализ агрегатов почвенного материала черноземов, сносимого при эрозии со стоковых площадок (Чижикова, Лебедева, Лебедев, 2010), позволил авторам заключить, что смываются наиболее легкие агрегаты – копролиты, обогащенные глинисто-органическим веществом. Однако детальных исследований по оценке влияния мелководных потоков на морфологические свойства поверхностных горизонтов различных типов агрогенных почв ранее не проводилось.

Цели и задачи исследования. *Целью* нашей работы является изучение изменений микроморфологических свойств пахотных горизонтов черноземов различной степени смытости в результате развития ручейковой эрозии. В *задачи* исследования входило определить микроморфологические показатели исследуемых почв в исходных образцах и во фракциях, преобладающих в агрегатном составе после размыва на большом эрозионном лотке

Объект исследования. Для изучения особенностей процесса ручейковой эрозии, происходящей на черноземных почвах, нами был заложен почвенно-эрозионный профиль на территории ОНО "ОПХ ГНУ ВНИИЗиЗПЭ" в Медвенском районе Курской области. Длина профиля 575 м. Определение степени смытости и выделение границ чернозема типичного различной степени смытости проводилось путем заложения и описания почвенных разрезов и прикопок в различных элементах рельефа (Классификация..., 1977). Для проведения экспериментов отбирали образцы поверхностных горизонтов черноземов типичных среднесуглинистых на лессовидных суглинках глубокопахотных несмытого, слабосмытого и среднесмытого.

Методы исследования: 1) гидрологический (эксперименты на большом эрозионном лотке). Большой эрозионный лоток представляет собой устройство для проведения модельных экспериментов в лабораторных условиях с целью изучения и прогнозирования различных процессов водной эрозии почв. В наших экспериментах на ложе лотка было

создано искусственное русло (длина – 5 м, ширина – 0,1 м, высота выступов шероховатости 0,5 мм), в которое с помощью электрического насоса с разной интенсивностью подается вода; 2) морфологические исследования почвенных агрегатов фракций, преобладающих после размыва на большом эрозионном лотке на микроуровне проводились с использованием оптического минералогического микроскопа Olympus BX51 с цифровой фотокамерой Olympus DP26.

Результаты исследования. *Исследование микропризнаков почвенного материала из образцов ненарушенного сложения.* Несмотря на присутствие угловато-блоковых и призмовидных агрегатов, в почти всех шлифах наблюдается хорошая агрегированность, существенная выраженность комковатой и зернистой структур, что характерно для гумусового горизонта чернозема. При этом с увеличением степени смытости меняется характер порового пространства: поры становятся более тонкими, их количество уменьшается. Из этой закономерности выбиваются два образца: верхняя часть пахотного горизонта несмытого чернозема и нижняя часть пахотного горизонта среднесмытого чернозема. При этом верхняя часть пахотного горизонта несмытого чернозема обнаруживает сильное сплывание агрегатов, формирование крупных глыбистых отдельностей с широкими порами-трещинами между ними. Подобная тенденция присутствует в нижней части пахотного горизонта среднесмытого чернозема, только в ней структурные отдельности меньших размеров и выраженность комковато-зернистой структуры сильная.

В качестве причины такого разброса можно назвать интенсивное сельскохозяйственное использование исследуемых почв, ежегодную распашку, вызывающую деградацию почвенной структуры. При этом в верхней части несмытой разновидности такое сильное сплывание можно объяснить ещё и тем, что отбор образцов происходил в рекордно влажный год после двух недель ежедневных сильных осадков. В нижней же части среднесмытого чернозема тенденция к сплыванию мелких комковато-зернистых агрегатов в крупные угловато-блоковые объясняется припахиванием материала переходного горизонта АВ и, как следствие, частичной утратой структуры, естественной для гумусово-аккумулятивного горизонта рассматриваемого чернозема. Однако в целом структура этой части пахотного горизонта среднесмытой почвы лучше в агрономическом отношении, чем структура приповерхностной части горизонта Апах несмытого чернозема. Это так же объясняется припахиванием горизонта АВ, содержащего карбонат кальция, который способствует упрочнению водостойких агрегатов почвы. В приповерхностных частях пахотных горизонтов слабосмытой и среднесмытой почвы мы не видим такого сплывания и деградации структуры, как в приповерхностной части горизонта Апах несмытого чернозема. Это объясняется положением этих почв в эрозионном ландшафте - деградировавший верхний слой в них уже смылся, припахиваются нижележащие горизонты, что приводит к большей водопрочности их структуры.

Кроме вышеописанных тенденций, с увеличением степени смытости в общем количестве органического вещества, видимого под микроскопом, возрастает доля органических остатков средней степени разложённости, что говорит о повышающейся активности почвенной биоты и, возможно, снижающейся интенсивности гумификации.

Исследование микропризнаков почвенного материала после размыва на большом эрозионном лотке. Размыв производился при следующих характеристиках потока: $V=0,3915$ м/с, $H=0,012$ м. После размыва образцов черноземов типичных несмытого и среднесмытого на большом эрозионном лотке были определены фракции, преобладающие в агрегатном составе как выносимых потоком, так и отложившихся в русле агрегатов. Для выносимых потоком агрегатов обеих разновидностей исследуемых черноземов типичных при исходном воздушно-сухом состоянии образцов это оказалась фракция размером от 0,25 до 0,50 мм, а при исходном капиллярно-увлажненном – от 1,00 до 2,00 мм.

В составе отложившихся агрегатов исследуемых черноземов типичных при исходном воздушно-сухом состоянии образцов преобладали агрегаты размером $< 0,25$ мм, а при исходном капиллярно-увлажненном – от 0,50 до 1,00 мм. Такие размерности преобладающих

фракций были установлены для обоих исследуемых вариантов чернозема типичного: несмытого и среднесмытого.

В вынесенных потоком агрегатах преобладают агрегаты высокого порядка, с большой долей гумифицированного органического вещества, часто встречаются копролиты. При этом как в шлифах чернозема несмытого, так и среднесмытого ясно видно, что при исходном капиллярно-увлажненном состоянии как вынесенные потоком, так и отложившиеся в русле агрегаты имеют более четкую и ровную внешнюю границу, чем при исходном воздушно-сухом состоянии. Это обуславливается, по нашему мнению, тем, что при капиллярном увлажнении образца происходит медленное вытеснение воздуха из внутриагрегатных капилляров и постепенное заполнение их водой, в результате чего при попадании агрегатов в поток не происходит их мгновенного разрушения под действием воздуха, резко выталкиваемого из капилляров. Кроме того, длительное увлажнение приводит к постепенному набуханию глинистых минералов в составе твердой фазы почвы и последующему закреплению структуры агрегатов.

В отложившихся фракциях преобладают более мелкие и менее прогумусированные агрегаты, а также часто встречаются агрегаты первого порядка, обломки агрегатов более высокого порядка и отдельные минеральные зерна. Растительные остатки представлены единичными слаборазложившимися корешками и редко встречающимися углефицированными тканями.

Выводы

1. Деградация почвы под действием мелководных потоков проявляется в заметной степени в среднесмытом черноземе типичном. Это выражается в относительном ухудшении структуры по сравнению со слабосмытым вариантом и в обеднении темноокрашенным гумифицированным органическим веществом по сравнению с несмытым вариантом.

2. Установлено, что водный поток при низкой скорости (0,3915 м/с) выносит, прежде всего, многопорядковые и наиболее плотные прогумусированные агрегаты (в том числе копролиты), в то время как в русле откладываются обломки менее гумусированных агрегатов и отдельные минеральные зерна. Таким образом, можно сказать, что выносятся относительно более легкие агрегаты, а откладываются более тяжелые за счет более высокой доли в них зерен скелета.

Литература

- [1] Булыгин С.Ю., Бреус Н.М., Семиноженко Т.А. К методике определения степени эродированности почв на склонах // Почвоведение. 1998 № 6. С. 714–718.
- [2] Быстрицкая Т.Л., Герасимова М.И. О годовом цикле современного черноземного процесса // Почвоведение. 1988. № 6. С. 5–16.
- [3] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
- [4] Поляков А.Н. Микроморфология черноземов Заволжско-Предуральской лесостепи // Биологические науки. 1981. № 5 (209). С. 90–97.
- [5] Санжарова С.И., Бганцев В.Н., Скворцова Е.Б. Структурное состояние чернозема типичного разной длительности сельскохозяйственного использования // Микроморфология антропогенно измененных почв. М.: Наука, 1988. С. 64–74.
- [6] Чижикова Н.П., Лебедева (Верба) М.П., Лебедев М.А. Минералогический состав и микростроение почв аккумулятивно-денудационного ландшафта северной части лесостепи и сносимого при эрозии материала // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 65. 2010. С. 36–47.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

М.В. Покоева*, О.Н. Николаева**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, mpokoeva@rgau-msha.ru

**Сибирский Государственный Университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
onixx76@mail.ru

MODERN STATE OF FOREST FUND OF THE EASTERN SIBERIA

M.V. Pokoeva, *O.N.Nikolaeva**

* RSAU –Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Siberian State University of geosystems and technologies

Главными природными факторами гибели лесов являются лесные пожары и незаконное изъятие леса. Ежегодно в России происходит около 300 тысяч лесных пожаров. Относительный уровень потерь от пожаров в нашей стране - самый высокий среди высокоразвитых стран мира. Он превышает сопоставимые показатели потерь Японии в 3,5 раза, Великобритании в 4,5 раза, а США в 3 раза. Оценить объемы незаконных рубок гораздо сложнее, чем объемы лесных пожаров, так как, по данным СМИ, латентность незаконных рубок составляет около 99%: так как они не указываются в базе данных и статистических ежегодниках Федеральной службы государственной статистики, не отображаются на официальном сайте и ежегодных отчетах Федерального агентства лесного хозяйства, не выделяются на официальном сайте МВД РФ и т. д.

Основная часть лесных ресурсов России сосредоточена в регионах Восточной Сибири: Иркутская область, Забайкальский край, Красноярский край, Республика Хакасия, Республика Тыва, Республика Бурятия. Кроме вышеперечисленного, настоящей бедой сибирских лесов стало повсеместное проведение псевдосанитарных рубок лесхозами, когда под видом улучшения санитарной обстановки вырубались древостои в различных категориях особо защитных лесов (горные, водоохранные, рекреационные, кедрово-промысловые и т. д.) и даже на территории заказников и природных парков. Опасным явлением стало то, что для рубки того или иного охраняемого участка леса его предварительно поджигали, и пожары, неконтролируемо распространяясь на большие территории, порой уничтожали уникальные массивы лесов [12].

Целью работы является исследование и оценка ущерба, нанесенного лесным массивам Восточной Сибири, в результате пожаров и незаконного изъятия леса с 2005 по 2014 гг.

Сбор данных производился с использованием данных опубликованных в СМИ, данных Росстата [1], государственных докладов о состоянии окружающей среды в регионах Восточной Сибири [9, 3, 7, 4], ежегодных государственных докладов о состоянии лесов [10, 11]. Далее данные были отсортированы по субъектам, годам, ущербу в денежном эквиваленте и ущербу по площади земель. Сведения, полученные из СМИ, проходили дополнительную перепроверку и сверку с данными из официальных государственных источников.

Данные собирались по следующим субъектам Восточной Сибири: Республика Бурятия, Республика Тыва, Республика Хакасия, Забайкальский край, Красноярский край, Иркутская Область. Зачастую в отчетах приводятся неполные данные, например, указывается только общая площадь сгоревшего леса и не характеризуется нанесенный ущерб и т.д. Поэтому, в некоторых случаях проводились дополнительные расчёты, с использованием специально разработанных методик [5, 6].

По результатам расчётов были сформированы таблицы, которые затем были оформлены в базу данных состояния лесного фонда Восточной Сибири в ГИС MapInfo. При создании базы данных собирались данные с 2005 до 2014 год по следующим параметрам: общий запас древесины (млн. м³), объем заготовленной древесины (млн. м³), общая площадь сгоревшего леса (га), ущерб от пожаров (млн. руб.), общая площадь незаконно изъятых лесов (га), ущерб от незаконного изъятия леса (млн. руб.), расходы по тушению лесных пожаров

(млн. руб.), общая площадь погибших лесонасаждений(га), общая площадь лесного фонда (млн га).

На основании полученных данных из базы был создан ряд тематических карт, характеризующих состояние лесного фонда Восточной Сибири. На картах отображены следующие параметры:

- общий запас древесины по регионам за 2014 год;
- динамика ущерба от незаконного изъятия леса с 2005 по 2014 год
- динамика общей площади незаконного изъятия леса с 2005 по 2014 год
- динамика ущерба от пожаров с 2005 по 2014 год
- динамика общей площади сгоревшего леса с 2005 по 2014 год
- объем заготовленной древесины по регионам за 2013 год
- расходы по тушению лесных пожаров по регионам за 2012 год
- общая площадь погибших лесонасаждений по регионам за 2014 год
- площадь лесного фонда по регионам за 2014 год.

Построения всех тематических карт производилось в ГИС MapInfo при помощи методов картограмм и столбчатых диаграмм.

В результате анализа полученных данных выяснилось, что значительное возрастание ущерба от лесных пожаров и незаконного изъятия леса наблюдается в Восточной Сибири, начиная с 2010 года. Лидером по ущербу от лесных пожаров на 2014 год являлся Красноярский край. Лидером по ущербу от лесных пожаров с 2005 по 2014 год является Республика Бурятия. В 2014 году во всех регионах Восточной Сибири наблюдался значительный прирост ущерба от лесных пожаров и незаконного изъятия леса.

С 2010 года во всех регионах Восточной Сибири наблюдался значительный ущерб от незаконного изъятия леса. Динамика ущерба изменялась неравномерно. Красноярском и Забайкальском краях и республике Тыве ущерб с 2011 по 2014 год снизился. В Иркутской области и Республике Бурятия с 2011 по 2014 год ущерб возрос. Лидером по ущербу от незаконного изъятия леса с 2005 по 2014 год являются Иркутская область и Красноярский край. Лидером по площади незаконного изъятия леса с 2005 по 2014 год является Иркутская область.

В 2014 году в Красноярском крае, Иркутской Области, Республике Бурятия наблюдалось резкое увеличение площади лесных пожаров и незаконного изъятия леса.

Лидером по площади лесных пожаров на 2014 год является Красноярский край. Лидером по площади лесных пожаров с 2010 по 2014 год является Республика Бурятия.

Высокая пожароопасность лесов в Восточной Сибири объясняется аномальными метеоусловиями: жаркая и сухая погода, сильный и переменный ветер, сухие грозы; удаленность очагов от жилья (отсюда позднее обнаружение, несвоевременное сосредоточение сил и средств, удаленность водоисточников); техническое несовершенство и слабая мощность применяемых средств. Поэтому такие пожары часто выходят из-под контроля и приобретают большие размеры. Нередко борьба с подобными пожарами сводится к защите населенных пунктов от пожаров, а основным ликвидатором пожаров является дождь. Период дождей в Восточной Сибири приходится на август, следовательно, три месяца (май-июль) пожары в лесах практически бесконтрольны. Выявить определенную последовательность пожароопасного периода Восточной Сибири мешает резко континентальный климат. Он неустойчив и способен к резким отклонениям то в одну, то в другую сторону. Поэтому четкую схему пожароопасности вывести сложно. Горимость лесов того или иного региона определяется географическими, климатическими, ландшафтными условиями, своеобразием лесной растительности и целым комплексом хозяйственных факторов. Рельефные и климатические особенности местности являются объективными факторами, влияющими на пожарное состояние лесов [2].

Особое беспокойство лесоведов Восточной Сибири уже с 60-х гг. 20 века вызывают существенные изменения почвы, происходящие под воздействием лесных пожаров.

Особенно сильно на свойства почв влияют устойчивые верховые пожары, при которых на значительных территориях практически полностью уничтожаются верхние плодородные горизонты лесных почв, на восстановление которых требуется сотни лет [8].

Таким образом, проанализировав полученные данные можно сказать что, современное состояние лесного фонда Восточной Сибири терпит значительные негативные изменения, которые характеризуются резким сокращением лесного фонда, которое влечет за собой ряд экологических проблем: образование парникового эффекта из-за увеличения количества диоксида углерода, резкая смена фитоценоза, образование болот, развитие эрозионных процессов, промерзание почвы из-за отсутствия лесной подстилки и т.п.

Литература

- [1] Единая межведомственная информационно-статистическая система [электронный ресурс]– режим доступа: <http://www.fedstat.ru>.
- [2] Зверева, С.Н. Законное лесопользование и методика подсчета ущерба, причиненного незаконной рубкой лесных насаждений применительно к ст. 260 УК РФ // «Черные дыры» в Российском законодательстве. – 2007. – № 5. – С. 206–207
- [3] Министерство природных ресурсов забайкальского края [электронный ресурс]-режим доступа: http://минприр.забайкальскийкрай.рф/OOS/ekologicheskaya_situaciya.html
- [4] Министерство Природных ресурсов и экологии Красноярского края [электронный ресурс]-режим доступа: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5849>
- [5] Набатов, Н. М. Лесоводство / Н. М. Набатов. Об утверждении порядка использования лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов /Приказ Минсельхоза РФ от 14.05.2010 № 162. -М: ИМГУЛ, 2002. –192 с.
- [6] ОСТ 56-44-80. Лесоустройство (таблицы сортности, товарность леса, заграждения, пограничные знаки и т.д.). Каталог ОСТ,2016
- [7] Официальный портал правительства Иркутской области [электронный ресурс]-режим доступа: http://irkobl.ru/region/ecology/doklad/index.php?sphrase_id=3844352
- [8] Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования / – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 408 с.
- [9] Управление государственного надзора и охраны леса. Управление лесопользования Забайкальского края [электронный ресурс]-режим доступа: http://лесслужба.забайкальскийкрай.рф/upravlenie_gosudarstvennogo_nadzora_i_ohrany_lesa.html
- [10] Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [электронный ресурс]-режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/2016>
- [11] Федеральное агентство лесного хозяйства [электронный ресурс]-Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/other/79>
- [12] Ярошенко, А.Ю. О причинах незаконных рубок и организационно-правовых мерах по обеспечению борьбы с ними. Материал подготовлен для «круглого стола» в Совете Федерации на тему «Правовое обеспечение борьбы с незаконными рубками леса» 27 ноября 2008 г.

АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ

Е.С. Прохоров, А.А. Шевляков, В.Ю. Афанасьев

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула,
lukienko_lv@mail.ruTHE ANALYSIS OF THE EQUIPMENT USED TO RECOVERY
DEGRADATION OF AGRICULTURAL SOILS

E.S. Prohorov, A.A. Shevlyakov, V.Yu. Afanasyev

Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula lukienko_lv@mail.ru

Актуальность избранной темы исследования состоит в том, что по данным государственного учета, общая площадь эродированных, дефлированных, эрозионно- и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий составляет 130 млн га, в том числе пашни 84,8 млн га, пастбищ — 28,7 млн га. В целом по стране в составе эродированных сельскохозяйственных угодий средне- и сильноэродированных почвы занимают 26%. Доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться. В течение последних 20 лет темпы их прироста достигли 6-7% каждые 5 лет. В результате эрозии и дефляции почв недобор урожая на пашне достигает 36%, на других угодьях — до 47%. Для Тульской области рассматриваемая тема исследования также актуальна и состоит в том, что в соответствии с ростом потребления продуктов аграрного сектора и необходимостью импортозамещения, а также в результате интенсивного развития промышленности и городских поселений возрастает негативная нагрузка на агроэкосистемы: в результате использования химических удобрений и значительного количества техники при проведении сельскохозяйственных работ увеличивается негативное воздействие на почву. Так в Тульской области на 1.01.2105 года под древесно-кустарниковой растительностью находилось 8,3 тыс. га, что составляет 60,5% от общей площади сельскохозяйственных угодий Тульской области.

Основная отрицательная тенденция использования сельскохозяйственных земель — их зарастание вследствие негативного хозяйствования в момент начала рыночной экономики. Да и в настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия отказываются от эксплуатируемых земель отчасти из-за кризиса, отчасти из-за сложной финансовой ситуации. Между тем имеется острая необходимость восстановления этих заросших полей и ввод их в оборот. В этой связи, наиболее актуальными задачами [3] является окультуривание полей, заросших мелкоколесем, удаление и утилизация остатков древесной растительности с целью приведения поверхности в удобное для обработки, возделывания и уборки сельскохозяйственных культур состояние. Эти виды работ являются сложными, трудоёмкими и требуют тщательного подбора технических средств и технологий для их осуществления.

В настоящее время применяют следующие основные способы уборки кустарника и мелкоколесья: срезка с последующим сгребанием и утилизацией древесной массы, подкорчевкой и удалением пней и корней (раздельное удаление наземной части древесной растительности и пней с корнями); вычесывание кустарника вместе с корнями и его удаление; корчевание с последующим сгребанием и утилизацией древесной массы (раздельное корчевание и сгребание); измельчение кустарника на месте и перемешивание его с почвой, т.е. включение измельченной древесины в баланс органического вещества почвы (так называемое глубокое фрезерование - мульчирование); запашка кустарника.

Наиболее распространён первый из указанных способов — срезка с последующей утилизацией, которую применяют как на минеральных, так и на торфяных почвах, заросших древесной растительностью с диаметром корневой шейки до 150 мм. Данная операция весьма энергоёмка, требует немалых финансовых и технических ресурсов. Ранее для её выполнения чаще всего использовался агрегат МТП-13 (N=95,5 кВт; Q=0,65-1 га/смену;

m=24,5 т; наибольший диаметр срезанных деревьев – 350 мм; ширина полосы, срезанной за один проход – 13 м) совместно с трактором Т-130.

Для срезания кустарника применяются кусторезы отечественного производства: кусторез навесной КН-2 (СГАУ) с активными рабочими органами, предназначенный для срезания кустарника и одиноко стоящих деревьев толщиной ствола до 120 мм на обочинах автомобильных дорог и на откосах с шириной захвата полосы окашивания 1300 мм. Высота среза после обработки 40-100 мм. Кусторез агрегируется с тракторами МТЗ, ЮМЗ и другими тракторами до третьего тягового класса; кусторез Д-514 с пассивным рабочим органом. Кусторез срезает кустарник и раскалывает отдельные деревья с диаметром ствола до 300 мм. При срезке деревьев кусторез расшатывает оставшиеся в грунте пни, облегчая последующую работу корчевателей. Ножи кустореза нельзя заглублять в почву, так как они быстро затупляются и начинают не срезать, а срывать дерновой покров, ухудшая тем самым условия для последующего сбора древесной массы. При срезке древесины на высоте более 2 см от поверхности почвы стволы прогибаются и тем самым ухудшается качество среза и самой работы. Кусторез хорошо срезает (раскалывает) деревья и пни (свежей рубки) диаметром до 250—300 мм, а при старой рубке — диаметром до 350—400 мм. Кусторез практически может работать в любое время года. На заболоченных, слабых и влажных грунтах кустарник удобней и предпочтительней срезать после наступления заморозков, так как увеличивается несущая способность грунта. Кустарник и деревья небольшого диаметра (150—200 мм) кусторез срезает за один проход, а деревья диаметром 300—400 мм кусторез раскалывает и срезает с противоположных сторон за два-три прохода. Кусторез Д-514 является сменным навесным оборудованием к трактору Т-100 МГП мощностью 108 л.с. и другие. После срезания кустарниковую растительность сволакивают на окраину плантации для дальнейшей переработки, либо измельчают на месте агрегатами типа МСН 180. Этот агрегат представляет собой прицепной измельчитель древесных отходов на легковом полуприцепе с ручной или гидравлической подачей материала и приводом от собственного дизельного двигателя мощностью 31,5 кВт. Максимальный диаметр перерабатываемого материала 180 мм, производительность от 5...25 м³/ч, регулировка длины щепы 9...13 мм. Переработанная непосредственно на поле щепа в дальнейшем служит мульчирующим слоем или органическим удобрением.

Крупные пни диаметром свыше 350 мм выкорчевывают в несколько приемов с разных сторон. Для корчевания пней и их транспортировки за пределы участка на расстояние до 50 м применяют корчеватель Д-496А, производительностью до 30 шт/час, шириной захвата 1,38 м, с четырьмя корчевальными клыками, при диаметре корчующих пней 30-40 см, навешиваемый на трактор Т-100. Крупные пни корчуют машинами К-1А и К-2А, навешиваемыми на трактор Т-100-М или Т-100. После того как почва на корнях выкорчеванных пней обсохнет, ее отряхивают, используя два гусеничных трактора, между которыми на расстоянии 25...30 м. натягивают тросы – один длиной 40...45 м, другой – 60 м. При движении тракторов выкорчеванные пни перекатываются тросами и освобождаются от земли. Обычно требуется несколько проходов тракторов. Затем пни собирают в валы, сжигают или вывозят за пределы участка.

Весьма перспективной технологией очистки засорённых территорий является мульчирование с использованием специальной техники. При применении мульчера (ширина захвата – 1100...1580 мм; масса – 980...1150 кг; максимальный диаметр срезаемой растительности – 200 мм) происходит измельчение деревьев и кустарников в щепу, которая либо остаётся на поверхности, либо перемешивается с верхним слоем земли.

Ротор мульчера может быть оснащён подвижными (шарнирно закрепленными маятниковыми зубьями, измельчающими древесину за счет ударного воздействия, или неподвижными, жестко закрепленными резцами с твердосплавными (ВК-6, ВК-8) вставками, измельчающими древесину резанием. Иногда используется комбинированный вариант – режущие молоты также выполнены в виде твердосплавных резцов с дробящими

наконечниками . Для каждого ротора предусмотрено несколько типов ножей для измельчения различных материалов.

Проведённый анализ показал, что эксплуатация техники, работающей на очистке засорённых территорий происходит в сложных условиях, сопряжённых с динамическими нагрузками. Это может привести к преждевременному выходу из строя рабочих органов. Поэтому представляется актуальной разработка мероприятий по восстановлению изношенных рабочих органов машин для очистки засорённых территорий.

Литература

- [1] Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, М., 2011, 162 с.
- [2] Р. А. Смирнов. Культуртехнические работы по восстановлению запущенных сельскохозяйственных земель, с. 103-110
- [3] Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2015 году / Министерство экономического развития Российской Федерации Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. М. 2016, 202 с.
- [4] Поздняков Е.В., Малюков С.В. Машины для удаления пней и древесно- кустарниковой растительности на вырубках // Молодой учёный. № 12 (59) / 2013, с. 161-164
- [5] Государственная дума федерального собрания Российской Федерации седьмого созыва. Комитет по природным ресурсам, собственности и земельным отношениям. Материалы парламентских слушаний на тему: «О концепции развития земельного законодательства Российской Федерации» г. Москва 6 марта 2017 года, 41 с.
- [6] Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / Под редакцией академиков Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
- [7] Ветчинников, А.А. Эколого-агрохимическое обоснование технологии рекультивации сельскохозяйственных земель, нарушенных при производстве работ на линейных сооружениях. Нижний Новгород, 2010, 175 с.
- [8] Лазарева, И. В. Восстановление (рекультивация) нарушенных территорий / И. В. Лазарева // Опыт районной планировки и градостроительства за рубежом. – М.: Госстройиздат, 1962. – 135 с.
- [9] Л.С. Застенский, Н.Н. Неволин. Машины и механизмы лесного хозяйства и их эксплуатация.— Вологда, 2000.— 395 с.

УДК 631.434.52 (470.630)

ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ИЗОБИЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА

А.В. Соломичева

Ставропольский государственный университет, г. Ставрополь,

anastasia.solomichewa@yandex.ru

PHYSICAL DEGRADATION OF LAND IN IZOBILNENSKY DISTRICT

A.V. Solomicheva

Stavropol State Agrarian University

К основным видам загрязнения почв относятся: физическая деградация, химическая деградация и биологическая деградация. Все эти виды нарушают структуру почвенного покрова, чем способствуют утрате его экологических функций. В данной статье подробно будет рассмотрена физическая деградация почв. Физическая деградация является одним из основных видов экологического фактора разрушения, причиняющей по многим факторам урон, как почвенному профилю, так и всему, что находится и обитает в нём.

Многие ученые часто задаются вопросом: как и почему происходит разрушение почвенного покрова? Есть ли решения для его устранения? Основными причинами

разрушения почвенного покрова являются: эрозия, опустынивание, денудация, гидрологическое воздействие и самое важное, на мой взгляд, антропогенное воздействие человека. Природные катастрофы, катастрофы антропогенного характера также неотъемлемо влияют на плодородный слой почвы. Наиболее распространенное разрушение верхних слоев почвы происходит из-за сноса верхних плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра, так называемым процессом эрозии. Как нам известно, эрозия существует в двух видах: водная и ветровая. Факторы, влияющие на развитие данного процесса, могут быть различны. Наиболее часто встречающиеся: климат, крутизна и форма склонов, характер рельефа, температурный и водный режим почвы.

Как мы знаем значимость почвы заключается в том, что она является необходимым условием существования и развития жизни на Земле. В этой связи стратегия использования земель не может быть направлена только по руслу технологического процесса производства продуктов питания. В земледелии получение конечного результата в виде продуктов или дохода следует соизмерять показателями возможного негативного воздействия на почву. Земледелие являлось главным фактором коренного преобразования природы, превращения экосистем. Поэтому земледелие наиболее ответственно за состояние земельных ресурсов, почвенного покрова.

Для Ставрополья почвы - являются главным, жизненно необходимым ресурсом. Потерям почвы, не сохраним естественное плодородие почв – потерям и урожаи, и качество продукции. Химизация не сможет возместить даже потери питательных веществ от смыва и выдувания [3]. Сельскохозяйственное производство в Изобильненском районе ведётся в сложных природных условиях: беспокойный рельеф, наличие лёгких почв, недостаток влаги, а в ряде мест, наоборот подтопление, отсутствие большой территории лесов, ливневый характер осадков. Всё это способствует эрозии почв, снижает урожайность, поэтому сохранение плодородия почв в районе необходимо [1].

Одной из главных проблем Изобильненского района является деградация почв. Земли подвержены ряду негативных процессов, основными из которых являются водная и ветровая эрозии, засоление, подтопление, переувлажнение и заболачивание [4].

В Изобильненском районе выявлено 119404 га эрозионноопасных земель, что составляет 94 % от всей площади сельскохозяйственных угодий. Из них, эродированно всего 37392 га (29% от всей площади сельскохозяйственных угодий), в том числе сильно – 6854 га (5%), из них дефлировано 20705 га или 16% от всей площади угодий. Площадь сельскохозяйственных угодий, совместно подверженных водной и ветровой эрозии, составляет 3208 га (3%). Из всех обследованных сельскохозяйственных угодий более 86,8% земель, подверженных водной и ветровой эрозии, приходится на пахотные земли.

Наблюдения, проведённые за фактическими объёмами потерь почвы, в предыдущие годы показали, что интенсивность проявления ветровой эрозии была очень слабой, а водной весьма существенна. За 2007-2008 сельскохозяйственный год фактически было смыто в среднем 16,4 тыс. т. и сумма ущерба в результате в Изобильненском районе достигла 32707,69 тыс. рублей [4].

Процессы водной эрозии вызываются в основном атмосферными осадками, а также интенсивным снеготаянием, которые и образуют поверхностный сток. Степень смыва почвы определяется не только количеством интенсивностью выпадающих осадков, но и уклоном местности: чем он выше, тем больше объёма скорость стока, а, следовательно, и масштабы эрозии или потери почвы. Зависит она от гранулометрического состава, структурности, водопроницаемости и многих других свойств почвы [3].

По данным фондовых материалов площадь переувлажнённых почв сельскохозяйственных угодий в Изобильненском районе составляет 9144 га или 5,7% от площади сельхозугодий, при этом внепойменные переувлажнённые земли занимают 8854 га, а пойменные – 290 га. 579 га (0,3%) заболоченных почв. Подтоплено 10,8 тыс.га сельскохозяйственных угодий района, уровень залегания грунтовых вод 3 м. Однако, приведённые данные характеризуют переувлажнённые земли лишь в 2015 году, так как в

последние годы большинство хозяйств необследовалось, следовательно, указанные цифры могли существенно измениться [4].

На территории района в 2016-2017 году отмечались участки с природным подтоплением. По данным метеостанции в 2016 году и в первой половине 2017 наблюдалось большое количество осадков. В 2016 году количество осадков составило 890 мм, при установленной в районе норме 610 мм. За первые 6 месяцев 2017 года выпало 410 мм осадков, то есть 67% от годовой нормы [5]. Из-за большого количества осадков в 2016-2017 годах, не глубокого уровня залегания грунтовых вод, не спокойного рельефа и ряда других показателей многие хозяйства Изобильненского района, например: такие как ОА СП «Новотроицкое», ТнВ «Агрозоопродукт Зимин Юрий Николаевич и Компания», СПК (к-з) «Рассвет», ООО «КрайСервис», СПК (к-з) «Русь», СПК артель «Макаров» и др., подверглись переувлажнению, подтоплению и заболачиванию. Это привело к снижению, а в некоторых местах и к полной гибели сельскохозяйственных культур. Например, в 2017 году в районе пришлось списать 1702,7 га сельскохозяйственных культур. Из них 108 га озимого рапса, 115 га озимого ячменя, 772 га озимой пшеницы, 64 га льна масличного, 350 га подсолнечника, 6 га сои, 124 га сахарной свёклы и 163,7 га кукурузы. Так же почти 100 га кукурузы на зерно пришлось перевести в кормовую. Потери от избытка воды на полях достигают больших размеров, но самое главное, что это приводит к водной эрозии, почва теряет своё плодородие.

Существует ряд мероприятий по защите земель от затопления и подтопления, водной эрозии и воздействия других негативных техногенных факторов. В Изобильненском районе один из наиболее эффективных методов борьбы являются лесополосные насаждения. Лесные полосы создавались преимущественно в 40-60-х годах XX века, когда часто были засухи, суховеи, пыльные бури. Размещение лесных насаждений по всей площади поля позволяли решать проблемы снегозадержания, защиты почв от смыва и выдувания, предотвращать влияние суховеев, сокращать градобитие посевов.

В 90-е годы XX века земли сельскохозяйственного назначения бывших колхозов и совхозов края по указу Президента РФ Б.Н. Ельцина разделили на паи, оставив при этом лесополосные насаждения бесхозными.

Нынешнее состояние лесополос внушает тревогу о будущем плодородии. Лесополосы находятся в условиях вымирания, так как подвержены, негативным влияниям как антропогенным, так и природным. С июля 2016 года земли сельскохозяйственного назначения, занятые лесными насаждениями, перешли в ведение края. Т.е. в настоящее время предстоит большая работа по мониторингу лесных полос, что бы лесные насаждения нашли своего хозяина и продолжали выполнять свою функцию.

Помимо насаждения лесных полос требуется ещё ряд мероприятий по защите почвы от деградации.

Рябов Е.И. в своих методических рекомендациях по системе защиты почв от водной и ветровой эрозии в Ставропольском крае пишет, что проблема защиты почв является сложной, но её решение крайне необходимо. Почвенные ресурсы для края самые главные, от них в сильной степени зависит благополучие Ставропольского населения. Природные условия диктуют необходимость повсеместного применения почвозащитных приёмов, технологий. Необходимо срочное внедрение комплекса мер по предотвращению катастрофических потерь почвы. Целесообразно включение программы поддержания природного плодородия почв в качестве приоритетной в стратегию экономического развития Ставропольского края.

Государственным центром агрохимической службы «Ставропольский» на почвах Изобильненского района предлагаются следующие противоэрозионные мероприятия:

На эрозионно-опасных почвах необходимо: проведение всех мероприятий по обработке почвы и посевов только поперёк склонов; ограничение возделывания пропашных и технических культур; вспашка на глубину 22-25 см с почвоуглублением до 30-35 см один раз в 3-5 лет; поделка прерывистых борозд; обвалование зяби и паров;

На эродированных ветром почвах проводятся: возделывание в основном культур сплошного сева; полосное размещение паров и культур с многолетними травами, ширина полос 100-150 м; введение почвозащитных севооборотов; внедрение контурообразной организации территорий с полосным размещением культур сплошного сева; посадка лесополос [2].

Главное богатство любого государства в мире – это почва, ведь на ней производится около 90% продуктов питания для всего человечества.

Точного понятия определения «деградация почв» в настоящее время трудно обозначить, поэтому существуют только обобщенные понятия, термины и определения.

Существует множество антропогенных и природных факторов воздействия на почву, приводящих к ее разрушению. Деградацию почв можно условно разделить на три основные группы: физическая, химическая и биологическая. Последним шагом физической деградации почв является полное уничтожение почвы как природного объекта, вплоть до состояния горной породы. Химическая деградация почв неизбежно происходит даже при их обычном сельскохозяйственном использовании. При развитии и расширении различных видов производства, городских поселений, транспорта, нарушения почвенного покрова могут приобретать огромные размеры. Деградация биологических свойств почв наносит опасный и глобальный вред, как для почв, так и для биосферы в целом.

Деградация почв сопровождается неурожаями и голодом, приводит к бедности государства, а гибель почв может вызвать гибель всего нашего человечества, поэтому в настоящее время нужно рационально использовать почвенные ресурсы, проводить всевозможные меры, которые предотвратят и не дадут наступлению деградации почвенного покрова.

Литература

- [1] Богачкова А.Е. «История Изобильненского района», Ставропольское книжное издание, 1994 г. – 251 стр.
- [2] Куприченков М.Т., Антонова Т.Н., Симбирев Н.Ф., Цыганков А.С. «Земельные ресурсы Ставрополя и их плодородие», г. Ставрополь, 2002 г. – 223 стр.
- [3] Рябов Е.И. «Система защиты почв от водной и ветровой эрозии в Ставропольском крае (методические рекомендации)», Ставрополь, 2008 г. – 80 стр.
- [4] ФГБУГЦАС «Ставропольский», Агроэкологическое состояние сельскохозяйственных земель Изобильненского района Ставропольского края, Михайловск, 2005 г. – 24 стр.
- [5] <http://www.sniish.ru/>

УДК 631.445

ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

М.Ж. Усеров

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, magzhan-userov@mail.ru

DESERTIFICATION: THE PROBLEM OF SOIL AND LAND DEGRADATION

M.Zh. Userov

RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev

Опустынивание – деградация земель в засушливых, полузасушливых и субгумидных районах ($KU = 0,05-0,65$) в результате действия различных факторов, включая изменения климата и деятельность человека. Наиболее распространены следующие причины опустынивания: иссушение поверхности, вызванное опусканием уровня грунтовых вод в результате искусственного зарегулирования стока рек или строительства дренажных систем, а также в результате естественных геологических и климатических процессов; пастбищная дигрессия на почвах легкого гранулометрического состава, повышая риск дефляции и формирования незакрепленных поверхностей; перезагрузка пастбищ на почвах тяжелого

гранулометрического состава и на почвах, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма; распашка степных почв легкого гранулометрического состава, повышающая риск диффузии и формирования незакрепленных поверхностей; распашка солонцев и засоленных геохимической отточности территории в результате заиливания русел; геохимическая миграция солей к периферии орошаемых массивов, орошение минерализованными водами, повышающие риск засоления и солонцевания почв; степные и лесные пожары; сведение лесов; техно- и урбогенные нарушения почвенного и растительного покрова.[3] Опустынивание на данный момент является одной из самых значимых проблем человечества. На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды и резко падает биологическая продуктивность. По сути опустынивание это деградация земель в засушливых, полувзасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменения климата и деятельность человека (конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, 1996). По существующим оценкам климатические зоны, в которых наиболее вероятно возникновение опустынивания и засух, занимают около 47,5% суши земли, причем на 69% этих засушливых регионов уже происходит опустынивание. Деградировано 30% орошаемых земель, 47% богарных и 73% пастбищных. В настоящее время в России в целом отсутствует региональная оценка процессов опустынивания. Имеются лишь мелкомасштабные схемы опустынивания и отсутствуют карты опустынивания, как на всю Россию, так и на большинство отдельных регионов, затронутых опустыниванием. Единой системы раннего предупреждения и контроля за опустыниванием и засухами не имеется. В сравнении с другими странами СНГ, по площади сухих и засушливых районов Россия уступает лишь Казахстану. Большая часть сухих и засушливых территории России подвержено опустыниванию. В России из-за водной эрозии нарушено 300 тыс. км². и ветровой 79 тыс. км² площади земель используемые в сельском хозяйстве. Деградация растительного покрова в Калмыкии и Астраханской области превышает 60 тыс. км²., а в целом захватывает 7 тыс. км². Лишь в пределах степной зоны уменьшение плодородия почв и почвенной эрозии привели к снижению продуктивности пашни на 36%. В географии процессов опустынивания наблюдается явная асимметрия: Северное полушарие планеты имеет значительно большие площади пустынь и сухих степей, чем Южное. Восточное полушарие планеты более засушливо и сильнее подвержено опустыниванию, чем Западное. Можно считать, что все континенты в нашу эпоху задеты процессом опустынивания и аридизации. По данным Конференции ООН по проблеме опустынивания (UN Conference..., 1977), прямо или косвенно испытывают влияние опустынивания и периодических засух 120 – 130 стран.[1]

Климатические пустыни это 36 % суши, характеризующиеся безводьем, формировались задолго до появления цивилизованного человека. Однако за 10-12 тыс. лет развития общества современного человека антропогенное опустынивание охватило еще 7% суши. Опустынивание суши расширяется со скоростью порядка 25 тыс. км²/год. Почвенный покров разрушается водной эрозией, пыльными бурями, подвижными песками, засолением и осолонцеванием орошаемых и неорошаемых полей и пастбищ. Ресурсы пресных речных вод сокращаются. Вода рек делается минерализованной. Подземные воды уходят на большие глубины, и соленость их растет. Общие суммарные потери мировой экономики от процессов опустынивания и аридизации по разным подсчетам, выполненным во время Конференции ООН (UN Conference..., 1977), составляют 7-15 млрд долларов, а возможно, 15-25 млрд долларов ежегодно. Потери эти часто необратимы, и их нельзя оценивать только денежными убытками. Трагедия в том, что разрушаются условия существования человека в будущем. Большинство исследователей согласны с тем, что в нашу эпоху наблюдаемые аридизация и опустынивание вызваны или усилены деятельностью человека. Роль человека в ускорении процессов опустынивания соизмерима с естественными факторами аридизации. Уничтожение лесов и кустарников на огромных площадях на строительство и топливо, для полеводства и животноводства, переагрузка пастбищ поголовьем скота, выжигание и

уничтожение травянистого покрова, засоление орошаемых территорий приводили к 3-4 кратному увеличению альбедо Земли, уменьшению инфильтрации влаги в почве, росту испарения воды, развитию пыльных бурь, водной эрозии, появлению подвижных песков, увеличению континентальности и сухости, а в конечном счете – к безводию, уменьшению биопродуктивности экосистем и уменьшению плодородия почв. Больше всего разрушается территории, переходные к природным пустыням. Во влажные периоды в эти переходные ландшафты устремляются массы кочевников с их стадами, лучшие угодья в такие времена распахивают и используют в сухом земледелии. А в засушливые бездождные периоды, когда осадков выпадает в 20-50 и 100 раз меньше, нарушенные угодья подвергаются пыльным бурям, выгорают, начинают засоляться и теряют растительный покров. Это действие сделанное человеком приводит за некоторое время к антропогенному опустыниванию территории. По данным журнала *Ambio* (1980, №2), леса на планете уничтожаются со скоростью 20 га в минуту, или 11 млн га в год. Разрушается и отчуждается ежегодно одна треть пахотных земель. Около 2 млрд тонн смытой почвы ежегодно уносится в океан речным стоком. Уже эродировано в мире около 480 млн га почв. Десятки и сотни миллионов гектаров почв подверглись естественному и вторичному засолению. Эти нарушения в экосистемах не могут пройти бесследно. Именно они вызывают ухудшение локального климата и потерю продуктивности почвами. Насколько антропогенный фактор может ускорить процессы опустынивания и засоления почв, можно судить по Венгерской низменности. Осушительные работы 19 века привели к исчезновению болот. Но обширные пространства осушенных и луговых почв подверглись сильному содовому и содово-сульфатному засолению. В Азии и Африке об этом свидетельствуют песчаные барханы вокруг сел и колодцев, такырные глинистые солончаки на заброшенных орошаемых полях, обнаженные до горных пород эродированные склоны, изреженный растительный покров разрушенных пастбищ, низкие урожаи на безгумусных почвах. Даже нужно подчеркнуть значение социальных факторов и особенно войн. Например полчища Чингисхана, Тамерлана разрушили многие оросительные Средней Азии, Индии, Кавказа, Месопотамии, что привело к опустыниванию и засолению обширных территорий Центральной и Малой Азии. Делая выводы из выше указанной информации можно сделать вывод о том что человеческий фактор сильно отражается и нельзя ее недооценивать. Так что проблема опустынивания многогранна, и связано не только с экологическими, но и экономическими и социальными причинами и следствиями деградации земель, снижение и потери их биологической и экономической продуктивности. [2]

Литература

- [1] Деградация и охрана почв/ Под общей ред. Акад. РАН Г.В. Добровольского М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
- [2] Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира: В. А. Ковда — Москва, Наука, 2008 г.- 418 с
- [3] Почвоведение. Справочное пособие: В. Г. Мамонтов. Москва, изд-во Форум, Инфра М 2016 г. – 368 с

ХИМИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ

УДК 614.76631.4

УГЛЕВОДОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СЫЗРАНСКОГО ЗАВОДА ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

А.Д. Белик

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, ms.anna.belik@gmail.com

HYDROCARBON STATUS OF SOILS NEAR SYZRAN CARBON BLACK PLANT

A.D. Belik

Moscow state university named after M. V. Lomonosov

Введение

В современной науке большое внимание уделяется углеводородным соединениям в почве, причем рассматриваются они не только как загрязнители и продукты добычи и производства углеводородного сырья, но и как естественные компоненты почвы. В 2008 году было предложено понятие УВС почв [6] – характеристика почвы, выражающаяся в различных соотношениях углеводородов (УВ), присутствующих в ней в разных формах и фазовых состояниях [2]. Эта характеристика различается в зависимости от свойств почвы и отражает как ее природные свойства, так и антропогенное воздействие на нее.

Одними из компонентов УВС почв являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые могут оказывать канцерогенное и мутагенное воздействие на живые организмы. Изучение этих веществ помогает лучше понять природу и состав органических веществ в почвах, что, в свою очередь, дает информацию для фундаментального почвоведения, экологических изысканий.

Целью данной работы является изучение влияния завода технического углерода (город Сызрань Самарской области) на УВС почв окрестностей.

Основная задача данного исследования – изучение УВС почв как на территории завода, так и в его окрестностях на разном удалении от предполагаемого антропогенного источника УВ. Исследования проведены при непосредственном участии автора в рамках работы по проекту РНФ №14-17-00193-П «Углеводородное состояние почв в ландшафтах». Анализу подвергался количественный и качественный состав ПАУ и битумоидов.

Объекты и методы

Сызранский завод существовал с 1963 г. по 1992 г. В настоящее время никакие работы на заводе не ведутся, оборудование и большая часть зданий демонтировано. Работы проводились на трех участках: в непосредственной близости от завода, а также по трансектам на северо-запад от завода и на юго-восток от завода. Трансекты были выбраны в соответствии с розой ветров (чередование ветра юго-восточного и западного направлений).

Исследование почвенных битумоидов проводилось по методике люминесцентно-битуминологического анализа В. Н. Флоровской [1]. Идентификация ПАУ в составе битумоида проводится методом спектрофлуорометрического анализа при температуре жидкого азота [5]. Эти методы относятся к «мягким», то есть не разрушают исследуемый объект, и вместе с тем достаточно чувствительны. Всего определялось 11 индивидуальных соединений: флуорен, дифенил, гомологи нафталина, фенантрен, пирен, хризен, антрацен, тетрафен, бенз(а)пирен, бенз(ghi)перилен, перилен.

Результаты

На территории завода выявлены битумоиды 1 и 2 типа (легкие и маслянистые). Причем на территории завода и юго-восточном луче битумоид представлен, главным образом, второго типа, а на северо-западном – первого. Содержание битумоидов колеблется от 5 (нижний предел обнаружения данной методики) до 18 000 мг/кг. При этом содержание битумоидов в исследованных донных отложениях составляет более 15 000 мг/кг. Возможно, это связано с тем, что в анаэробных условиях при застое влаги процессы перемещения и разложения ПАУ идут гораздо менее интенсивно. При этом все же следует отметить, что

самое большое количество битумоидов, обнаруженное на данной территории, не намного меньше количества битумоидов, обнаруживаемого вблизи работающих заводов (18 000 против 42 300 мг/кг) [3].

В целом, на северо-западном трансекте и на территории завода обнаружено больше ПАУ, чем на юго-восточном луче. Это можно объяснить непосредственным расположением точек вблизи источника загрязнения, а также влиянием НПЗ и ТЭЦ, расположенных к северу от завода, в то время как на почвы юго-восточной трансекты влияет только водный и воздушный перенос вещества.

Во всех случаях преобладают гомологи нафталина и фенантрен, являющиеся самыми распространенными в природных почвах, а также антрацен, более тяжелое соединение. Заметно, что в среднем концентрация ПАУ в донных отложениях и гидроморфных ландшафтах выше, чем в тех, где нет застоя влаги, что закономерно, так как в условиях анаэробного замедляется биологическая деградация полиаренов и ослабляется их вынос перенос [4]. Ожидаемая тенденция к уменьшению количества ПАУ по мере удаления от источника загрязнения прослеживается: разница между суммой ПАУ в ближайшей к заводу точке и в самой отдаленной – в три раза на юго-восточной трансекте и в 6 раз на северо-западной. Но выражена эта тенденция слабо – из-за наличия дополнительных факторов, как техногенных (НПЗ, ТЭЦ), так и природных (разная степень гидроморфности).

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. По мере удаления от завода количество битумоидов и ПАУ уменьшается;
2. Амплитуда содержания вещества очень большая: количество битумоидов различается в разных точках на 4 порядка, а ПАУ – на 6.
3. В гидроморфных ландшафтах концентрации углеводородных веществ повышается;
4. По сравнению с действующим заводом технического углерода содержание углеводородных компонентов в данном случае меньше, что позволяет говорить о самоочищении среды;
5. Дополнительные факторы, такие, как гидроморфность или соседствующие источники антропогенного воздействия влияют на УВС почв очень сильно.

Литература

- [1] Алексеева Т. А., Теплицкая Т. А. Спектрофлуорометрические методы анализа ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 216 с.
- [2] Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Смирнова М.А. и др. Углеводородное состояние почв фоновых таежных ландшафтов (юго-западная часть Устьянского плато) // Вестник Московского университета. 2016. №3.
- [3] Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. Углеводороды в почвах: источники, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. №10. С. 1195-1209
- [4] А. Н. Геннадиев, С. С. Чернянский, Т. А. Алексеева, Ю. И. Пиковский Фоновое распределение полициклических ароматических углеводородов в разновозрастных черноземах Зауралья / // Вестник Московского университета. Серия География — 2000. — № 3. — С. 14–19.
- [5] Краснопеева А.А. К методике люминесцентного анализа нефтепродуктов в почвах // Современные проблемы загрязнения почв. 2 международная научная конференция. М., 2007. Т. 2. С. 200-203
- [6] Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Оборин А.А. и др. Углеводородное состояние почв на территории нефтедобычи с карстовым рельефом // Почвоведение. 2008. №11. С. 30-39

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Болотов, Н.И. Шилова

Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай,
Казахстан, shilovani@inbox.ru

AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF FERTILITY OF SOUTHERN CHERNOZEMES OF KOSTANAYA REGION

V.S. Bolotov, N.I. Shilova

Kostanaysky state university of A. Baytursynov

Длительное сельскохозяйственное использование черноземов степной зоны сопровождается ухудшением основных почвенных свойств и режимов [1]. Снижение гумуса, деградация агрофизических свойств снижает продуктивность агроценозов на 20-30% [2]. На фоне общего истощения почвенного плодородия существенно падает эффективность современных агротехнологий – полученная прибавка урожайности значительно ниже нормативной, снижается качество растениеводческой продукции, возрастает ее себестоимость и др. [5]. Поэтому первоочередная задача сельскохозяйственной науки состоит в изучении фактического состояния почвенных ресурсов, причин, вызывающих их деградацию и разработке мероприятий по повышению эффективного и потенциального плодородия зональных почв [6]. В связи с этим, целью исследований являлось дать агроэкологическую оценку степени изменения основных параметров почвенного плодородия южных черноземов.

Исследования проводились на территории ТПК «Карасу» на черноземе южном среднемощном тяжелосуглинистом. На сопряженных участках целина – пашня 55-летнего использования закладывались стационарные экологические площадки площадью 1 га (100х100м). На этих площадках были заложены разрезы, отобраны почвенные образцы по горизонтам и слоям, проведены агрохимические анализы по соответствующей методике.

Полученные результаты позволяют заключить, что вовлечение целинных земель в обработку приводит к интенсивной минерализации гумуса, которая происходит в результате сокращения поступления в почву органической массы и повышение микробиологической активности. В конечном итоге это сказывается на гумусном состоянии почвы в целом. Об этом наглядно свидетельствуют данные по содержанию органического вещества, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Изменение содержания гумуса и его запасов в южном черноземе в зависимости от длительности сельскохозяйственного использования

Глубина отбора образцов, см	Целина		Пашня - 55 лет использования	
	%	т/га	%	т/га
0-10	5,92	72,8	3,42	40,5
10-20	4,67	61,7	3,37	39,8
20-30	3,51	46,3	3,25	40,0
30-40	3,48	47,3	3,00	40,8
40-50	3,10	44,3	2,97	42,2
50-60	2,65	38,4	2,58	37,4
60-70	1,80	26,3	1,74	25,4
70-80	1,63	24,6	1,60	24,2
80-90	1,12	17,1	1,10	16,8
90-100	0,85	12,8	0,83	12,8
0-20		133,5		80,3
0-50		271,4		203,3
0-100		390,3		319,9

Под целинной растительностью естественный почвообразовательный процесс направлен на постепенный и неуклонный рост содержания гумусовых веществ в почве. В пахотном слое величина гумуса составляет 4,67- 5,92%, а запасы 61,7-72,8 т/га. Вовлечение чернозема в пашню и его 55-летнее использование приводит к резкому изменению содержания органического вещества. Особенно четко это проявляется в верхних горизонтах. Так в слое 0-10 см его величина снизилась с 5,95 до 3,42% или на 40,5%, в 10-20 см слое с 4,67 до 3,37 % или на 27,8%. В целом потери гумуса в пахотном слое за срок использования составили 53,2 т/га, из первого полуметра 68,1, из метрового слоя они достигали 70,4 т/га.

Проведенные исследования показывают, что несоблюдение агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия и защиту почвы от эрозии, приводит к значительным потерям органического вещества.

Ухудшение гумусного режима чернозема сказывается и на его структурном состоянии, которое рассматривается в последнее время как основной физический параметр плодородия. [4].

Результаты сухого просеивания показывают, что в пахотном черноземе по сравнению с целинным аналогом резко уменьшается содержание глыбистой фракции. В слое 0-10 см с 40,2 до 20,1%, в 10-20 см слое с 61,7 до 27,1%. В связи с этим в пашне значительно возрастают макроструктурные отдельности, соответственно по слоям с 38,1 до 61,9; с 27,1 до 57,1%. Этим же объясняется и увеличение процентного содержания в 1,4-2,5 раза почвенных агрегатов различных размеров, входящих в состав агрономически ценной фракции.

Отмеченное увеличение содержания агрономически ценной фракции в пахотном черноземе можно считать положительным явлением. Однако для полной характеристики необходимо дать оценку водопрочности почвенных агрегатов.

Полученные результаты показывают, что в верхних горизонтах водопрочность макроструктуры пахотного чернозема в значительной степени уступает целинному аналогу. Так в 0-10 см слое целины эта величина составляет 60,7%, тогда как на пашне только 46,4%. В слое 10-20 см соответственно 79,5 и 51,8%. Наряду с этим следует отметить очень низкую водопрочность в пашне ветроустойчивой фракции, то есть почвенных агрегатов крупнее 1 мм. Здесь она составляет всего лишь 8,9-10,3%, тогда как на целине 39,3-55,1%. Это указывает на то, что пахотный чернозем будет интенсивно подвергаться процессам ветровой и водной эрозии и для защиты такой почвы от дефляции потребуются дополнительные агротехнические мероприятия.

Одним из основных физических показателей эффективного плодородия почвы является плотность сложения [3]. Для южных черноземов Костанайской области оптимальная величина этого параметра составляет 1,05-1,25 г/см³. Такую величину объемной массы пахотного слоя желательно иметь в весенний период перед посевом культуры. По мере ее развития и поглощения влаги плотность почвы от весны к осени возрастает. Однако в опыте установлено, что степень уплотнения зависит не только от этих факторов, но и от содержания гумуса и структурного состояния почвы.

Анализ этих данных показывает, что на пашне перед посевом пшеницы плотность сложения в слое 0-30 см находится в оптимальных пределах – 1,15 г/см³. В этот момент целинный аналог также имеет оптимальную величину 1,19 г/см³, но более уплотнен по профилю на 0,02-0,06 г/см³. Однако в фазу выхода в трубку (конец июня – начало июля) процесс уплотнения имеет обратную направленность. Пахотная почва за счет интенсивного потребления влаги пшеницей сильно уплотняется. Особенно это характерно для горизонтов 10-20 и 20-30 см. От исходного состояния объемная масса увеличилась на 0,06-0,08 г/см³. В этот период средняя объемная масса слоя 0-30 см на обоих фонах выравнивается, достигая величины 1,22 и 1,21 г/см³. Однако к уборке процесс уплотнения пахотной почвы продолжается во всех горизонтах, составляя по слоям соответственно 1,26; 1,35; 1,43 г/см³. При этом к концу вегетации пахотный слой характеризуется, как сильно уплотненный с объемной массой 1,35 г/см³. Такой сцементированный монолитный горизонт для повышения водопроницаемости потребует значительных затрат на проведение осенней обработки. На

целинном аналоге за 1,5 месяца существенных изменений в плотности сложения практически не отмечено. Как по отдельным слоям, так и в горизонте 0-30 см величина объемной массы в период уборки пшеницы находится на уровне значений в фазу трубкования. Поэтому эти значения можно считать равновесными величинами для целинного чернозема.

В настоящее время органическому веществу почвы отводится ведущая роль в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур. Для выявления влияния содержания гумуса на урожайность пшеницы был заложен опыт на южном тяжелосуглинистом черноземе с различным содержанием гумуса в пахотном слое 3,42% (контроль) и 3,97%. Объектом сравнения служила первая пшеница по чистому пару при абсолютно одинаковой агротехнике возделывания. Учет биологической урожайности показал, что в среднем за 2 года различия в содержании гумуса оказали решающее влияние на продуктивность пшеницы.

На контрольном варианте с величиной гумуса в пахотном слое 3,42% она составляла 17,0 ц/га. Повышение гумуса на 0,55% увеличивает урожай на 2,2 ц/га, доведя его до 19,2 ц/га. Анализ элементов структуры урожая свидетельствует, что повышенное содержание гумуса не оказало влияние на продуктивную кустистость и число зерен в колосе. Однако при этом увеличивается густота стояния растений с 290 до 297 шт/м² и улучшаются условия налива зерна, масса 1000 зерен повышается с 30,5 до 31,7 г.

Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование южных черноземов области сопровождается значительными потерями гумуса и деградацией агрофизических свойств. Потеря органического вещества из пахотного слоя за 55 лет обработки составляет 1,85% или 53,2 т/га. Водопрочность агрономически ценной фракции уменьшается в 1,3-1,5 раза. Резко возрастает уплотнение пахотного горизонта с динамикой от посева к уборке 0,20 г/см³. Разница в содержании гумуса в пахотном слое южного чернозема в 0,55% обеспечивает прибавку зерна яровой пшеницы на 2,2 ц/га.

Литература

- [1] Абрамова С.В. Динамика элементов плодородия чернозема выщелоченного Tobол-Ишимского междуречья: Автореф. ...к. с.-х. наук. Тюмень, 2009. 18 с.
- [2] Верзилин В.В. Биологические факторы воспроизводства плодородия черноземов в агроценозах лесостепи ЦЧ: Автореф. ...док. с.-х. наук. Москва, 2004. 48 с.
- [3] Иванцов П.В. Влияние плотности сложения чернозема выщелоченного на эффективность средств химизации в посевах яровой пшеницы: Автореф. ...к. с.-х. наук. Саранск, 2001. 16 с.
- [4] Казакбаев Ф.Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на агрофизические свойства черноземных почв на склонах Южного Предуралья: Автореф. ...к. с.-х. наук. Уфа, 2009. 17 с.
- [5] Леонтьев А.С. Плодородие чернозема южного и продуктивность зернопарового севооборота при длительном применении органических и органо-минеральных удобрений в Поволжье: Автореф. ...док. с.-х. наук. Саратов, 2007. 46 с.
- [6] Панкова Т.И. Параметры плодородия чернозема типичного в агроландшафте, их взаимосвязь и экологическая роль органического вещества почвы: Автореф. ...док. с.-х. наук. Курск, 2002. 42 с.
- [7] Синявский И.В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия чернозёмов лесостепного Зауралья: Автореф. ...док. с.-х. наук. Челябинск, 2002. 42 с.

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ

А.А. Даниленко

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, any111any@yandex.ru

Humus condition of sod-podzolic soils in forest

experiment station

А.А. Danilenko

RSAU-MAA named after K.A.Timiryazev

Объектом исследования является территория Лесной Опытной Дачи (ЛОД) РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. ЛОД находится в центре города Москвы и площадь ее составляет 248 га. Исследования дерново-подзолистых почв проводили на уникальных постоянных пробных площадях Лесной опытной дачи, где ведутся регулярные наблюдения за состоянием лесных насаждений с 1862 года. По исходным природным условиям Лесная опытная дача входит в южную подзону смешанных хвойно-широколиственных лесов таежно-лесной зоны. [1]

Климат по данным метеостанции Михельсона является умеренно континентальным, средняя температура за зимний период составляет -10°C , за летний период $+17^{\circ}\text{C}$. Преобладают ветра юго-западные, западного направления.[1]

Рельеф ЛОД представляет собой южную часть склона Клинско-Дмитровской гряды, представленную мореной (холмистой равниной), между реками Яузой и Москвой.[2]

Наиболее высокой точкой рельефа ЛОД расположена в просеке между 7-м и 11-м кварталами, и составляет 175 м над уровнем моря.

Исследуемая территория 4 квартала представляет собой пологий морено- холмистый склон северо-восточной экспозиции.

Почвообразующие породы являются моренными отложениями различного механического состава.[2]

Наше исследование проводилось в 4 квартале ЛОД на постоянных пробных площадях А,Д,В,Ф,У. По составу древостоя эти пробные площади представлены в таблице 1.

Таблица 1.Состав древостоя пробных площадей

Пробная площадь	Состав древостоя
А	8С1Б1Кл
Д	9С1Лп
В	9С1Лп
Ф	9С1Е,ед.Д
У	9С1Е,ед.Д,Лп

По составу насаждения можно разделить на две группы: чистые насаждения- пробные площади Д,В,Ф,У и смешанные насаждения- пробная площадь А с преобладание хвойных пород. На территории ЛОД имеются около 183 видов флоры, 49 семейств, 130 родов растительного травянистого покрова.

На данной территории почвенный покров дерново-подзолистых почв различен по степени выраженности дернового и подзолистого процессов. На ряду с почвообразовательными процессами в некоторых профилях выявлено наличие грунтового оглиения.

Характерной особенностью дерново-подзолистых почв является растянутый гумусовый горизонт, который по нашим данным представлен горизонтами A_1 и A_1A_2 . Средняя мощность горизонтов составляет 26 см. При этом самая большая мощность гумусового горизонта составляет 30 см на пробной площади У, самая маленькая мощность 10 см на пробной площади А.

Морфологической особенностью дерново-подзолистых почв выявленных при обследовании является то, что по своему строению они приближаются к серым лесным почвам, что является специфичной особенностью данных почв ЛОД.

Данная особенность по нашему мнению связана с проявлением дернового процесса на ЛОД, составом древостоя и историей данной территории.

В дерново-подзолистых почвах по данным анализов содержание гумуса варьируется от 4,99(пробная площадь А, горизонт А1) до 2,91(пробная площадь В, горизонт А1). В горизонте А1А2 содержание гумуса меняется от 2,14(пробная площадь В) до 1,08(пробная площадь У). Мощность подзолистого горизонта в среднем составляет 18 см. Содержание водорастворимых лобильных гумусовых веществ варьируется в горизонте А₁ от 0,23 до 0,26%, в горизонте А₁А₂ от 0,13 до 0,25 %.

Литература

- [1] 1. Наумов В. Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: учебное пособие/ М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009.
- [2] 2. Наумов В.Д., Поляков А.Н., Гречин П.И. Наумова Л.М. «Морфогенетическая оценка почвы Лесной опытной дачи МСХА им. К.А. Тимирязева» // Известия ТСХА, выпуск 2. - М.: Изд. МСХА, 2001.

УДК 03.02.08:03.02.13

ВЛИЯНИЕ СОРБЕНТОВ И МЕЛИОРАНТОВ НА СКОРОСТЬ БИОРЕМЕДИАЦИИ И СВОЙСТВА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

А.В. Даньшина¹, Л.В. Зиннатшина^{1,2}, С.Н. Сушкова³, Г.К. Васильева^{1,2}

¹ПушГЕНИ, г. Пушкино, adanishina0906@gmail.com, l.zinnatshina@mail.ru

²ИФХиБПП РАН, г. Пушкино, l.zinnatshina@mail.ru, gkvasilyeva@rambler.ru

³Южный Федеральный Университет, г. Ростов-на-Дону, terra_rossa@mail.ru

INFLUENCE OF ADSORBENTS AND AMELIORANTS ON BIOREMEDIATION RATE AND PROPERTIES OF PETROLEUM CONTAMINATED SOILS

A.V. Danshina¹, L.V. Sinnatshina^{1,2}, S.N. Sushkova³, G.K. Vasilyeva^{1,2}

¹Pushchino Institute of Natural Sciences

²Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS

³South Federal University

Одним из приоритетных почвенных поллютантов является нефть и продукты ее переработки. Микроорганизмы–нефтедеструкторы широко распространены и встречаются практически повсеместно. На территории Российской Федерации ежегодно углеводородами нефти (УВН) загрязняется порядка 600 га земель. В настоящее время одним из наиболее приоритетных методов очистки нефтезагрязненных почв является метод биоремедиации, в основе которого лежит активация деятельности почвенных микроорганизмов–нефтедеструкторов. Процесс биодegradации УВН активизируется с помощью агроприемов и обогащения почвенной микрофлоры путем внесения биопрепаратов. Однако с увеличением уровня загрязнения почвы метод биоремедиации теряет свою эффективность из-за неспособности микроорганизмов осуществлять свою жизнедеятельность в условиях повышенной токсичности окружающей среды. Недостатком метода также является возможность миграции поллютантов в грунтовые и поверхностные воды, сложность использования метода на территориях с неблагоприятными климатическими и физико-химическими условиями. Существуют публикации, в которых доказано положительное действие сорбентов на процесс биодеструкции нефти [1]. До недавних пор выбор дозы и формы сорбентов, используемых при биоремедиации, основывался преимущественно на эмпирическом подходе с учетом стоимости и доступности сорбентов.

Цель данной работы - изучить механизмы влияния ряда натуральных сорбентов на свойства нефтезагрязненной и чистой почвы и скорость биоремедиации почв, загрязненных нефтью средней плотности. Эксперименты проводили в микрополевых условиях (в пластиковых сосудах без дна, площадью 0,1 м², частично врытых в землю) на экспериментальной площадке ИФХиБПП РАН на примере серой лесной почвы, загрязненной нефтью через 3 сут. после имитации поверхностного разлива нефти. Исходная концентрация суммы углеводородов и их полярных производных (УВН+ОУВН) в загрязненной выветренной нефтью почве около 5% в пересчете на верхний 10-см слой, в пределах которого проводили дальнейшую обработку почвы.

Почву обрабатывали методом биорекультивации в соответствии технологией, описанной в нормативных документах компании «ОАО Транснефть» [2]. В документе оговариваются дозы и способ внесения биопрепаратов, минеральных удобрений в виде нитроаммофоски, обработки почвы путем вспашки и рыхления, периодического полива и посева многолетних трав на стадии доочистки методом фиторемедиации. Помимо этих условий рекультивации, применяемых ко всем вариантам обработки, в некоторые сосуды (в отличие от контрольных) вносили натуральные сорбенты разных классов в 2-х разных дозах: минеральные (карбоксил, цеолит, каолинит, вермикулит, диатомит) в дозах 0,2 и 0,5%, а также органические (торф) и углеродистые (активированный уголь и биочар) в дозах 0,5 и 2%. Эти дозы соответствуют наиболее оптимальным дозам, установленным в ходе предварительного лабораторного эксперимента, в котором изучали влияние разных доз сорбентов (в интервале от 0,1 до 5%) на свойства и скорость биоремедиации нефтезагрязненной почвы.

Концентрацию УВН и ОУВН в почве определяли методом ИК-спектрометрии, а концентрацию полициклических ароматических углеводородов методом ВЭЖХ после экстракции почвы с помощью хлористого метилена с дополнительным озвучиванием суспензии на водяной бане. Численность микроорганизмов-нефтереструкторов определяли методом посева на чашки с минимальной агаризованной средой, где пары дизельного топлива использовали в качестве единственного источника углерода и энергии. Фитотоксичность почвы определяли разработанным нами экспресс-методом по всхожести клевера белого, а также сертифицированным методом по задержке роста корня пшеницы. Предельную полевую влагоемкость (ВНС) и другие водно-физические свойства определяли общепринятыми методами [3].

На основании полученных результатов было установлено, что все изученные сорбенты, внесенные в максимальных дозах, положительно повлияли на скорость биоремедиации нефтезагрязненных почв. При этом к середине 2-го сезона содержание УВН во всех вариантах с сорбентами снизилось до 0,4-0,8%, тогда как в контрольном варианте оно составляло 1,6%. Помимо этого, в почве обнаруживали примерно такое же количество окисленных углеводородов, а суммарная концентрация УВН и ОУВН в этих же вариантах достигала 0,9-1,6% и 2,1% соответственно. При этом в вариантах с теми же дозами сорбентов не происходило накопления ПАУ (одной из наиболее устойчивой фракции углеводородов нефти) по сравнению с контролем. К концу 2-го сезона в вариантах с биочаром и активированным углем содержание ПАУ превышало фоновый уровень лишь в 2-2,5 раза, в остальных вариантах с сорбентами – в 5-6 раз, а в контроле – в 8 раз. При этом содержание бенз(а)пирена, обладающего канцерогенными свойствами, в почве с максимальными дозами сорбентов колебалось в пределах 0,7-1,5 ПДК, а в контроле эта величина достигала 4 ПДК.

Результаты определения влияния сорбентов на свойства почвы объясняют механизм положительного действия сорбентов на скорость биоремедиации нефтезагрязненных почв. Установлено, что в присутствии сорбентов происходит резкое снижение фито- и биотоксичности почвы по сравнению с контролем. Из рис. 1 видно, что к середине 1-го сезона (3 мес.) фитотоксичность почвы не превышает 20%, тогда как в контрольной почве она >60%. В отдельных вариантах с АУ наблюдали повышенную численность микроорганизмов-деструкторов в почве, загрязненной нефтью и ДТ, по сравнению с

контрольными образцами без АУ. Кроме того, в нефтезагрязненной почве сильно снижается предельная полевая влагемкость почвы, что связано с образованием углеводородной пленки на поверхности почвенных агрегатов, обуславливающих ее повышенную гидрофобность. К концу 1-го сезона (4 мес.) величины ППВ загрязненной почвы близки к этим величинам в чистой почве с теми же дозами сорбентов, тогда как в ППВ контрольной почвы не превышала 10% по сравнению с 50% в чистом контроле.

Ранее было также показано, что внесение активированного угля резко снижает миграцию водорастворимых углеводов и в особенности окисленных метаболитов - ОУВН, которые обладают наибольшей подвижностью вследствие повышенной растворимости в воде и наиболее высокой токсичностью [1].

Таким образом, внесение в нефтезагрязненную почву натуральных сорбентов (минеральных, органических и углеродистых) способствует улучшению ее водно-физических свойств. В результате в загрязненной почве в ходе ее биорекультивации поддерживается, как правило, более высокая влажность по сравнению с контролем без сорбентов, а также повышается доступность биогенных элементов. Механизм действия сорбентов обусловлен снижением токсичности загрязненных почв за счет обратимой сорбции токсичных углеводов и их метаболитов сорбентами. Также важно правильно подобрать оптимальную форму и дозу сорбента, минеральных удобрений и раскислителей для достижения наилучшего результата [1,4,5].

Эколого-экономические расчеты показывают, что стоимость физического метода, основанного на экскавировании загрязненного грунта и утилизации его специализированными организациями сильно варьирует в пределах 4-62 руб/га, стоимость биологической очистки во многих случаях значительно дешевле: методом активации и биоаугментации – 1 и 1-4 млн/га. При использовании сорбентов без БП стоимость очистки может возрасти до 1,2-3,3; 2,5-4,4 и 5-18 млн/га для минеральных, углеродистых и органических сорбентов. Среди органических сорбентов/мелиорантов исключение составляют отходы сельского хозяйства - различные отруби и шелуха зерновых, для которых стоимость очистки не превышает 1,2-1,3 млн/га. Однако следует учитывать, что при расчетах не учитывалась сравнительная эффективность метода, которая не всегда совпадает со стоимостью их применения.

Полученные результаты помогут разработать комплексный метод сорбционно-биологической очистки нефтезагрязненных почв, как для ликвидации последствий аварийных разливов, так и для рекультивации хронически загрязненных почв.

Литература

- [1] Васильева Г.К. и др. Российский химический журнал, 2013, 1:97-104.
- [2] РД-13.020.40-КТН-208-14. Утверждена ОАО АК «Транснефть» 05.11.2014.
- [3] Шеин Е.В. Курс физики почв. : Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
- [4] Яценко В.С., и др. Проблемы анализа риска, 2014, №5, с.1-17.
- [5] Semenyuk N.N. et al. Microbiology, 2014, 83(5):589–598.

ДЕТОКСИКАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ ПОРОД В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ОТНОШЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

А.В. Козлов

НГПУ им. К. Минина, г. Нижний Новгород, a_v_kozlov@mail.ru

DETOXICATING ABILITY OF NATURAL HIGH-SILICEOUS BREEDS IN CESPITOSE-PODSOLIC SOIL CONCERNING CONTENTS MOBILE FORMS OF HEAVY METALS

A.V. Kozlov

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod

Под стабильным функционированием почвенного покрова сельскохозяйственных ландшафтов современная агроэкология определяет оптимизированную сопряженность физико-химических и микробиологических процессов почвенного тела, которая во многом устанавливает свойства эффективного плодородия пахотного горизонта и оптимально высокую продуктивность агрофитоценозов.

В настоящее время продолжается поиск и изучение альтернативных материалов, например, природных высококремнистых пород. Их использование в качестве удобрений, мелиорантов и кондиционеров почвы позволяет значительно повышать продуктивность агрофитоценозов и их устойчивость к факторам экотопа, снижать пестицидную и минеральную нагрузку, оптимизировать состояние плодородного слоя почвы и усиливать его питательную составляющую. В частности, ряд авторов [2, 5, 6] описывает существенное положительное влияние кремниевых материалов на продуктивность и качество продукции культурных растений.

Другие исследователи [1, 2, 6] объясняют оптимизацию почвенно-поглощающего (ППК) и почвенно-биотического (ПБК) комплексов почвы посредством сложных ионно-обменных и биохимических взаимодействий с веществом опок, трепелов и различных глин.

Однако в настоящее время недостаточно исследований, которые характеризовали бы влияние высоких доз диатомовой, цеолитовой и бентонитовой пород содержание подвижных форм тяжелых металлов дерново-подзолистых почв в условиях Нечерноземной зоны России. Поскольку оптимизация ППК является ключевым фактором формирования свойств устойчивости почв агроландшафтов, полученные результаты позволят расценивать детоксикационную способность рассматриваемых кремнийсодержащих материалов как одну из их главных характеристик как мелиорантов-почвоулучшителей.

Исследования проводили на базе картофелеводческого предприятия ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области, где в 2014 г. был заложен микрополевой опыт с сельскохозяйственными культурами. В первые два года исследований выращивалась озимая пшеница сорта *Московская 39* (2015 г.) и ячмень сорта *Велес* (2016 г.), на которых испытывалось влияние высоких доз различных кремнийсодержащих пород – диатомита Инзенского месторождения (Ульяновская область), цеолита Хотынецкого месторождения (Орловская область) и бентонитовой глины Зырянского месторождения (Курганская область), обобщенный химический состав которых представлен в таблице 1.

Схема опыта предусматривала вариант без пород, учитываемый в качестве контроля, а также по три варианта с внесением в почву трех доз диатомита (D_1 , D_2 , D_3), цеолита (C_1 , C_2 , C_3) и бентонитовой глины (B_1 , B_2 , B_3). Породы вносили однократно в летний период 2014 года в гумусо-аккумулятивный слой почвы при разбивке участка и закладке опытов в высоких (мелиоративных) дозах из расчета по 3, 6 и 12 т/га каждого вида. Агротехника выращивания культур – общепринятая для микрополевых экспериментов, все работы проводились вручную. Учетная площадь делянки – 1 м², расположение делянок рендомизированное, биологическая повторность в опытах – четырехкратная.

Таблица 1

Химический состав высококремнистых пород

Порода	Ионообменная емкость, мг-экв./100 г	Содержание элемента в оксидной форме (% на абс.-сух. вещество)					
		SiO ₂ (общ.)	SiO ₂ (аморф.)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Диатомит	80	83,1	42,1	0,05	1,25	0,52	0,48
Цеолит	48	56,6	26,7	0,23	1,25	13,3	1,90
Бентонит	150	52,3	33,4	0,12	0,92	5,49	3,03

Микрополевым опытом был заложен на одном участке, сложенным дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой, которая характеризуется низким содержанием гумуса (1,2%), среднекислой реакцией среды (4,8 ед. рН_{KCl}), а также средней обеспеченностью подвижными формами фосфора (86 мг/кг), калия (110 мг/кг) и кремния (16 и 213 мг/кг).

Погодные условия местности в 2015 году характеризовались несущественным количеством осадков, а сам год в целом был более жарким по сравнению со средними климатическими нормами региона. Метеоусловия 2016 года, наоборот, не отличались дефицитом осадков, а температура воздуха колебалась в пределах нормы с небольшим ее превышением в августе.

Лабораторным испытаниям подвергалась почва гумусо-аккумулятивного слоя (A₁), отобранная с делянок после уборки культур. Образцы почв высушивали до воздушно-сухого состояния, просеивали через сито с диаметром ячеек в 1 мм и анализировали на определение обменной кислотности почвы по ГОСТ 26483-85 [3] и на определение содержания подвижных соединений кадмия, свинца, цинка и меди в ацетатно-аммонийной вытяжке (рН = 4,8) методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометре-полярографе «ТА-Lab» по ПНД Ф 16.1:2.2:3.48-06 [7].

На современном этапе развития сельского хозяйства стабильность агрофитоценозов зависит уже не только от базовых свойств системы «климат-почва-растение», но зачастую обусловлена санитарно-экологическим состоянием почвенного покрова. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных территорий является одним из наиболее значимых критериев в оценке состояния агроэкосистем и определения их геоэкологической устойчивости [4]. В наших исследованиях проводилась оценка влияния различных доз кремнийсодержащих пород на содержание подвижных соединений цинка, свинца, кадмия и меди в дерново-подзолистой почве (рис. 1).

В целом нужно сказать, что все исследуемые материалы способствовали существенному снижению подвижных форм тяжелых металлов в почве, мера которого усиливалась с повышением дозы породы. Так, влияние диатомита оказалось наименьшим в отношении подвижных соединений свинца (снижение до 45%), средним – в отношении меди и кадмия (до 79-81%), а наибольшим – в отношении цинка (до 94% по отношению к контролю).

На вариантах с цеолитом минимальное снижение содержания подвижных форм тяжелых металлов прослеживалось в отношении свинца (на 32%) и кадмия (на 37%), а наибольшее – по подвижным формам меди (на 72%) и цинка (на 86%). На вариантах с бентонитовой глиной закономерности оказались аналогичными вариантам с использованием цеолита.

Очевидно, что столь существенное снижение подвижности тяжелых металлов в почве обусловлено как высокими сорбционными свойствами, так и ионообменной силой всех изучаемых материалов, которые, по-видимому, усиливаются при снижении кислотности почвы.

На рисунке видно, что в среднем за 2 года исследований обменная кислотность почвы повышалась к варианту со второй дозой кремнийсодержащего материала, в частности, на

0,31 ед. рН на варианте с диатомитом, на 0,40 ед. рН на варианте с цеолитом и на 0,34 ед. рН на варианте с бентонитовой глиной по отношению к контролю.

Коэффициент концентрации (K_c) токсичных элементов как отношение содержания вещества в испытываемой почве исследуемого варианта к ее фоновому значению, напротив, снижался по всем исследованным тяжелым металлам стабильно к вариантам с третьей дозой каждой из пород. Поскольку известно, что степень подвижности многих из тяжелых металлов в почве снижается при повышении ее pH_{KCl} , в экспериментах показано повышение степени геоэкологической устойчивости дерново-подзолистой почвы при условии применения высококремнистых материалов.

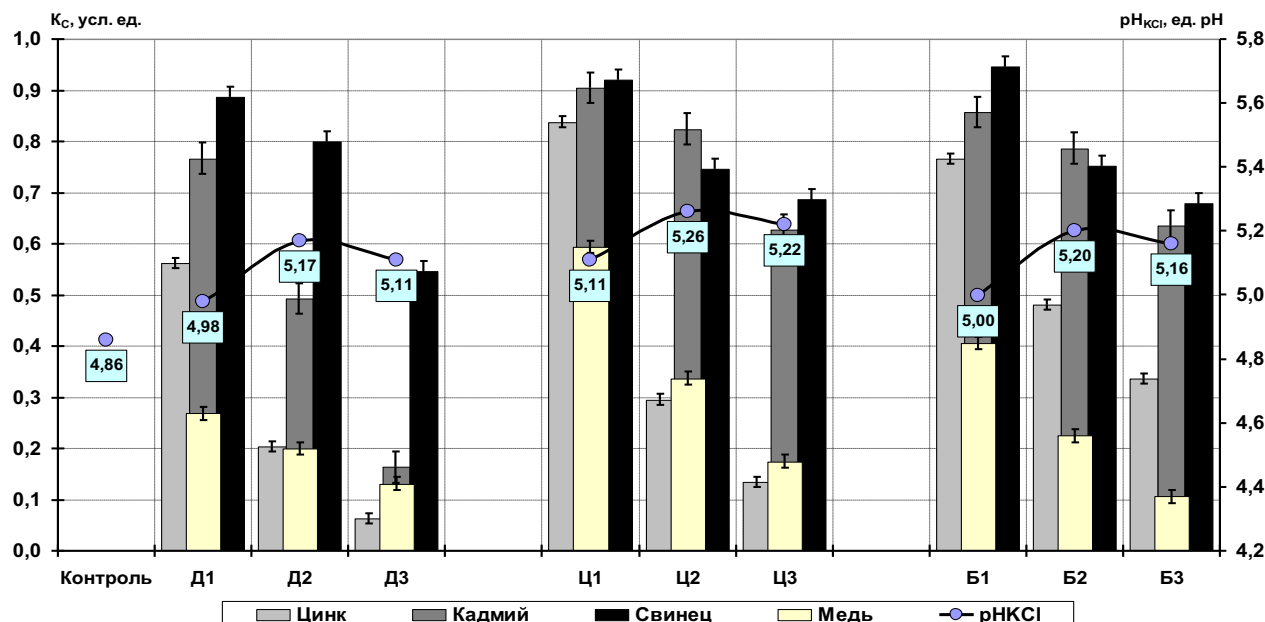


Рис. 1. Коэффициенты концентрации (K_c) подвижных соединений тяжелых металлов в почве и ее обменная кислотность (pH_{KCl}) в зависимости от вида и дозы кремнийсодержащей породы (в среднем за 2015-2016 гг.)

В исследованиях показана детоксикационная способность природных высококремнистых пород — диатомита, цеолита и бентонитовой глины в отношении содержания подвижных соединений тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) и, как следствие, повышение геоэкологической устойчивости агрофитоценоза относительно содержания токсикантов в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Литература

- [1] Агафонов Е.В. Влияние бентонита на повышение плодородия чернозема обыкновенного / Е.В. Агафонов, М.В. Хованский // Почвоведение. — 2014. — № 5. — С. 597-601.
- [2] Бочарникова Е.А. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения / Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков, И.В. Матыченков // Агрохимия. — 2011. — № 7. — С. 84-96.
- [3] ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. — Москва : Изд-во стандартов, 1986. — 6 с.
- [4] Копчик Г.Н. Современные подходы к ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) / Г.Н. Копчик // Почвоведение. — 2014. — № 7. — С. 851-868.
- [5] Лобода Б.П. Влияние удобрения на основе цеолитсодержащих трепелов Хотынецкого месторождения на урожайность и качество картофеля / Б.П. Лобода, В.Р. Багдасаров, Д.Д. Фицуру // Агрохимия. — 2014. — № 3. — С. 28-35.
- [6] Матыченков В.В. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву / В.В. Матыченков, Е.А. Бочарникова, Я.М. Аммосова // Агрохимия. — 2002. — № 2. — С. 86-93.
- [7] ПНД Ф 16.1:2.2:3.48-06. Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в почвах, тепличных грунтах, сапропелях, илах,

УДК:631.4

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ
СЕВЕРА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ

В.Н. Красин, Т.В. Красина

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г Мичуринск, krasin84@yandex.ru

CHANGE OF THE COMPOSITION OF ORGANIC MATTER CHERNOZEM SOILS NORTH
OF THE TAMBOV REGION UNDER THE INFLUENCE OF WATERLOGGING

V.N.Krasin, T.V. Krasina

FSBEI HE Michurinsk SAU

В последние десятилетия установлено, что органическое вещество черноземов обладает низкой устойчивостью к переувлажнению [1, 2]. Избыточное увлажнение приводит к увеличению доли фульвокислот и бурых гуминовых кислот [5]. В качестве дополнительного показателя гумусного состояния почв используют оптическую плотность гуминовых кислот, определяемую при концентрации 0,001% и длине волны 465 нм в кювете толщиной 1 см [6]. Оптическая плотность ГК позволяет оценить их химическое строение, гидрофильность, способность к образованию комплексных соединений [7]. Для оценки водного режима черноземовидных почв севера Тамбовской низменности был предложен критерий, основанный на соотношении оптических плотностей гумусовых кислот I и II фракции – K_{I-II} [5, 8].

Цель настоящей работы: теоретически обосновать использование оптической плотности различных вытяжек из гумусовых горизонтов для диагностики агроэкологического состояния черноземных почв и разработать показатели для оценки степени деградации гумуса.

Непосредственным объектом исследований послужили почвы учхоза «Комсомолец» Мичуринского района севера Тамбовской области. Исследуемый ряд: чернозем выщелоченный – на выровненном участке, черноземовидные почвы- выщелоченная глубокоооглеенная в верхней части склона, оподзоленная слабоооглеенная – в середине склона, оподзоленная глееватая на дне открытого понижения, оподзоленная глубокоооглеенная на склоне и подзолистая глееватая на дне замкнутого понижения. Почвы по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые, дополнительное увлажнение обусловлено поверхностными пресными водами. Свойства, водный режим и продуктивность различных сельскохозяйственных культур на этих почвах изучались нами с 1998 по 2012 гг. [4].

Из пахотного слоя всех почв были отобраны образцы, в которых определяли:

- 1) фракционный состав гумуса по Пономаревой и Плотниковой [7].
- 2) оптическую плотность гуминовых кислот на длине волны 440 нм при стандартной рН вытяжки 8-9,2 при концентрации 0,001 в кювете толщиной 1 см.
- 3) K_{I-II} – коэффициент степени гидроморфизма черноземовидных почв [4]

Исследуемый ряд почв по общему содержанию органического вещества существенно не различается. Состав гумуса чернозема выщелоченного и черноземовидных почв с невысокой степенью гидроморфизма резко гуматный ($C_{ГК}:C_{ФК}>2$). И только в подзолистых и сильнооподзоленных почвах, отношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ снижается до 1,6-1,2. В черноземе выщелоченном среди гуминовых кислот преобладает II фракция, связанная с кальцием. С увеличением продолжительности периода застоя влаги снижается содержание II фракции и увеличивается доля более подвижной I фракции. В черноземовидной подзолистой глееватой почве I фракция гуминовых кислот становится преобладающей. Общее содержание III фракции гуминовых кислот невелико и не имеет существенного значения для диагностики современных почвообразовательных процессов.

Интересную информацию о состоянии гумуса можно получить, анализируя данные по оптической плотности гуминовых кислот различных фракций. Для чернозема выщелоченного характерна высокая оптическая плотность II фракции и низкая I. Большая часть органического вещества связана с кальцием и прочно закреплена в почве. Морфологически это выражается в хорошей зернистой структуре гумусового горизонта и отсутствием каких-либо признаков потечности гумуса.

Таблица 1

Диагностическое значение оптической плотности гуминовых кислот чернозема выщелоченного и черноземовидных почв севера Тамбовской равнины

С _{орг} , %	С _{ГК} :С _{ФК}	С _{ГК} I		С _{ГК} II		К _{I- II}	Водный режим во влажные годы	Признак и деградации гумуса	Степень деградации гумуса
		% от ΣС _{ГК}	D 0,001% С	% от ΣС _{ГК}	D 0,001% С				
1. Чернозем выщелоченный									
3,4±0,1	2,3±0,2	20±2	0,19±0,01	69±3	0,55±0,02	1,5-2,0	Промывной	Отсутствуют	Нет
2. Черноземовидная выщелоченная глубокооуглеенная									
3,5±0,3	2,6±0,1	27±2	0,28 ± 0,02	64±2	0,53±0,03	2,1-3,0	Застой влаги до конца апреля	Светло-бурые кутаны	Слабая (вымывание ФК)
3. Черноземовидная оподзоленная слабооуглеенная									
3,6±0,2	2,1±0,1	34±5	0,27±0,02	56±5	0,54±0,01	3,1-4,0	Застой влаги до конца мая	Светло-бурые кутаны	Слабая (вымывание ФК)
4. Черноземовидная оподзоленная глееватая									
3,1 ± 0,3	1,5 ± 0,1	43±5	0,27±0,02	45±4	0,44±0,04	4,1-5,0	Застой влаги до начала июля	Бурые кутаны	Средняя (вымывание ФК и ГК I фракции)
5. Черноземовидная оподзоленная глубокооуглеенная									
4,0 ± 0,2	1,6±0,1	46±3	0,32 ± 0,02	48±3	0,45±0,03	4,5-6,0	Застой влаги до начала июля	Черные кутаны	Сильная (вымывание ГК I и II фракции)
6. Черноземовидная подзолистая глееватая									
3,4 ± 0,3	1,2±0,4	69±8	0,32±0,02	27±7	0,34±0,02	8,1-10	Поверхностный застой, внутрипочвенный - до середины июля	Черные кутаны, изменение цвета А1	Очень сильная (разрушение II фракции и ГК)

В черноземовидных выщелоченной глубокооуглеенной и оподзоленной слабооуглеенной почвах, кроме увеличения доли I фракции гуминовых кислот, увеличивается и ее оптическая

плотность. Изменение качественного состава органического вещества ведет к увеличению подвижности гумуса, что сопровождается снижением водопрочности структуры и появлением светло-бурых гумусовых кутан в переходных горизонтах. Анализ состава гумуса кутан показал, что вымываются в первую очередь фульвокислоты.

В черноземовидных оподзоленной глееватой и оподзоленной глубокооглеенной почвах кроме дальнейшего увеличения оптической плотности I фракции, происходит снижение оптической плотности II фракции. Это свидетельствует о разрушения гуматно-кальциевых комплексов, определяющих плодородие черноземов. Морфологически деградация органического вещества проявляется в появлении в профиле почв бурых и темно-серых гумусовых кутан и сопровождается изменением структуры до призматической.

В черноземовидной подзолистой глееватой почве происходит полное разрушение гуматно-кальциевых комплексов. Оптическая плотность I и II фракций выравниваются, что ведет к осветлению почвы и деградации структуры до пылеватой. Гумус на этой стадии деградации обладает высокой подвижностью, переходный горизонт приобретает мраморовидную окраску из-за обильных черных гумусовых кутан.

Так как коэффициент K_{I-II} зависит не только от соотношения I и суммы I и II фракций гуминовых кислот, но и от их оптической плотности его можно использовать и для приблизительной оценки степени деградации гумуса и его подвижности:

1) деградация слабая или отсутствует $K_{I-II} 1,5-3,0$; 2) Деградация слабая и средняя $K_{I-II} = 3,1-5,0$; 3) Деградация сильная и очень сильная $K_{I-II} > 5,0$

Более объективную информацию об изменении гумусного состояния черноземных почв представляют сведения об оптической плотности самих гуминовых кислот I и II фракции (табл):

- 1) деградация отсутствует - $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKI}) < 0,25$, $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKII}) > 5$
- 2) слабая деградация - $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKI}) - 0,25-0,30$, $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKII}) > 5$
- 3) средняя деградация $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKI}) - 0,25-0,30$, $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKII}) - 0,40-0,50$
- 4) сильная деградация - $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKI}) - 0,30-0,35$, $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKII}) > 40-50$
- 5) очень сильная - $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKI}) - 0,30-0,35$, $D_{0,001\% \text{ C}}(\text{ГKII}) - 0,30-0,40$

Выводы

1. Переувлажнение черноземных почв пресными поверхностными водами сопровождается качественным изменением состава органического вещества, его деградацией.
2. При сохранении высокого общего содержания органического вещества, переувлажнение приводит к изменению соотношений фракций гуминовых кислот.
3. Коэффициент степени черноземных почв (K_{I-II}) можно использовать не только для характеристики эколого-гидрологических условий почв, но и для приблизительной оценки степени деградации органического вещества черноземов
4. Данные по оптической плотности I и II фракций гуминовых кислот отражают изменение структуры гуминовых кислот и могут служить для детальной оценки степени деградации органического вещества черноземов.

Литература

- [1] Ачканов С.А. Николаева С.А. Вторичный гидроморфизм почв степных ландшафтов Западного Предкавказья // Почвоведение, 1999. №12. С. 1424-1432.
- [2] Воробьева Л.А., Герасименко Н.М., Хитров Н.Б. Влияние переувлажнения на природу щелочности обыкновенных черноземов и лугово-черноземных почв Ростовской области // Почвоведение, 2002. № 4. С.431-442.
- [3] Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В., Красин В.Н. Методы количественной диагностики степени гидроморфизма черноземовидных почв севера Тамбовской равнины // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение, 2012, № 1

- [4] Зайдельман Ф.Р., Степанцова Л.В., Никифорова А.С., Красин В.Н., Сафронов С.Б.; Красина Т.В. Генезис и деградация черноземов Европейской России под влиянием переувлажнения, способы защиты и мелиорации. Воронеж: Кварта, 2013 – 352с.
- [5] Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 375с.
- [6] Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов.// Почвоведение, 2004, №8, с. 918-926
- [7] Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г.Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689с.
- [8] Степанцова Л.В., Красин В.Н. Количественный показатель глубины залегания грунтовых вод в черноземовидных почвах севера Тамбовской равнины.// Вестник Мич ГАУ. Мичуринск, 2011. № 2: С. 106-110.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА
ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО НА ТЕРРИТОРИИ АО «ХРЕНОВСКОЙ КОННЫЙ ЗАВОД»

С.В. Ларичева

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, laricheva.sv@gmail.com

INFLUENCE OF AGRICULTURAL USING ON PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM IN
THE TERRITORY OF THE JSC «KHRENOVOI KONNYY ZAVOD»

S.V. Laricheva

RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev

Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель. Один из видов деградации почв это подкисление. Оно может быть связано с сельскохозяйственной деятельностью: изменение систем землепользования или агротехнологий, мелиоративные мероприятия, применение большого количества средств химзащиты, внесением физиологически кислых удобрений, а также другими видами антропогенного воздействия: выпадение кислотных осадков, промышленные отходы и прочее. [1] Учитывая, что в большинстве случаев при подкислении почв ухудшается их плодородие, необходима своевременная диагностика и принятие мер по прекращению дальнейшего подкисления почв. Наиболее простой метод борьбы с кислотностью почв это известкование.

Согласно исследованиям, в Российской Федерации кислые почвы занимают 32% обследованной пашни, в Центральном Федеральном округе – 53,7 %. По результатам мониторинга, проведенного П.А. Чекмарёвым и коллегами, прослеживается увеличение кислотности пахотных почв в пределах ЦЧР в направлении с юга на север, а на территории Воронежской области доминируют слабокислые почвы. Доля кислых почв за последние несколько лет в Воронежской области выросла на 5,8%. [2]

Объектом исследования является территория Хреновского конного завода, расположенного в Бобровском районе Воронежской области. Поля, выбранные для обследования, были отнесены Талловской агрохимической службой к чернозёмам типичным. Также самостоятельно был заложен почвенный разрез, по данным которого почва была определена как чернозём типичный, среднемощный, тяжелосуглинистый. По данным обследований, проведенных в хозяйстве в прошлом году, почвы также были определены как черноземы типичные среднемощные глубокоовскипающие тяжелосуглинистые на лессовидном суглинке. Тем не менее данные поля по данным отчётов ни разу не были отнесены к почвам с нейтральной реакцией среды.

После проведения исследования и оценки показателей, полученных из агрохимотчётов Талловской агрохимстанции, можно сделать вывод, что за последние пятнадцать лет сильно увеличилось количество кислых почв. Согласно данным отчётов в

1990 году доля почв с нейтральной реакцией среды составляла 61,5% или 4586га. В 2014 году их количество составляет всего 1% - 77га. Доля почв со слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды составляла 15% (1096га) и 15% (1103га). В 2014 году близкой к нейтральной реакцией среды обладают 33%(2400га) почв, а слабокислой реакцией – 57%(4182га).

Литература

- [1] Савич В.И., Седых В.А., Гераськин М.М. «Охрана почв» / М. : Проспект, 2016г. — 538с
- [2] Чекмарёв П.А. и др. «Мониторинг кислотности пахотных почва центрально-чернозёмного района» / Достижения науки и техники АПК/ № 07- 2011г.