РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

ФГБУН «ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД – НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

ФГБУН «НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА

КРЫМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ (ПОЧВЕННЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

Всероссийская с международным участием
научная конференция, посвященная 60-летию лаборатории
агроэкологии Никитского ботанического сада

Ялта
7 – 11 октября 2019 года

СИМФЕРОПОЛЬ
ИТ «АРИАЛ»
2019

УДК 631.95
ББК 42.3
А 43

Рекомендовано к печати ученым советом Никитского ботанического сада – Национального научного центра (протокол № 12 от 06.08.2019 г.)

Ответственный редактор:
доктор биологических наук О.Е. Клименко

Организация Всероссийской с международным участием научной конференции и публикация материалов выполнены при финансовой поддержке РФФИ, научный проект № 19-04-20118\19

А 43 **Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценотические аспекты):** Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции, посвященной 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада, 7 – 11 октября 2019 г. / отв. ред. О.Е. Клименко; Никитский ботанический сад – Национальный научный центр. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. – 354 с.
ISBN 978-5-907198-23-4

Материалы конференции посвящены обсуждению проблем современного состояния агроэкосистем различных регионов нашей страны и зарубежья. Рассмотрены теоретические вопросы формирования и функционирования агроэкосистем, оценки их устойчивости и продуктивности, степени и направленности антропогенного воздействия, а также практические вопросы оптимизации и биологизации агроценозов и фитоценозов. Материалы представлены в пяти различных направлениях: современное состояние агроэкосистем, стратегии их развития, совершенствования и оптимизации; биологизация агроэкосистем – путь к повышению их устойчивости и продуктивности; оптимизация и биологизация фитосанитарного состояния агроценозов; экологические и технологические проблемы деградации почв в агроценозах и пути их решения; оценка, охрана и рациональное использование земельных, почвенных и агроклиматических ресурсов в садоводстве и растениеводстве.

Публикуемые материалы представляют интерес для широкого круга специалистов в области агроэкологии, агрохимии, почвоведения, токсикологии, фитоценологии, оценки и охраны агроэкологических ресурсов, они будут интересны также преподавателям, аспирантам и студентам вузов.

А 43 **Actual problems of sustainable development of agro-ecosystems (soil, ecological, biocenotic aspects)**: Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 60th anniversary of the laboratory of agroecology of Nikitsky Botanical Gardens, October 7 – 11, 2019 / Resp. ed. O.E. Klimenko; Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center. – Simferopol : IT "ARIAL", 2019. – 354 p.
ISBN 978-5-907198-23-4

The conference materials are devoted to the problem of assessing the current state of agro-ecosystems of various regions of our country and abroad. The theoretical issues of the formation and functioning of agroeconomics, the assessment of their sustainability and productivity, the degree and direction of anthropogenic impact, as well as practical issues of optimization and biologization of agrocenoses and phytocenoses are considered. Materials are presented in five different directions: current state of agro-ecosystems, strategies for their development, improvement and optimization; biologization of agroecosystems – the way to increase their sustainability and productivity; optimization and biologization of the phytosanitary state of agrocenoses; environmental and technological problems of soil degradation in agrocenoses and their solutions; assessment, protection and rational use of land, soil and agro-climatic resources in horticulture and crop production.

The published materials are of interest to a wide range of specialists in the field of agroecology, soil science, agrochemistry, toxicology, phytocenology, assessment and protection of agroecological resources, for the teachers, post-graduate students and university students.

© Коллектив авторов, 2019
© Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, 2019
ISBN 978-5-907198-23-4 © ИТ «АРИАЛ», макет, оформление, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция № 1
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ, СТРАТЕГИИ ИХ РАЗВИТИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ

БАЛЫКИНА Е.Б. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОЦЕНОЗА ЯБЛОНЕВОГО САДА И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ..……13
БЕЗУГЛОВА О.С. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА……..16
CIOLACU T.F. LIMITING SOIL FACTORS IN TYPICAL CHERNOZEMS AT CONTEMPORARY AGROECOSYSTEMS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA…….20
ГЛАЗУНОВ Г.П. СПОСОБ ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ ПРИ АГРОХИМИЧЕСКОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ……22
ГРОМОВИК А.И., ГОРБУНОВА Н.С., ЧЕРЕПУХИНА И.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР……..25
ГУЛЯНОВ Ю.А. СТРАТЕГИИ НОВАЦИОННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ……...28
ДАНИЛОВА А.А. ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗА……..32
ДРАГАН Н.А. ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧВАХ КРЫМА.....34
ЕРГИНА Е.И., ЖУК В.О. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИИ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА…….....38
ЖЕЛЕЗОВА С.В. ПРЯМОЙ ПОСЕВ И ВСПАШКА: ДЕСЯТИЛЕТНИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В ЦЕНТРЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА……..41
ЖУКОВ В.Д., ШЕУДЖЕН З.Р. К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ……44

ЗАХАРИХИНА Л.В., БУРТОВОЙ А.В. ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЖЕЛТОЗЕМОВ ТЕРРИТОРИЙ ДЕНДРОПАРКОВ САНАТОРНОЙ ЗОНЫ СОЧИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ……48
КОВАЛЕВ И.В., КОВАЛЕВА Н.О. ПУЛ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ГУМУСА ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ…….51
КОСТЕНКО И.В. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИТОГИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЗА 60-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД……..55
МЕЛЬНИЧУК Т.Н., АБДУРАШИТОВ С.Ф., ЕГОВЦЕВА А.Ю., АБДУРАШИТОВА Э.Р., РАДЧЕНКО А.Ф., ГАНОЦКАЯ Т.Л., ЯКУБОВСКАЯ А.И., КАМЕНЕВА И.А., РАДЧЕНКО Л.А. ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫХ СИСТЕМ С ПОДБОРОМ СОРТОВ *TRITICUM AESTIVUM* L. В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМА……60
НЕЧАЕВА Т.В., ГОПП Н.В., САВЕНКОВ О.А., СМИРНОВА Н.В. ФОСФОР В ПОЧВАХ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА ПРЕДСАЛАИРЬЯ……..61
НОВИЦКИЙ М.Л. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМБРИОЗЁМОВ НА СУЛЬФИДНЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ……...65
РЫСПЕКОВ Т.Р., БАЛКОЖА М.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕ-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА……..67
САДЫКОВА Ф.В., БИЛАЛОВА Э.Г. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВОГРУНТОВ УФИМСКОГО ЛИМОНАРИЯ……...71
САМБУУ А.Д. УГЛЕРОД ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АГРОЦЕНОЗОВ ТУВЫ……74
САМОФАЛОВА И.А., БЕЛЬКОВА К.В. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ЭРОЗИОННО-ДЕНУДАЦИОННОЙ КАТЕНЫ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ……76
СТРАНИШЕВСКАЯ Е.П., ШАДУРА Н.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ВИНОГРАДЕ В УСЛОВИЯХ КРЫМА……..79
ТРИКОЗ Н.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ФАУНЫ ФИТОФАГОВ В ПАРКАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА……81
ТРОФИМОВ И.А., ТРОФИМОВА Л.С., ЯКОВЛЕВА Е.П., ЕМЕЛЬЯНОВ А.В., СКРИПНИКОВА Е.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ……..84

ТРОФИМОВ И.А., ТРОФИМОВА Л.С., ЯКОВЛЕВА Е.П., РЫБАЛЬСКИЙ Н.Г., СНАКИН В.В, ЕМЕЛЬЯНОВ А.В., СКРИПНИКОВА Е.В., ГОРБУНОВ А.С., БЫКОВСКАЯ О.П. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ЮГА РОССИИ……..86
ЧАПЛЫГИН В.А., МИНКИНА Т.М., МАНДЖИЕВА С.С., БАУЭР Т.В., ЛОБЗЕНКО И.П., СУШКОВА С.Н. СВИНЕЦ И ЦИНК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ……..89
ЧУКОВ С.Н. ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ГУМИФИКАЦИИ В АГРОЦЕНОЗАХ……91
ЧУРАГУЛОВА З.С., СУЛТАНОВА Р.Р., МИНГАЖЕВА А.М. О СОСТОЯНИИ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. УФЫ……92
ШЕУДЖЕН А.Х., ГУТОРОВА О.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ..96

Секция № 2

БИОЛОГИЗАЦИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ – ПУТЬ К ПОВЫШЕНИЮ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ (ПОЧВЕННЫЕ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

АЛЕКСАНДРОВА Л.М. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ ТЮЛЬПАНА ‘ANNA KRASAVITSA’ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА……99
БАРАНСКАЯ М.И., ЧАЙКОВСКАЯ Л. А., КЛИМЕНКО Н.Н., ОВСИЕНКО О.Л. ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ НА СИСТЕМУ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СТРЕССОВОМ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ……102
БЕЙБУЛАТОВ М.Р., ТИХОМИРОВА Н.А., УРДЕНКО Н.А., БУЙВАЛ Р.А. ПОВЫШЕНИЕ ПРИЖИВАЕМОСТИ И РАЗВИТИЯ САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ……..104
БОГАТЫРЕВА Е.Н., СЕРАЯ Т.М., КИРДУН Т.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ ПОЛУЖИДКОГО НАВОЗА КРС И ЗЕМЛИСТЫХ НЕОГЕНОВЫХ БУРЫХ УГЛЕЙ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ……. ……106

БЫКОВСКАЯ И.А., ОСИПОВА Л.В., КУРНОСОВА Т.Л. УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.) К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ……..110
ЕЛЬЧИНИНОВА О.А., КУЗНЕЦОВА О.В., СОЙЁНОВА И.Н., ЧИЧИНОВА Г.В. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАХОТНО-ПРИГОДНЫХ ПОЧВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ГОРНОГО АЛТАЯ…….. …….111
ЖУРАВЛЕВА А.С., ГАЛУШКО А.С. ИЗУЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ИЗ КОНТРАСТНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН……..113
КЛИМЕНКО Н.И., КЛИМЕНКО О.Е., ПОПОВ А.И. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И ВЫХОД САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ В ПЛОДОВОМ ПИТОМНИКЕ……..……..114
КЛИМЕНКО Н.Н. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МИКРОБОЦЕНОЗА ТЮЛЬПАНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ БАКТЕРИЗАЦИИ……116
КЛИМЕНКО О.Е., ПЛУГАТАРЬ Ю.В. БИОЛОГИЗАЦИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В САДОВОДСТВЕ И ВИНОГРАДАРСТВЕ……..118
НЕСМЕЯНОВА М.А., ДЕДОВ А.В., МИХИНА Е.А. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ……122
НЕСМЕЯНОВА М.А., НОВИКОВА Л.А., ДЕДОВ А.В. АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА……...126
ОРЛОВА Е.Е., ГУРТОВАЯ А.В. ПРИМЕНЕНИЕ БИОУГЛЯ В РАМКАХ КОМПЛЕКСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN. ……..130
ОРЛОВА Н.Е., ПОЛЯК Ю.М., ОРЛОВА Е.Е., КАПЛАН А.В. ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗА АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ……133
ОСИПОВ А.В., СЛЮСАРЕВ В.Н. ВЛИЯНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ РИСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ КУБАНИ……134
ПАСЬ А.Н. СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА ЛУКОВИЦ ТЮЛЬПАНОВ TULIPA HYBRIDA HORT ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ……136
ПОЛТОРАЦКАЯ Т.А., ПРИХОДЬКО В.Д., ПРИХОДЬКО В.Д., КАМНЕВА И.А., ЯКИМОВА А.С., КАЗЕЕВ К.Ш. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ УСТЬ-ДОНЕЦКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ……. ……..138

ПОЛЯКОВА Л.В., КУЗНЕЦОВА Н.Ф. ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС С УЧАСТИЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ВЕЩЕСТВ ВТОРИЧНОГО ОБМЕНА……..141
СЕРАЯ Т.М., БОГАТЫРЕВА Е.Н., БЕЛЯВСКАЯ Ю.А. УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРАДИЦИОННОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ……145
СЛЮСАРЕВ В.Н., ОСИПОВ А.В. РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО АЗОВО-КУБАНСКОЙ РАВНИНЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР…….....149
ТЮТЮННИКОВА Е.М., ПЛОТНИКОВА Т.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ В ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЙ АГРОТЕХНОЛОГИИ ТАБАКА……151
ФАИЗОВА В.И., ЦХОВРЕБОВ В.С., НИКИФОРОВА А.М., ЛЫСЕНКО В.Я. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЦЕЛЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО……..154
ХОМЯКОВ Д.М. «ЗЕЛЕНЫЕ» АГРОТЕХНОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ……...157
ЦХОВРЕБОВ В.С., УМАРОВ А.Б., ФАИЗОВА В.И., НИКИФОРОВА А.М., НОВИКОВ А.А. ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ……..159
ЧЕРЕПУХИНА И.В., БЕЗЛЕР Н.В., ГРОМОВИК А.И. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ……163

Секция № 3

ОПТИМИЗАЦИЯ И БИОЛОГИЗАЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ САДОВО-ПАРКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

ВАСИЛЬЧЕНКО А.В. ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЛИВОВОЙ ПЛОДОЖОРКИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ……..167

ВАСИЛЬЧЕНКО Н.Г. ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ И ТИПА ПОЧВ НА АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* …….168
ВОЛКОВА М.В., ВОЛКОВ Я.А. САМОРЕГУЛЯЦИЯ АКАРОКОМПЛЕКСА В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ КАК ПРЕДПОСЫЛКА К РАЗВИТИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДАРСТВА НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА ……172
ЗВОНАРЕВА Л.Н. ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОРТОВ РОЗЫ МИНИАТЮРНОЙ САДОВОЙ ГРУППЫ КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА……....175
ИВАНОВА О.В. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ УРОВНИ РАЗВИТИЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ В КРЫМУ……...177
КОЗИЦЫН А.Е. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*……180
КОРЖ Д.А. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ГРУШЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В КРЫМУ……184
МАТВЕЙКИНА А.Е., ВОЛКОВ Я.А. РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНЫХ СХЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДА….186
НАСОНОВ А.И., ЯКУБА Г.В. ПОИСК И ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР *VENTURIA INAEQUALIS* (COOKE) G. WINTER ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ……188
НОРОВСУРЭН Ж. РОЛЬ АКТИНОМИЦЕТОВ – АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕНОВ……..192
СИДОРОВА Т.М., АСАТУРОВА А.М. ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ АНТИГРИБНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ШТАММОВ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БИОФУНГИЦИДОВ……..193
СОБОЛЕВА Л.М., ПЛОТНИКОВА Т.В. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД СДЕРЖИВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСИКОВОЙ ТЛИ НА ТАБАКЕ……...195
СТУЛОВ С.В., ВЕНДИЛО Н.В., ПЛЕТНЕВ В.А., КАРАКОТОВ С.Д. ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРОМОННЫХ ПРЕПАРАТОВ АО «ЩЕЛКОВО АГРОХИМ»……. ……...197
ЮРЧЕНКО Е.Г., КОНОНЕНКО С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИФАГОВ В РЕГУЛЯЦИИ ВИНОГРАДНОГО ВОЙЛОЧНОГО КЛЕЩА……198
ЮРЧЕНКО Е.Г., САВЧУК Н.В., БУРОВИНСКАЯ М.В. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АГРОПРИЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ……...202
ЯГОДИНСКАЯ Л.П., РЫБАРЕВА Т.С. АКАРИЦИД ОБЕРОН РАПИД,

КС − ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО В БОРЬБЕ С КЛЕЩАМИ − ФИТОФАГАМИ НА ЯБЛОНЕ……..207
ЯЦКОВА Е.В. КОКЦИДЫ − ВРЕДИТЕЛИ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ…….209

Секция № 4

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

АНИСИМОВ В.С., АНИСИМОВА Л.Н., ФРИГИДОВА Л.М., КОРНЕЕВ Ю.Н., ФРИГИДОВ Р.А., САНЖАРОВ А.И., ДИКАРЕВ Д.В., КОЧЕТКОВ И.В. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ, ПОДВИЖНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ Zn, ВНЕСЕННОГО В КАЧЕСТВЕ МИКРОЭЛЕМЕНТА В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ-ВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ»……..211
БРИКМАНС А.В., СЕМАЛЬ В.А., НЕСТЕРОВА О.В. ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЧВЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА……213
БУРАЧЕВСКАЯ М.В., БРЕНЬ Д.В., ЦИЦУАШВИЛИ В.С., БАРАХОВ А.В. ФРАКЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ..…….216
ГОЛЕУСОВ П.В., МАЛЫШЕВ А.В. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ……..219
ГОРБУНОВА Н.С., ГРОМОВИК А.И., КУЛИКОВА Е.В., КУЛИКОВ Ю.А. ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ НИКЕЛЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ...……..221
ЕЛЬКИНА Г.Я., ЛАПТЕВА Е.М., ЛИХАНОВА И.А., ХОЛОПОВ Ю.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ…….....225
ИЛЬИНА Л.П., СУШКО К.С. ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ СУХОСТЕПНЫХ ПОЧВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ИХ ПЛОДОРОДИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ……229
КАЗЕЕВ К.Ш. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ...233

КАРПЕНКО Т.Ю., СЕМАЛЬ В.А. ПРИМЕНЕНИЕ БИОУГЛЯ В С/Х ПОЧВАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В КАЧЕСТВЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ……236
КОЗЛОВА Н.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В ДЛИТЕЛЬНОМ МНОГОФАКТОРНОМ ОПЫТЕ С УДОБРЕНИЯМИ НА КУЛЬТУРЕ ЧАЯ В СУБТРОПИКАХ РФ……238
КОЛЕСНИКОВ С.И. УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ И ЭКОСИСТЕМ КРЫМА К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ……241
ЛАПТЕВА Е.М., ВИНОГРАДОВА Ю.А., КОВАЛЕВА В.А., ПЕРМИНОВА Е.М., ЕЛЬКИНА Г.Я. МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЧВ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ……245
ЛИСЕЦКИЙ Ф.Н., БУРЯК Ж.А., МАРИНИНА О.А., ПОЛЕТАЕВ А.О. ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ В ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ЗОНАХ КРЫМА……247
МАНДЖИЕВА С.С., БУТЕНКО Е.В., САЗОНОВ И.Н., СТЕПАНЕНКО В.В., КУЛАЕВА Е.Д., ЧАПЛЫГИН В.А., ЧЕРНИКОВА Н.П., МИНКИНА Т.М. ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ МЕДЬЮ……..251
МОКРИКОВ Г.В., МИННИКОВА Т.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ……253
НЕВЕДРОВ Н.П., ПРОЦЕНКО Е.П. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АГРОЭКОСИСТЕМ КУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ……256
НЕВИДОМСКАЯ Д.Г., МИНКИНА Т.М., ФЕДОРЕНКО Г.М., ФЕДОРЕНКО А.Г., ПОЛЬШИНА Т.Н., HASSAN T.M., ЧАПЛЫГИН В.А., МАХИНЯ Д.В. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ДОН И ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО БИОГЕОХИМИЧЕСКИМ И МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ РАСТЕНИЙ…...……..259
НЕЧАЕВА Т.В., СМИРНОВА Н.В., ЯКУТИНА О.П. ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ..262
НИКИТИНА О.Г. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ……266
ОДАБАШЯН М.Ю., ТРУШКОВ А.В., КАЗЕЕВ К.Ш. ВЛИЯНИЕ ПАЛА СТЕРНИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ.....269
ПИМЕНОВА А.Е., БУЙВОЛОВА Е.С., КАЗЕЕВ К.Ш. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА

В КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА.....273
ПЛОТНИКОВА Т.В., СИДОРОВА Н.В., ЕГОРОВА Е.В. РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ВОССТАНОВЛЕНИИ И ОЗДОРОВЛЕНИИ ДЕГРАДИРОВАННОГО СУБСТРАТА РАССАДНИКА ПРИ БЕССМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ТАБАКА...275
ПРУЩИК А.В., СУХАНОВСКИЙ Ю.П., ВЫТОВТОВ В.А., ТИТОВ А.Г. ДОЖДЕВАНИЕ КАК ЭКСПРЕСС-МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ……278
ПУЗИКОВА А.А., СОЛДАТОВА И.С. СВОЙСТВА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ЕГОРЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ…….....281
СОКОЛОВ Ю.В., ЗАПОТОЧНАЯ О.С. СОСТАВ КУЛЬТУР И ОСОБЕННОСТИ ИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОЧВАХ СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИСИВАШЬЯ В УСЛОВИЯХ БЫВШИХ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ……...283
ТИТКОВ А.А. МЕТОД ОЦЕНКИ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ……...285
ТИТОВА В.И. К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ: МАСШТАБЫ, НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ОЦЕНКИ УЩЕРБА……...287
ТРУШКОВ А.В., ОДАБАШЯН М.Ю., КАЗЕЕВ К.Ш. ПОСТАГРОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА…… …….291
ЦЫБУЛЬКО Н.Н. АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ……295
ШУМСКИХ Н.Н. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ: ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……..299
ЮХНОВЕЦ А.В., УСТИНОВА А.М. ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ К ЭРОЗИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ……..302

Секция № 5
ОЦЕНКА, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ, ПОЧВЕННЫХ И АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В САДОВОДСТВЕ

АНТЮФЕЕВ В.В. ДВА ВЕКА КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ…….307

БАТУКАЕВ А.А., МАГОМАДОВ А.С., БАТУКАЕВ А.А. ПЕСЧАНЫЕ ПОЧВЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ВИНОГРАДАРСТВЕ…….310
ГОРИНА В.М., КОРЗИН В.В., МЕСЯЦ Н.В. МОРОЗОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ АБРИКОСА КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА……313
ДАРВЕЕШ Н.И., ОНИЩЕНКО Л.М., ДОРОШЕНКО Т.Н. ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В АГРОЦЕНОЗЕ ЯБЛОНИ ЮГА РОССИИ…..317
ДУНАЕВСКАЯ Е.В., КОСТЕНКО И.В. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ИНЖИРА И ФЕЙХОА В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ...320
КОВАЛЕВА Н.О., КОВАЛЕВ И.В. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ СУХИХ СУБТРОПИКОВ…….323
МИНГАЖЕВА А.М., ЧУРАГУЛОВА З.С., ЗАРИПОВА Р.З. ХЕНОМЕЛЕС МАУЛЕЯ (*CHAENOMELES MAULEI* C. K. SCHNEID) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНТРОДУЦЕНТ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН……..327
НОВИЦКАЯ А.П. ЗИЗИФУС НА КОРИЧНЕВЫХ ТЕРРАСИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА……...330
ОРЁЛ Т.И. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КРЫМА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР…….332
РЕШОТКИН О.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОГО И ПОЧВЕННОГО КЛИМАТА ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ.336
САМОФАЛОВА И.А. МИГРАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ…….337
СТОРЧОУС В.Н. РАЗВИТИЕ САДОВОДСТВА В КРЫМУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ……341
ТЕРЛЕЕВ В.В., ГИНЕВСКИЙ Р.С., ЛАЗАРЕВ В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕЦИЗИОННОГО ОРОШЕНИЯ……345
ЧУПИНА В.И., ГЕРАСИМОВА М.И. ПОЧВЫ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ФОРМАТЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ...……349
КАМЕНЕВА И.А., МЕЛЬНИЧУК Т.Н., ЯКУБОВСКАЯ А.И., ГРИТЧИН М.В., СМИРНОВА И.И. ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ….. 353

Секция 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ, СТРАТЕГИИ ИХ РАЗВИТИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОЦЕНОЗА ЯБЛОНЕВОГО САДА И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ

Балыкина Е.Б.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
Ялта, пгт. Никита
zaschitanbs@rambler.ru

Современный промышленный яблоневый сад − долгосрочная, монокультурная агроэкосистема с характерными особенностями функционирования и развития. Стабильная среда обитания, способность растений к регенерации органов, наличие множества экологических ниш, в которых образуются долговременные биологические комплексы живых организмов и осуществляются процессы саморегуляции через потоки энергии, вещества и трофические связи приближает садовый агроценоз к природным экосистемам и обусловливает его высокий адаптивный потенциал. В тоже время это монокультурный, выровненный по возрасту и породно-сортовому составу агроценоз, направленный искусственным отбором на повышение продуктивности плодовых деревьев, представляющий тройственную систему: плодовые деревья – вредители – хищники и паразиты. В условиях многолетних плодовых насаждений, как и в естественных ценозах, создается долговременное биологическое сообщество, которому свойственна саморегуляция, но при этом не обеспечивается достаточная экономическая эффективность, «такой сад не удовлетворяет требованиям в отношении количества и качества плодов». У растений, входящих в состав агроэкосистемы плодового сада есть условия для роста и плодоношения, но нет возможности для развития как целостной системы. Управление агроценозом представляет собой сложный технологический процесс, направленный на повышение продуктивности насаждений с учетом влияния на вредные и полезные организмы и окружающую среду и предполагает долговременное сдерживание численности фитофагов на хозяйственно неощутимом уровне. При этом необходим детальный анализ этапов и процессов формирования энтомоакарокомплекса, выявление

доминирующих видов насекомых и клещей, уточнение особенностей их фенологии, динамики численности, а также влияния абиотических, биотических и антропических факторов на изменения видового и количественного состава.

Цель исследований – изучить экологические особенности яблоневого агроценоза и определить пути оптимизации его фитосанитарного состояния.

Объект исследования – агроэкосистема яблоневого сада.

Методы исследований – общепринятые в биологии и защите растений.

Видовой состав и структура комплекса фитофагов в значительной степени обусловлены возрастными особенностями агроэкосистемы плодового сада и емкостью экологических ниш, что позволяет существовать в нем антропично обусловленному количеству различных видов и формировать относительно более устойчивое, чем в полевых агроценозах экологическое сообщество.

Каждый вид в соответствии со своими физиологическими потребностями имеет определенное место обитания и питания, т.е. занимает определенную экологическую нишу, емкость экологических ниш в каждом конкретном агроценозе определяется технологией выращивания яблони.

Выделено 4 основные группы экологических ниш и связанные с ними коадаптивные комплексы вредителей: первая группа объединяет вегетативные части плодовых деревьев (ствол, скелетные ветви, побеги, ростовые почки и листья); вторая – генеративные органы (плодовые почки, соцветия, завязь, плод); третья включает почву и растительный покров; четвертая – прилегающие территории (частные сады, заброшенные насаждения, садозащитные полосы).

Жизнедеятельность наиболее массово встречающихся и вредоносных фитофагов в яблоневом саду четко разделена во времени и пространстве, что практически исключает межвидовую конкуренцию за кормовую базу, обеспечивает им возможность полного заполнения экологических ниш и, как следствие, доминирующий статус; на различных фазах развития фитофагов происходит смена экологических ниш, что обеспечивает их выживание.

Формирование экологических ниш и связанного с ними комплекса насекомых и клещей – длительный поэтапный процесс, зависящий от возрастных изменений структуры яблоневых садов, оно начинается в момент закладки сада и продолжается непрерывно на протяжении всего периода возделывания под влиянием комплексного воздействия главным образом абиотических, биотических и антропическихз факторов.

Определены сроки и места обитания наиболее уязвимых фаз онтогенеза доминирующих фитофагов, что имеет важное значение при разработке систем защитных мероприятий. В молодых насаждениях видовой состав членистоногих формируется из видов, характерных для агроценоза культуры предшественника; видов, способных сезонно мигрировать, и путем «завоза» с

посадочным материалом (калифорнийская щитовка, кровяная тля). В процессе роста и эксплуатации сада видовой состав пополняется за счет миграции специализированных членистоногих из заброшенных полуодичавших садов, защитных лесополос и приусадебных участков.

Установлено, что за последнее десятилетие при общем обеднении видового состава с 44 до 37 видов доля чешуекрылых снизилась на 4% (с 26 до 20 видов), равнокрылых на 3%, а клещей-фитофагов и жесткокрылых увеличилась на 2%.

Определено, что виды, имевшие экономическое значение и доминирующее положение в 70 − 80-е годы прошлого столетия (античная волнянка, боярышница, златогузка, бурый плодовый клещ, комплекс садовых листоверток) в настоящее время утратили свой статус, тогда как возросло влияние видов, бывших ранее второстепенными (туркестанский клещ, почковые долгоносики).

Установлено изменение погодных условий Крыма за период 1976 г. по 2018 г. в сторону потепления (с 2000 г. СЭТ по Крыму ежегодно превышает среднемноголетний показатель (1500 °С) на 300 – 420 °С) и увеличение продолжительности вегетационного периода на 20 – 24 дня.

Определено, что изменения в технологии возделывания культуры (увеличение количества деревьев на гектар, раннее вступление в плодоношение, короткий срок эксплуатации) повлекло за собой изменение экологических условий в яблоневом агроценозе, емкости экологических ниш и, как следствие, изменение видового состава членистоногих.

Доказано, что изменение видового состава происходит преимущественно под влиянием антропичных факторов, так как в результате хозяйственной деятельности человека изменяется емкость экологических ниш, обеспечивающих жизнедеятельность членистоногих. Численность популяций отдельных видов в течение конкретного вегетационного периода в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий.

Биотические факторы – хищники и паразиты – в промышленных садах с высокой пестицидной нагрузкой не играют существенной роли в ограничении численности фитофагов; при сокращении объемов использования инсектоакарицидов (до 5,0 кг, л/га д.в. и ниже), активность полезных видов резко возрастает и может сдерживать плотность популяции открытоживущих видов – тлей, клещей, щитовок.

Выводы

Таким образом, в результате анализа экологических особенностей агроэкосистемы яблоневого сада установлены основные факторы, влияющие на формирование видового состава членистоногих – это технологии выращивания и системы защиты, тогда как количественные изменения плотности популяции происходят под влиянием погодно-климатических условий.

Эти три основные фактора, как показали результаты ретроспективного анализа за последние полвека, претерпели существенные изменения, что в комплексе привело к нарушению сложившихся трофических связей в садовом агроценозе и обусловило качественные и количественные изменения видового состава энтомоакарифауны и обусловило необходимость поиска рациональных экологически ориентированных методов оптимизации фитосанитарного состояния яблоневых агроценозов.

Управление агроэкосистемой плодового сада предполагает, прежде всего, обеспечение максимальной продуктивности культурных растений и сокращение потерь от вредителей при сохранении их естественных врагов – энтомоакарифагов. Достижение высокой продуктивности агроэкосистемы возможно только при рациональном сочетании агротехнических приемов управления ростом, развитием и плодоношением растений и методов ограничения численности вредной фауны до хозяйственно неощутимого уровня. При этом основная задача состоит в направленном изменении фитосанитарной ситуации в агроценозе до такого уровня, при котором численность популяции того или иного фитофага не превышала бы порога экономической вредоносности.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

Безуглова О.С.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
lola314@mail.ru

Почвенный покров равнин Нижнего Дона и Предкавказья представлен степными, сухо-степными и пустынно-степными почвами с разнообразными комплексами. Почти половина земель территории представлена черноземами – лучшими почвами мира. Широко распространены и лугово-черноземные почвы (по Классификации и диагностике почв России вошедшие в гидрометаморфизованные подтипы черноземов).

Своеобразные условия почвообразования в Предкавказье предопределили особенности черноземов, и хотя есть какие-то различия в характере почвообразующих пород и растительности на территории распространения степей, но главной причиной уникальности этих черноземов считаются особенности климата. Черноземы теплой южно-европейской фации формируются в условиях, характеризующихся оптимальным соотношением таких показателей, как годовая сумма осадков и сумма температур выше 10 ^{o}C. Продолжительный безморозный период и небольшая глубина промерзания почвенной толщи способствуют

длительному протеканию процессов минерализации и гумификации органических остатков в почвах. Отсюда главная особенность этих почв: повышенная мощность гумусового профиля и пониженная гумусированность, и, тем не менее, довольно высокие общие запасы органического вещества.

Наличие карбонатного горизонта белоглазки – следствие процессов выщелачивания – характерно для всех подтипов черноземов юга России. Глубина залегания и мощность этого горизонта связана с вертикальными циклами токов почвенных растворов, следовательно, с количеством и характером выпадения осадков. Но во многом эти параметры карбонатного горизонта зависят и от физического состояния почвы, ее фильтрационной способности. В условиях Предкавказья и Нижнего Дона четко прослеживается закономерность: чем больше средняя многолетняя глубина промачивания почвы, тем глубже залегание иллювиально-дессуктивного горизонта карбонатов. Еще одна отличительная черта карбонатного профиля черноземов юга России – наличие миграционных форм карбонатов – мицелия, прожилок, что является основным диагностическим признаком одного из самых распространенных в Предкавказье подтипов черноземов – миграционно-сегрегационного. Причиной появления этих своеобразных форм выделения карбонатов является чередование нисходящих и восходящих токов влаги, обусловленное всем комплексом климатических особенностей региона: мягкая зима, слабое зимнее промерзание, глубокое промачивание почвы, длительный теплый период, характеризующийся восходящими потоками влаги.

Таким образом, черноземы Ростовской области достаточно уникальный объект и вопросы их изучения, мониторинга и охраны всегда являлись актуальными как с теоретической, так и с практической точек зрения. Отсюда цель этой работы – показать современное состояние черноземов и выявить недостатки в работах по мониторингу их состояния.

В Ростовской области черноземы являются доминирующим типом почв, они составляют 70,7% всей территории донского края (включая темно-каштановые почвы, получившие в последней классификации статус типа – черноземы текстурно-карбонатные). Именно их состояние является предметом данного анализа. Методы исследования: статистический и логический анализ литературных и архивных данных в ретроспективе.

Экономический спад 90-х годов обусловил прогрессирование одного из самых распространенных видов деградации – агроистощения, выражающегося в снижении содержания доступных элементов питания и дегумификации. Как известно, специфичность черноземов Предкавказья впервые была описана Л.И. Прасоловым в статье «О черноземе Приазовских степей» (1916), когда он предложил выделить их в особый подтип приазовских черноземов, и обосновал наличие наряду с географической

зональностью закономерностей «провинциального» характера. Основная отличительная черта приазовских черноземов – их малогумусность – была отмечена им уже тогда, но все-таки содержание гумуса в почвах в верхней части перегнойно-аккумулятивного горизонта было у верхней границы пределов этого параметра для малогумусных черноземов – 6%. В настоящее время картина изменилась разительно. В 1960 г., когда начались регулярные агрохимические обследования сельскохозяйственных угодий, содержание гумуса в пахотном слое в среднем для Ростовской области составляло уже только 3,86%, в североприазовских черноземах, о которых писал Л.И.Прасолов, несколько выше – 4,7%. Однако интенсификация сельскохозяйственного производства сказалась не самым лучшим образом на плодородии почв, и через 20 лет содержание гумуса в североприазовских черноземах снизилось до 3,8%. Далее тренд на понижение этого показателя сохранился, наиболее низкое содержание гумуса фиксировалось с 1986 по 2000 гг. Наращивание применения минеральных удобрений, наметившееся в начале текущего столетия, сопровождалось некоторым увеличением содержания гумуса. Например, в среднем для Приазовской зоны в 2016–2017 годах был отмечен уровень содержания гумуса 4%. Для черноземов содержание гумуса на уровне 3% находится, вероятно, у нижних границ предела. Вопрос о нижней границе содержания гумуса является дискуссионным, тем не менее, имеются свидетельства об изменении состава гумуса в сторону увеличения в нем инертных форм (гумина). Таким образом, показатель «общее содержание гумуса в пахотном слое» является важным индикатором состояния черноземов, но учитывая, что на современном этапе он не отражает в полной мере степень деградации почвы в силу его предельно низкого для черноземов содержания, этот показатель следует дополнять другими.

Для Ростовской области индикатором агроистощения почв является средневзвешенное содержание подвижного фосфора в пахотном горизонте. Резкое снижение норм внесения фосфорных удобрений в период 1992–2000 гг. привело к уменьшению обеспеченности почв подвижным фосфором до уровня 1984 г. (Безуглова и др., 2013). В настоящее время кривая внесения фосфорных удобрений идет вверх, прослеживается тенденция к стабилизации потерь подвижного фосфора в почве, но до оптимума еще далеко. По данным агрохимического обследования, проведенного в Ростовской области в 2018 г., доля территорий с очень низкой и низкой обеспеченностью подвижным фосфором составляет 20% от площади пашни. Эти показатели – средневзвешенное содержание подвижного фосфора в пахотном горизонте и площади с очень низкой и низкой обеспеченностью фосфором предлагается использовать для оценки процессов деградации от агроистощения почв сельскохозяйственных угодий (Безуглова, Ильинская, Назаренко, 2019).

Важным показателем уровня плодородия почв является их физическое состояние: структура, плотность почвы и ее сложение, водно-физические свойства. Площадь почв, подвергнутых переуплотнению, по данным ЮЖНИИГИПРОЗЕМа на 1992 г. составляла до 0,3 млн. га (Агеев, 1996). В настоящее время Почвенной службы не существует, а в программе работ агрохимической службы определение равновесной плотности почв не предусмотрено. Эту ситуацию необходимо менять, но решить ее можно будет только при условии создания Почвенной службы.

Еще один и, вероятно, самый масштабный фактор разрушения почвенного покрова – это эрозия. В Ростовской области проявляются оба ее вида, с преобладанием водной эрозии в Приазовской, Северо-Западной и Северо-Восточной природно-сельскохозяйственных зонах, и дефляции – в Южной и Восточной зонах. Масштабы и динамику этих деградационных процессов отследить без сплошного корректировочного почвенного обследования невозможно, но оно не проводится с 2002 г. В Докладе о состоянии использовании земель в Ростовской области за 2015 г. приведены данные по этому виду деградации: 3,79 млн. га земель, подверженных водной эрозии, и 1,02 млн. га – дефляции, но эти цифры вызывают большие сомнения в их достоверности.

Таким образом, мониторинг состояния черноземов во времени осуществляется путем сопоставления свойств почв на той или иной площади в разные промежутки времени. Однако часто для такой работы недостаточно сведений в силу утраты целого ряда организаций, осуществлявших сбор информации о почвах и сопредельных средах, в том числе важнейшей из них – почвенной службы, которую фактически осуществляли проектно-изыскательские институты системы ГИПРОЗЕМ.

Другой метод предполагает наличие «нулевых точек отсчета», которыми служат почвы минимально нарушенных человеком ландшафтов. В условиях очень высокой степени распашки черноземной зоны использование этого метода также затруднено. Например, работа над созданием Красной книги почв Ростовской области показала, что из 40 охраняемых ландшафтов, где есть целинные участки с девственными степями, только 5 расположены на черноземах обыкновенных (предкавказских и североприазовских), а общая площадь их составляет всего 592 га. Такие небольшие по территории участки далеко не всегда могут выполнять функции эталонов природы, однако в сильно измененных антропогенным воздействием регионах, к каковым относится черноземная степь, их резерватная, ресурсоохранная и мониторинговая роль проявляется в максимальной степени.

Заключение

В настоящее время возможность осуществлять региональный мониторинг состояния почвенного покрова по всей системе индикаторов весьма проблематична, так как отсутствует Почвенная служба, важнейшей

функцией которой должно стать, в числе прочих, и сплошное корректировочное почвенное обследование. Исходя из возможностей агрохимической службы, осуществляемой системой агрохимцентров по всей России, проведение контроля содержания гумуса в пахотном и подпахотном слоях, а также содержания элементов питания и, прежде всего, как наиболее проблемного для карбонатных черноземов элемента, подвижного фосфора, вполне реально, и выполняется в полной мере. Однако этого недостаточно для осуществления полноценного регионального мониторинга почвенного покрова. Ценную дополнительную информацию в ходе проведения мониторинга можно получить, сравнивая показатели состояния распаханных черноземов с эталонными почвами, которые выделены при обследовании почвенного покрова охраняемых ландшафтов в 2016 – 2018 гг.

LIMITING SOIL FACTORS IN TYPICAL CHERNOZEMS AT CONTEMPORARY AGROECOSYSTEMS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Ciolacu T.F.
Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection by Nicolae Dimo
Chisinau, Republic of Moldova
ciolacutatiana5@gmail.com

Soil degradation is a global issue that directly or indirectly influences all aspects of humankind, as well as the life and function of ecosystems around us. According to the Food and Agriculture Organization Report on Status of the World's Soil Resources (FAO, 2015), "Most of the world's soils are only in fair, poor, or very poor condition. And their condition is getting worse in far more cases than it is improving". The Republic of Moldova is an agrarian country, thus soil degradation is a critical issue for our country which endangers the quality of life and the welfare of the population.

The purpose of the investigations was identification of soil limiting factors in typical chernozems of the Republic of Moldova which appeared in actual conditions of agro-genesis. The research was carried out in Balti steppe, Northern part of the Republic of Moldova on typical loamy-clayey chernozems used for field crops.

In order to emphasize the negative changes in typical chernozems as a result of arable use, a pair of key polygons was studied on arable and fallow land, considered as an etalon. Laboratory soil analyses were performed using standard methods accepted in the Republic of Moldova.

According to our results (Ciolacu, 2010), the arable layer (0-25 cm) of typical chernozems is characterized by blocky structure and compacted massive structural elements. Below the arable layer there is a very compact thick layer (25-35 cm) with a massive or prismatic structure. The apparently good water resistance of soil aggregates is due to the strong compaction of the structural aggregates formed as a result of soil work. However, the share of agronomically unfavorable fraction (<0.25 mm) is quite high and makes up 27-44%.

Bulk density of arable soils values ranges from 1.19 ± 0.07 g/cm^3 in the recently worked layer (0-10 cm), 1.34 ± 0.02 g/cm^3 in the 10-25 cm layer and 1.46 ± 0.05 g/cm^3 in the underlying 25-35 cm layer, while the optimal bulk density for most agricultural crops ranges from 1.1 to 1.3 g/cm^3 for clayey and loamy soils (Bondarev A.G., 1994).

The average humus content in the 0-25 cm layer of the arable soil is 4.03%, while fallow soil contains 6.27% of humus. Thus, the humus content in arable soils decreased by 2.24% in the 0-25 cm layer. Humus losses constituted 36 percent of the initial amount. It is well known that the total nitrogen content correlates with the humus content. Thus, the C:N ratio in the Ah horizon is 9-11 in the arable soils and 11-12 in the fallow land.

The investigated typical chernozems were formed on loess deposits poor in phosphorus. It was established that arable chernozems have lower total phosphorus content – 0.13 ± 0.01% in the Ahp horizon, in comparison with fallow soils – 0.16±0.02%.

Typical chernozems under the fallow are characterized by moderate content of phosphorus mobile forms in the upper horizons, 3.2 mg/100 g soil. Arable chernozems are poorer in this element – 2.0 ± 0.4 mg/100 g soil in the arable layer.

Conclusions

Our research revealed that typical chernozems used in agriculture are characterized by unsatisfactory properties for plant growth. As a result of humus loss, soil structure of typical chernozems declined. Among structural aggregates predominate blocky and prismatic elements. Agronomically favorable aggregates content is low and makes up to 40-50%. The arable layer of these soils lost its resistance to compaction and is prone to crust formation. Values of bulk density are high and don’t correspond to plants growing necessities. Reserves of phosphorus and potassium in the arable layer of the typical chernozems decreased as a result of the long-term use of soils in agriculture and are much lower in comparison with fallow soils. The main issue of these soils is to increase the humus content and restore the reserves of nutrients removed by harvest.

СПОСОБ ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ ПРИ АГРОХИМИЧЕСКОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

***Глазунов Г.П.*[1,2]**
[1] НИИ земледелия и защиты почв от эрозии
ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Курск,
[2] Центрально-Чернозёмный государственный заповедник, Курск
gennadij-glazunov@yandex.ru

Длительное время пространственное варьирование почвенных свойств рассматривалось как досадная помеха при обследовании угодий и при проведении режимных наблюдений за отдельными свойствами почв. Лишь во второй половине XX в. накопление сведений о проявлениях пространственной неоднородности отдельных почвенных свойств привело к осознанию того, что необходима систематизация отдельных сведений и создание теории почвенной неоднородности. До недавнего времени изучение пространственной изменчивости почвенных свойств представляло лишь теоретический интерес, однако в последние время эта проблема перешла в практическую область (Webster, 1992, Robert, 1993, McBratney, 1990, Якушев, 2002, и др.). В первую очередь это связано с развитием концепции «точного земледелия» (Личман, 2004).

При возделывании сельскохозяйственных культур растениеводы неизбежно сталкиваются с неоднородным распределением урожайности культур в пределах одного производственного участка. Как правило, их контуры одновременно располагаются в зонах с различными параметрами почвенного плодородия. При этом существующие общепринятые методики агрохимического обследования и методы отбора почвенных проб не позволяют реально оценить степень изменчивости параметров почвенного плодородия и установить необходимость регулирования питательного режима сельскохозяйственных культур. Имеющиеся в хозяйствах картографические материалы по агрохимическому обследованию, как правило, не отражают возможности рационального использования почв полей под ту или иную культуру и потребности в удобрениях, как во времени, так и в пространстве. Поэтому установление закономерностей пространственной неоднородности позволит провести моделирование гетерогенности плодородия почв, установить целесообразность дифференцированного внесения минеральных удобрений в агроландшафтах, совершенствовать методические подходы оценки степени изменчивости

параметров почвенного плодородия почв и рационального использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов.

В связи с этим исследования, направленные на анализ и оценку закономерностей пространственного варьирования плодородия почв, совершенствование научно-методического обеспечения и разработка методических подходов их агроэкологической оценки, актуальны.

Цель. Разработать способ отбора почвенных проб при агрохимическом обследовании почвенного покрова на основе ГИС-технологий для обеспечения рационального использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов.

Научные исследования проводились на базе лаборатории агрохимии и геоинформационных систем ФГБНУ «Курский ФАНЦ» с использованием ГИС-технологий на основе современных методик и программных средств Microsoft Office, OziExplorer, SASPlanet, Grid, Surfer.

Первым этапом в проведении агроэкологической оценки земель являются полевые и камеральные исследования. При этом, выполняя функционально-целевое микрозондирование землепользования хозяйства, особое внимание необходимо уделять уникальности почвенного покрова, степени внутрипольного варьирования плодородия почв, тепловому и влажностному режиму земель, их зависимости от экспозиции и крутизны склона, преобладающих форм микрорельефа.

Ключевым компонентом структуры почвенного покрова является земельный участок с установленными границами, входящий в агроландшафтную основу, а в качестве первичного структурного элемента рассматривается элементарный ареал агроландшафта (ЭАА), под которым понимается участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом или элементарной почвенной структурой при одинаковых геологических, литологических и микроклиматических условиях.

Выбор размера и геометрической формы элементарного участка, а также количество и комбинацию отбираемых на нём проб (для создания объединённой пробы) осуществляется индивидуально для каждого обследуемого поля. Величина участка может меняться в зависимости от степени интенсификации производства, рельефа, агрофизических, агрохимических или других особенностей территории, особенностей технологии отбора проб, а также может быть обусловлена шириной захвата применяемой сельскохозяйственной техники. Сетка отбора проб накладывается на электронную карту рельефа местности и записывается в память компьютера с присвоением ячейкам сетки порядковых номеров.

В зависимости от задач, решаемых при выполнении оценочных работ, задают размер кластера 100-250 м^2. Более частая сетка отбора почвенных проб экономически нецелесообразна в производственных опытах. В то же время, шаг между точками отбора 3-4 м вскрывает варьирование агрохимических показателей внутри ЭПА, а шаг 7 м является оптимальным интервалом для наиболее четкого обнаружения различий между ЭПА.

Полученную сетку координат заносят в GPS/ГЛОНАСС приёмник. Исполнитель, ориентируясь на занесённые в GPS навигатор контрольные путевые точки маршрута, производит отбор почвенных проб и присваивает им порядковый номер участка в соответствии с сохраняемым номером точки. Таким образом, каждая взятая проба привязывается к единой системе позиционирования, что позволяет более точно оценивать характеристику обследуемого участка и обеспечивает наполнение баз данных, на основе которых производят создание набора тематических электронных карт. Отбор почвенных проб, в зависимости от поставленных задач и размера кластера может осуществляться как в узлах сетки, так и методом конверта в кластере отбирают один смешанный почвенный образец, который составляют из точечных проб. Следует учитывать, что использование смешанных образцов при оценке пространственной неоднородности содержания химических элементов в почве усредняет варьирование показателей, на что указывает А. С. Фрид (2002).

Количество агроэкологических параметров, по которым проводится оценка ЭАА, зависит от уровня интенсификации производства. Эти параметры ранжированы в определенной структурной иерархии. В качестве таковой используется ландшафтно-экологическая классификация земель. Классификация включает агроэкологические группы земель, разряды, классы, подклассы, роды, подроды и виды земель.

Полученные в результате полевых и камеральных исследований данные вносятся в базу данных агроэкологической оценки земель. На основании полученных данных составляется комплекс карт, отражающих пространственную изменчивость агрохимических, агрофизических и биологических параметров почвенного покрова.

Таким образом, в результате проведенных исследований на основе ГИС-технологий был разработан способ отбора почвенных проб при агрохимическом обследовании почвенного покрова для обеспечения рационального использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Громовик А.И., Горбунова Н.С., Черепухина И.В.
Воронежский государственный университет, Воронеж,
agrom.ps@mail.ru

Черноземы являются самым известным почвенным брендом среди всех типов почвообразования мира. Огромнейший интерес к этим почвам вызван уникальностью строения и, в первую очередь их гумусовым профилем, который является материальным выражением всего черноземообразовательного процесса.

Естественная эволюция гумусового профиля черноземов связана с эволюцией ландшафта, в результате чего изменяются экологические условия, в равновесии с которыми находится почва, на каком-то определенном участке своего естественного развития. Как правило, эта роль отводится биологическому фактору и гидротермическим условиям. Изменение факторов почвообразования способствует трансформации экосистемы в целом. В конкретном проявлении, эти изменения накладывают свой отпечаток на почвенный покров, проявляющийся в тех или иных свойствах почвенного тела, в том числе и в гумусовом профиле.

В агроэкосистемах хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению квазиравновесного состояния почв между факторами внешней среды, с чем связана неизбежная агрогенная трансформация их гумусового профиля. В связи с вышеизложенным, цель исследований – выявить основные подтиповые особенности агрогенной трансформации гумусового состояния черноземов в условиях агроэкосистем лесостепной зоны Центрального Черноземья.

В качестве объектов исследований использовались черноземы выщелоченные и типичные средне-, малогумусные мощных и среднемощных видов тяжелого гранулометрического состава в ряду целина – пашня. Исследование черноземов естественных экосистем проводилось на территориях заповедников и залежных участков в Воронежской (Панинский, Верхнехавский, Рамонский, Хохольский и Семилукский районы) и Курской (Заповедник Стрелецкая степь, землепользование ОПХ ВНИИЗ и ЗПЭ) областей.

Из опорных (ключевых) почвенных разрезов отбирались почвенные образцы, в которых определяли основные показатели гумусового состояния и физико-химические свойства по общепринятым методикам.

На фоне равномерно-аккумулятивного типа накопления гумуса у целинных выщелоченных черноземов наблюдаются признаки прогрессивно-аккумулятивного типа. Гумусовый профиль приобретает слабые черты

потечности, за счет более высокого содержания мобильных фракций в составе гумуса. При распашке потечность гумуса и его миграция в нижележащие слои выражена слабее, тип распределения гумуса сменяется на регрессивно-аккумулятивный.

Гумусовый профиль типичных черноземов более гумусирован с прогрессивно-аккумулятивным типом распределения с глубиной по сравнению с выщелоченными подтипами.

Использование черноземов в агроэкосистемах способствует развитию процессов дегумификации, связанных в основном со снижением количества растительных остатков и механизмов их гумификации при смене естественных фитоценозов на агроценозы. В выщелоченных и типичных подтипах дегумификация протекает в основном в верхнем полуметре, постепенно затухая с глубиной. В целом в метровой толще при распашке теряется 269 и 274 т/га гумуса соответственно в выщелоченных и типичных черноземах.

Фракционно-групповой состав гумуса черноземов является наиболее информативным показателем при определении степени агрогенной трансформации гумусового состояния почв и имеет свои подтиповые особенности.

Тип гумуса целинных черноземов типичных и выщелоченных в верхней части гумусового горизонта характеризуется как гуматный, так как соотношение $С_{ГК}$: $С_{ФК}$ составляет соответственно 2,42 и 2,03. Черноземы типичные обладают более высокой степенью гумификации органического вещества (44,2%) по сравнению с выщелоченными (40,4%), что связано с относительным повышением в составе гумуса ГК. В нижней части гумусовой толщи тип гумуса у черноземов выщелоченных и типичных оценивается как фульватно-гуматный, за счет увеличения в составе гумуса доли ФК, особенно у выщелоченных черноземов.

В составе гумуса целинных черноземов преобладает фракция ГК2, связанная с гуматами кальция, содержание которой составляет в выщелоченных подтипах 25,6-32,1, а в типичных – 30,1-35,6% от $С_{орг.}$ Черноземы выщелоченные в верхней части гумусового горизонта содержат 5,8% от $С_{орг}$ фракции ГК1. В черноземах же типичных подвижность гумуса снижается по сравнению с выщелоченными. Здесь доля свободных и связанных бурых гуминовых кислот в верхнем слое гумусового горизонта уменьшается на 55%, в нижележащих слоях эта тенденция сохраняется, но различия не существенны. Содержание гуминовых кислот связанных с глинисто-минеральным комплексом увеличивается в черноземах типичных в слоях 0-20 и 20-40 см соответственно на 21 и 10% по сравнению с черноземами выщелоченными.

Содержание агрессивной фракции ФК1а в выщелоченных черноземах в верхней части гумусового горизонта больше на 48% по сравнению с

типичным подтипом. Доля свободной фракции ФК1 в составе гумуса выщелоченных черноземов также была несколько выше (на 28%) по сравнению с типичными. Количество и характер распределения в профиле фракции ФК3 в исследуемых подтипах черноземов практически не различается. В составе группы ФК черноземов преобладает фракция ФК2, причем в большей степени в типичных черноземах (8,2% от $C_{орг.}$).

Содержание инертной группы ГВ – негидролизуемого остатка в составе гумуса возрастает от типичных к выщелоченным черноземам и колеблется в пределах 37,5-39,7% от $C_{орг}$.

Распашка и длительное использование черноземов в условиях агроэкосистем способствует трансформации групп и фракций в составе гумуса. Так длительная распашка приводит к незначительному увеличению в составе гумуса ГК (на 4-6%) при одновременной убыли ФК (2-7%). Это способствует расширению гуматно-фульватного соотношения (с 2,03 до 2,31 у выщелоченных и с 2,42 до 2,54 – типичных подтипов) и росту степени гумификации органического вещества. В целом тип гумуса у типичных черноземов в 60-сантиметровой толще характеризуется как гуматный ($C_{ГК}$:$C_{ФК}$ = 2,13-2,54). У выщелоченных до глубины 40 см $C_{ГК}$:$C_{ФК}$ = 2,12-2,31, то есть тип гумуса гуматный, а ниже он становится фульватно-гуматный ($C_{ГК}$:$C_{ФК}$ = 1,86).

Наиболее существенные различия во фракционном составе гумуса отмечаются в верхней части гумусового профиля пахотных черноземов. Длительное использование черноземов способствует снижению подвижности гумуса за счет уменьшения содержания свободных бурых гуминовых кислот. Так, в выщелоченных черноземах происходит снижение доли фракции ГК1 на 31,%, а в типичных – на 15%. Та же тенденция наблюдается и для подвижных фракций группы ФК (ФК1а и ФК1). Фракция ГК2 в пахотных черноземах преобладает и тяготеет к росту по отношению к целинным аналогам (на 14% в выщелоченных и на 4% – в типичных подтипах). Содержание фракции ГК3 в результате распашки изменяется слабо.

Таким образом, гумусовые профили лесостепных подтипов черноземов характеризуются разным типом распределения гумуса. На фоне равномерно-аккумулятивного типа накопления гумуса у целинных выщелоченных черноземов имеются признаки прогрессивно-аккумулятивного типа со слабой потечностью гумуса за счет более высокого содержания мобильных фракций. При распашке миграционная способность гумуса выражена слабее, тип распределения гумуса сменяется на регрессивно-аккумулятивный. Гумусовый профиль типичных черноземов более гумусирован с прогрессивно-аккумулятивным типом распределения с глубиной по сравнению с выщелоченными подтипами. В метровой толще черноземов при распашке теряется 269 (выщелоченные) и 274 (типичные) т/га гумуса. Трансформация состава гумуса черноземов агроэкосистем идет по пути

перераспределения групп и фракций в составе гумуса. Наблюдается тенденция к росту сложных ГК, образующихся за счет более молодых подвижных форм гумусовых веществ. Состав гумуса черноземов типичных по сравнению с выщелоченными подтипами изменяется с меньшей интенсивностью. В целом, изменения в составе гумуса пахотных черноземов при длительной распашке не выходят за рамки зонального типа почвообразования, а лишь обуславливают некоторые особенности состава гумуса в том или ином проявлении по пути увеличения в составе гумуса фракций ГК2, ГК3, ФК2 и ФК3 и уменьшения фракций ГК1, ФК1а и ФК1.

СТРАТЕГИИ НОВАЦИОННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИТЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Гулянов Ю.А.
Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения РАН, Оренбург
iury.gulynov@yandex.ru

В последние десятилетия, на фоне отчётливых климатических и антропогенных изменений окружающей среды, произошли определённые позитивные коррективы в научных подходах к сельскохозяйственному использованию земель, к анализу результатов практической деятельности. Эволюция научных подходов к устойчивому развитию сельскохозяйственных территорий России всё очевиднее прослеживается в директивных документах, касающихся охраны окружающей среды и сохранения биологического разнообразия, находит поддержку у хозяйствующих субъектов и населения. В связи с этим, актуальной на современном этапе является разработка стратегических направлений неразрушительной эксплуатации природных ресурсов с учётом последних достижений науки и практики.

Непосильное по природным меркам наращивание посевных площадей зерновых культур в Оренбуржье за счёт распашки девственных степей в целинную компанию 1954 – 1963 гг., а также повсеместное вовлечение в пашню эрозионно-неустойчивых ландшафтов, привели к развитию на сельскохозяйственных землях активно действующих деградационных процессов, существенно снижающих качество земельных ресурсов. Хозяйственное освоение территории без учёта оптимального соотношения угодий и качества земель привело к нарушению экологического равновесия. Причём ускоренной деградации подвергаются не только обнажённые пахотные земли, она повсеместно отмечаются ещё и на сенокосных и

пастбищных угодьях. По общему мнению учёных-аграриев и степеведов, только внедрение трансцендентальных технологий и поиск новых альтернативных решений может остановить процесс истощения почвенного плодородия, а при разумном подходе запустить процесс его восстановления.

Основная цель представленных исследований заключалась в обосновании целесообразности разработки стратегических направлений неразрушительного землепользования в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья, которые бы гармонично сочетали в себе приёмы экологической оптимизации степных ландшафтов и направленность на поддержание продовольственной безопасности населения.

Статья подготовлена на основе анализа и обобщения экспериментальных данных известных учёных-аграриев и степеведов. В качестве объекта изучения выступали агроландшафты Оренбургского Предуралья и других регионов РФ, использовались общепринятые методы изучения и анализа научной информации.

Как известно, главным принципом построения и функционирования биосферы земли является самодостаточное и гармоничное существование. Исходя из этого, основной целью реализации природоподобных технологий при сельскохозяйственном использовании земель является восстановление естественного самосогласованного ресурсооборота биосферы. Их суть заключается в подражании естественным природным процессам и направленности на сохранение устойчивости и оптимума ландшафтного и биологического разнообразия путём снижения нагрузки на естественные экосистемы и восстановление баланса между биосферой и техносферой. Экологическая оптимизация степных ландшафтов при внедрении природоподобных агротехнологий заключается в поддержании экологической стабильности природных и сельскохозяйственных экосистем, обеспечении длительного неистощительного и эффективного использования природного почвенного потенциала путём внедрения ландшафтно-адаптивных систем земледелия. Выстраиваемые на различных агроэкологических группах земель, они могут дифференцироваться по направлению использования, специализации севооборотов, напряжённости систем обработки почвы и ухода за посевами, набора сельскохозяйственных машин и орудий. Конструирование оптимальных агроландшафтов с учётом территориальной организации природных экосистем, предполагает ещё и воспроизводство почвенного плодородия, а также поддержание биологического разнообразия, в том числе на сопряжённых территориях.

В условиях возрастающей эрозионной напряжённости при переходе на ландшафтно-адаптивные системы земледелия особенно перспективна контурно-ландшафтная организация сельхозугодий. Не менее важна водная и лесная мелиорация степных ландшафтов, как уже апробированная природой методика стабилизации экологического равновесия. Незыблемыми остаются

севообороты, имеющие неоспоримые преимущества перед монокультурой. Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют, что в системе севооборотов засушливой степи Оренбургского Предуралья размещение яровой пшеницы по озимой пшенице создаёт благоприятные условия для формирования более плотных всходов (337,2-361,1 штук/м^2), высокой сохранности и общей выживаемости семян и растений (244,2-275,6 штук/м^2), значительного снижения засорённости однолетними и многолетними сорняками. В таких посевах при лучшем сочетании плотности продуктивного стеблестоя к уборке и массы зерна с колоса отмечается наибольшая урожайность (1,7 т/га), создаются условия для формирования зерна не ниже III класса по совокупности показателей качества.

Велико значение многолетних трав, особенно в обеспечении животноводства полноценными кормами, как одного из основных условий обеспечения продовольственной безопасности населения. По нашим данным, в засушливом Оренбуржье из многолетних бобовых трав по урожайности сырой вегетативной массы выделяется люцерна, которая превосходит эспарцет песчаный на 2,2 т/га или 11,4%. Из злаковых трав наиболее урожайным оказался пырей сизый – 16,5 т/га, что на 2,1 т/га выше, чем урожайность костреца безостого, и на 0,79 т/га выше урожайности житняка.

Особая роль в повышении и стабилизации почвенного плодородия отводится сидеральным культурам, которые по влиянию на биологическую активность почвы иногда превосходят навоз.

Результаты научных исследований, проведённых в схожих с Оренбуржьем почвенных и климатических условиях, свидетельствуют о положительных результатах фитомелиораций. При внедрении фитомелиоративных приёмов истощённые в процессе непомерной техногенной нагрузки почвы и деградированные травостои излечиваются подбором специальных видов растений.

В системе полеводства стратегия новационного землепользования предполагает внедрение адаптивных ресурсосберегающих технологий, направленных на защиту почвы от эрозии, сохранение и повышение её плодородия, сокращение издержек производства, путём применения ресурсосберегающих приёмов обработки, основанных на принципе – «природа не пашет».

Наиболее целесообразными з них следует признать систему земледелия No-till, предполагающую отказ от всех видов обработки почвы в севообороте; технологию прямого посева, основанную на посеве в необработанную с осени почву сошниками анкерного или дискового типа и технологию нулевой обработки почвы, допускающую посев в необработанную с осени почву сошниками культиваторного типа. В отличие от системы земледелия No-till, в технологиях прямого посева и нулевой обработки почвы посев в

необработанную с осени почву в севообороте может чередоваться с мелкими, глубокими рыхлениями или даже вспашкой под отдельные культуры.

Хорошие результаты показывает минимальная обработка почвы, предполагающая рыхление дисковыми орудиями на небольшую глубину. Она обеспечивает синхронизацию микробиологической активности почвы, роста растений и поглощения элементов минерального питания, применяется, в том числе, и для заделки растительных остатков или сидератов почву.

Комбинированная обработка почвы, сочетающая в севообороте приёмы мелкого и глубокого рыхления или их исключение, отвальной и безотвальной обработок, вследствие оптимизации агрегатного состава и строения пахотного слоя, как правило, сопровождается повышением потенциальной способности почв к оструктуриванию.

При нулевой обработке стерня и равномерно распределённая по поверхности поля солома (не менее 3-4 см) формируют органическое покрытие, предотвращающее водную и ветровую эрозию. Большая часть влаги скапливается не в верхней, как при отвальной обработке почвы, а в средней части профиля, что приводит к существенному снижению испарения, особенно при активной весенней инсоляции.

Успешному развитию технологий нулевой и минимальной обработки почвы способствует создание и оперативное внедрение новых сортов, обладающих более высокой продуктивностью, пластичностью, иммунитетом, более высоким качеством продукции, не требующих интенсивной химической защиты от болезней и вредителей, эффективно угнетающих сорняки, формирующих биомассу за более короткий период вегетации.

Научными учреждениями и сельскохозяйственной практикой в степных регионах России накоплен обширный материал по экологической оптимизации степных агроландшафтов и приёмам новационного землепользования в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды. Построенная на его основе стратегия неразрушительного землепользования в сельскохозяйственных экосистемах позволяет реализовывать степную агротехнику с максимальным воспроизведением основных черт природных экосистем и может рассматриваться как реальный путь восстановления биологического разнообразия и экологического равновесия в ландшафтах.

ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗА

Данилова А.А.
Сибирский Федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
п. Краснообск Новосибирской области
Danilova7alb@yandex.ru

В настоящее время в мире около половины урожая сельскохозяйственных культур обеспечивается за счет средств защиты растений. Обеспечить возрастающее население планеты продуктами питания и сырьем без применения пестицидов практически невозможно (Odukkathil, Vasudevan, 2013; Tripathia et al., 2014; Verma, Jaiswal, 2014). В этих условиях высока актуальность проблем, связанных с контролем агрохимикатов в среде и продуктах. Загрязнение объектов окружающей среды остаточными количествами пестицидов становится одной из актуальных проблем современности. В известных обзорах литературы по проблеме речь обычно идет об очищении почв с достаточно высоким уровнем загрязнения (Cycо M. et al., 2017, Li Z., Jennings A., 2017). Относительно сибирских почв речь идет скорее о способах предотвращения накопления остаточных количеств пестицидов. В этих условиях актуально изучение возможности использования собственных ресурсов агроценоза для решения экотоксикологических проблем. Для этого необходимы количественные экспериментальные сведения по взаимосвязи факторов, позволяющие обосновать соответствующие мероприятия, которые должны быть достаточно эффективными, технологичными, экономически приемлемыми в условиях реальных агротехнологий.

Как известно, сельскохозяйственная эксплуатация земель без возврата хотя бы части выносимых с урожаем минеральных и органических компонентов неизбежно ведет к деградации почвы. При этом в частности нарушается важнейшая из экологических функций почвы – способность к разложению пестицидов, которая обусловлена, прежде всего, деятельностью живой фазы почвы. Как известно, основным регулятором активности биоты является органическое вещество почвы. То есть, для поиска путей регуляции детоксикацикационной активности почвы необходимы количественные экспериментальные данные по взаимосвязи следующих факторов: почвенное органическое вещество – живая фаза почвы – скорость детоксикации пестицидов.

Отметим, что в то время как, работ, связанных с изучением микробного сообщества как регулятора питательного режима почвы, достаточно много (Geisseler D., Scow K.M., 2014), а исследований по способности его к стабилизации экотоксикологической ситуации в окружающей среде

сравнительно меньше. Причина этого во многом связана с методическими сложностями.

Для поиска подходов к решению этой проблемы необходимы исследования в условиях специальных многолетних опытов, где различный уровень содержания органического вещества создан естественным путем при помощи многолетнего регулирования количества поступающего растительного вещества. Такой опыт был заложен недалеко от г. Новосибирска в 2001 г в СибНИИЗиХ РАСХН под руководством д.б.н. И.Н. Шаркова. Эксперимент включал 4 зернопаровых севооборота. Трехпольные зернопаровые севообороты различались набором культур и количеством поступающих в почву растительных остатков:

в первом севообороте (чистый пар – пшеница – пшеница) солома удалялась с полей путем сжигания,

во втором (чистый пар – пшеница – пшеница) – солома измельчалась и рассеивалась по полю,

в третьем (вико-овес на зеленую массу – пшеница – пшеница) – зеленая масса вико-овса удалялась с поля, а солома также измельчалась и рассеивалась по полю,

в четвертом севообороте (вико-овес на сидерат–пшеница–пшеница) – биомасса вико-овса и солома пшеницы заделывались в почву.

В каждом севообороте было 2 уровня удобренности: 1) У0 – без применения удобрений; пшеница – N0, вторая пшеница – N40, 3) У2 – в паровом поле 45 кг/га P_2O_5, первая пшеница – N40, вторая пшеница – N80. Почва – чернозем выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый.

В качестве тест-системы для оценки детоксикационной активности почвы мы использовали метсульфуронметил, который является действующим веществом ряда гербицидов против двудольных растений. Выбор препарата обусловлен тем, что поведение этого соединения в почве достаточно хорошо изучено. Неблагоприятные с точки зрения агроэкологии свойства (в частности, высокая остаточная фитотоксичность) являются полезными для использования его в качестве индикатора самоочищающей способности почвы.

Из результатов нашего опыта следует, что в условиях реальных агротехнологий путем изменения количества поступающих растительных остатков в течение 10 лет не удалось получить статистически достоверного увеличения содержания общего углерода.

Показано также, что повышение количества пожнивных остатков до 5 раз (2,2; 6,5; 7,2; 9,5 т/га в год), в течение 10 лет способствовало повышению содержания мортмассы в 2 раза (400, 690, 880, 1040 мг С/кг), показателей биологической активности примерно на 30-50%.

При этом увеличение детоксикационной активности почвы не было прямолинейным. При повышении поступления пожнивных остатков до 6 т/га

скорость детоксикации пестицида повышалась в 2 раза (остаточная фитотоксичность препарата исчезала через 40 дней против 80 дней на фоне, куда поступало 2 т/га). Дальнейшее повышение количества оставляемых пожнивных остатков до 9 т/га не приводило к соответствующему повышению скорости детоксикации пестицида. Таким образом, точкой оптимума, была доза растительных остатков, равная 6-6,5 т/га в год, обеспечивающая детоксикацию пестицидов в пределах текущего вегетационного периода. То есть, для условий Приобья для обеспечения разложения пестицидов, применяемых в зерновых агроценозах, в течение текущего вегетационного периода оказалось достаточным оставление в агроценозе всей нетоварной части урожая в количестве не менее 5-6 т/га, что соответствует урожаю зерна пшеницы около 2.5-3 т/га.

Таким образом, в условиях реальных агротехнологий существует возможность оптимизации экотоксикологической ситуации в почве за счет собственных ресурсов агроценоза.

Интересен тот факт, что изменение в содержании фракций почвенного органического вещества не влияло на урожайность яровой пшеницы в многолетнем опыте. То есть, с точки зрения товаропроизводителя оставлять на поле пожнивные остатки не имеет экономического смысла и только экологически ответственное отношение производственников позволит поддерживать достаточный уровень экотоксикологического благополучия в агроценозе.

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧВАХ КРЫМА

Драган Н.А.
Таврическая Академия Крымского Федерального университета имени В.И. Вернадского, Симферополь
novella.dragan@gmail.com

Развитие почв, составляющих почвенный покров любой территории, обусловлено конкретным сочетанием и взаимодействием, прежде всего природных факторов почвообразования (материнских пород, разнообразных растительных и животных организмов, климата, рельефа, времени), а также влиянием хозяйственной деятельности человеческого общества.

Вовлечение природных экосистем в хозяйственную сферу неизбежно приводит к изменению ландшафтных условий, что может вызывать возникновение новых, вторичных почвенных процессов, преобразование структуры почвенного покрова (СПП) и формирование на месте естественных ландшафтов природно-хозяйственных систем**:**

агроландшафтов, промышленных, транспортно-коммуникационных, селитебных, средоохранных и других.

В основу предлагаемой работы положены материалы многолетних (1965–2000 гг.) экспедиционных и стационарных исследований автора. Цель – показать природную обусловленность почв Крыма и тенденции их антропогенного изменения. Решались задачи по выявлению особенностей географии почв, их свойств и региональной специфики антропогенной трансформации.

Исследования свойств почв (многолетние наблюдения водно-солевого режима почвогрунтов на специальных стационарах в опытных хозяйствах института «Магарач»); многофакторные полевые эксперименты по изучению плодородия и приёмов мелиорации осуществлялись в связи с состоянием виноградных растений.

Условия почвообразования рассматриваются по ландшафтным уровням, представляющим собой зональные системы, сформировавшиеся на геоморфологической основе, относительно однородной по рельефу и характеру увлажнения. Зональные системы Крыма формируются в пределах гидроморфного, плакорного, предгорного и среднегорного ландшафтных уровней.

Своеобразие макроструктуры почвенного покрова Крымского полуострова проявляется, прежде всего, в существовании обратной широтной биоклиматической зональности, связанной с повышением гипсометрического уровня территории в направлении с севера на юг. В этом направлении возрастает степень атмосферного увлажнения, увеличивается глубина залегания зеркала грунтовых вод, снижается их минерализация, уменьшаются запасы легкорастворимых солей в почво-грунтах, изменяются соотношения солей в сторону менее токсичных для растений.

Внутризональная пространственная дифференциация почв определяется влиянием форм мезо- и микрорельефа и распределением почвообразующих пород.

Высокая комплексность и геохимическая контрастность в наибольшей степени присуща СПП сухостепной зоны, что обусловлено поверхностным перераспределением влаги по элементам микрорельефа. Центрально-Крымская равнина выделяется наиболее простой, гомогенной СПП, соответствующей спокойному мезо- и микрорельефу. Мозаичной структурой почвенного покрова отличается Керченский полуостров, что связано с его геолого-геоморфологическим строением. Наибольшей сложностью по мощности почв и пестроте гранулометрического состава выделяется СПП горной части Крыма и Тарханкутского полуострова.

Деградация почв чаще всего происходит в связи с неправильной, экологически необоснованной, нерациональной деятельностью, не

соответствующей природному биосферному потенциалу конкретной территорию.

По состоянию на начало XXI столетия аграрные угодья составляли в Крыму 71,4% земельного фонда, лесопокрытые территории – всего 11,4%, а неудобья, где нет даже дикой растительности – до 5%. Свыше 50% площади угодий было распахано. Максимальное использование земель в земледелии приходится на равнинную часть Крымского полуострова, минимальная – на горную.

Параметры свойств почв одного типа характеризуются заметным размахом количественных значений, что объясняется степенью неоднородности условий их формирования на микро и мезо уровне пространства. Под оптимальными параметрами свойств почв подразумеваются те, при которых может быть успешно реализована потенциальная продуктивность культурных растений.

Для всех почв, используемых под многолетние насаждения, общей особенностью является нарушение и перемешивание верхних генетических горизонтов в результате проведения плантажной вспашки перед посадкой, что в начале использования снижает плотность и оптимизирует почвенные условия. Но выявлены и деградационные процессы, связанные с земледелием. Использование тяжелой почвообрабатывающей техники приводит к уплотнению почвы, образованию плужной «подошвы», слитых «дорожек» в многолетних насаждениях, вследствие чего формируется техногенная мелкая (микро) комплексность ПП.

Распашка земель способствует проявлению дефляционных и эрозионных процессов. Дефляция охватывает почти половину (49%) пахотных земель Крыма. Прослеживается тенденция дальнейшего увеличения площадей дефлированных и эродированных почв, чему способствует содержание поверхности под черным паром в садах и виноградниках на склонах и механизированная обработка верхнего слоя почвы вдоль склона.

К категории механической деградации относятся такие явления, как сели и оползни, которые периодически случаются в горных районах, нанося существенный ущерб сельскому и лесному хозяйству. Деградация почв усугубляется вырубкой лесов. Поверхность почвы на лесосеках значительно повреждалась: снос лесной подстилки составил до 30%, линейно-плоскосные повреждения – 1-3%, первичные волоки – 4%, наносы мелкозема и щебня – 4-11%. Все это, а также неурегулированный выпас скота, активизировали селевые процессы.

Одним из наиболее сильных видов антропогенного воздействия на геохимические и геофизические процессы в агроландшафтах является ирригация. При функционировании Северо-Крымского канала (СКК) орошаемые угодья Крыма занимали 397,4 тыс. га, из них 365,6 тыс. га пашня,

30,6 тыс. га многолетние насаждения (по состоянию на 1.01.2001 г.). Повышенное увлажнение, несвойственное природному генезису сухостепных и степных почв, создает тенденции глубоких изменений в направлении и интенсивности химических, физических, физико-химических, биологических и других почвенных процессов.

В большинстве случаев вторичные процессы, происходящие в орошаемых почвах, оцениваются как деградационные. Важнейшие из них – засоление, осолонцевание, агроирригационное уплотнение, дегумификация, утрата агрономически ценной структуры. В геологическом масштабе времени эти процессы относительно быстрые. Из вторичных процессов, более поздних по стадии развития, нередко проявляются такие, как оглеение, осолодение, слитизация.

Наиболее благополучный водно-солевой режим складывался при орошении в условиях плакоров (диапазон высот 40-90 м над уровнем моря), где господствуют черноземы южные обычные, мицелярно-карбонатные и мицелярно-высококарбонатные, содержащие незначительное количество солей в профиле до глубины 150-200 см. Однако ирригационно-промывной режим способствует выносу не только легкорастворимых солей, но и карбонатов кальция, что приводит к снижению содоустойчивости почв. Содопроявление чаще всего отмечается в солонцеватых родах почв. Наибольшая вероятность встречи соды проявляется на глубине 50-100 см, реже – в слоях 0-50 и 100-200 см в черноземах южных обычных. Длительное орошение способствует развитию некоторых негативных почвенных процессов. Происходит опускание верхней границы карбонатного горизонта; уменьшается доля поглощенного кальция в составе обменных катионов, а доля магния и натрия возрастает. Важную роль в этих изменениях играет химический состав оросительных вод. Отмечена тесная связь между соотношением кальция и натрия в поливной воде и почве. При орошении пресными водами незасоленных и, практически, не солонцеватых почв нередко наблюдается резкое проявление высокой щелочности. При этом коллоидный комплекс пахотного слоя отчасти разрушается, тонкие фракции частиц диспергируют и вымываются вниз по профилю.

В кратковременные анаэробные периоды при поливах формируется подвижный гумус. Вынос «активного» гумуса и карбонатов кальция приводит к изменениям в составе водопрочных агрегатов: возрастает количество структурных отдельностей диаметром менее 0,25 мм за счет содержания оптимальных по размеру (1-5 мм). В результате всех этих процессов на поверхности почвы образуется корка, а в средней части профиля, где аккумулируются тонкие фракции почвенных частиц, происходит уплотнение.

При низком техническом уровне оросительных систем и примитивных приёмах орошения (поливы напуском, затоплением, по бороздам),

отсутствии дренажных систем или их нерегулируемости и плохой работе, нередко наблюдаются большие потери воды. Неудовлетворительная планировка приводит в некоторых местах к застою воды в микропонижениях, вследствие чего восстановительный потенциал опускается до низких (менее 200 mv) и даже отрицательных значений. В почвах рисовых полей наблюдалось глееобразование, ему сопутствовало осолодение и слитизация.

Однако при соблюдении высокой агротехники, применении травосеяния, в условиях орошения почвенные процессы благоприятствуют гуматогенезу и устойчивости агрогеосистемы в целом.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИИ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ергина Е.И., Жук В.О.
Таврическая академия (Структурное подразделение), Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь
ergina65@mail.ru

Длительное хозяйственное использование территории Крымского полуострова привело к значительной трансформации естественных ландшафтов. Наибольших масштабов этот процесс достиг в период со второй половины 19 века до первой половины 20 века. В это время преобладало сельскохозяйственное воздействие на почвы. Были распаханы практически все доступные участки, многие, из которых оказались малопродуктивными и на сегодняшний день заброшены. Столь быстрое изменение природных ландшафтов привело к процессам деградации почв, развитию интенсивных эрозионных процессов.

На долю сельскохозяйственных земель на территории Республики Крым приходиться 68,7% от общей площади земель (1792,5 тыс. га), из них71,0% от площади с/х угодий (1271,6 тыс. га) занимает пашня – наиболее подверженный трансформациям и разрушениям вид сельскохозяйственных угодий. Многочисленные работы крымских ученых посвящены проблемам деградации сельскохозяйственных земель и ландшафтов полуострова, но проблемам эрозии и мерам борьбы с ней фундаментальных современных работ практически нет. В тоже время, Крымский полуостров в настоящее время, как и многие регионы России, оказался в центре внимания ученых, аграриев, в связи с возникшими новыми угрозами и глобальными рисками, среди которых – изменения климата. Прогноз последствий этого процесса достаточно сложен и неоднозначен, особенно в его воздействии на почвы, процессы их деградации и/или восстановления.

Большая часть почвенных ресурсов Крыма трансформированы в результате их агрогенного использования. Преобладают процессы эрозионного разрушения. Так по данным 2017 года в Крыму сильной эрозии было подвержено 60.3 % площади распаханных земель. В равнинной части Крыма, почти половина пахотных земель подвержена кроме водной еще и ветровой эрозии.

В связи с тем, что значительные площади склоновых земель в Крыму подлежат распашке (до 9-10° включительно), на таких землях процессы эрозии проявляются наиболее интенсивно. По площади смытых почв в Крыму в недавнем времени выделялись склоны крутизной 1-2° – 60 тысяч гектар или 3.7% от общей площади сельскохозяйственных земель; на склонах 2-3°– смытых почв 29,3 тысяч гектар, что составляет 2.4% от общей площади; на склонах 3-5°– смытых почв 20.13 тысяч гектар или 1.6% от общей площади; на склонах 5-7°– смыто 1.68 тысяч гектар или 1.7% от общей площади; и на склонах крутизной свыше 7°– площадь смытых почв равна 0.9 тысяч гектар или 0,06% от общей площади сельскохозяйственных земель. Проявлению ускоренной эрозии на полуострове в последнее время способствует не только интенсивное сельскохозяйственное освоение территории, но и факторы, обусловленные современными климатическими тенденциями.

Среди наиболее распространенных метеорологических факторов, влияющих на интенсификацию процессов эрозии на полуострове, преобладают сильные ветры, ливневые осадки, которые приводят к развитию водной и ветровой эрозии. В степных районах в среднем за год может сдуваться 22.7 т почвы с гектара, что со всей площади пашни полуострова составляет более 20 млн. т.

В настоящее время в Равнинном Крыму доказан процесс увеличения количества осадков за период с 1985 по 2015 гг. до 18 % от нормы. Прогнозируется увеличение сумм осадков на всей территории полуострова. В Крыму в среднем 80-85% годовой суммы осадков выпадает в виде дождя. На долю твердых осадков приходится менее 10%, а смешанных – 5-10 %. В горах доля жидких осадков уменьшается. Возрастание количества осадков происходит в значительной степени за счет ливней, которые вызывают водную эрозию. Эта тенденция для эрозионно-опасных агроландшафтов может иметь в будущем катастрофический характер.

Увеличение скорости ветра, приведет к активизации возникновения пыльных бурь. За последние 16 лет число дней со скоростью ветра более 15 м/с сильно возросло, наблюдается и увеличение максимальной скорости ветра. Так, например, скорость ветра 33 м/с в г. Симферополе за последние 16 лет наблюдалась дважды в 2007 и в 2012 гг. Наибольшие скорости ветров и число дней с сильным ветром (более 15 м/с), наблюдаются в конце зимы – начале весны, а наименьшие – летом. Чаще всего такие ветры бывают северо-

восточного, либо западного направлений. Это приводит к возникновению именно в этот сезон года большинства пыльных бурь в Равнинном и Предгорном Крыму, которые разрушают верхний, наиболее плодородный слой почвы, (учитывая, что перемещение частиц почв легкого гранулометрического состава происходит уже при скорости ветра 3–4 м/с). Тяжелосуглинистые почвы поддаются влиянию ветра, скорость которого приблизительно более 6 м/с. Более стойкие к дефляции структурные почвы.

Повторяемость сильных ветров в разных районах Крыма различна. Наиболее высокий показатель дней с сильным ветром наблюдается на яйлах Крымских гор, наименьший – в отдельных районах ЮБК. В последние годы наблюдается увеличение количества дней с сильным ветром в предгорных районах Крыма. По фондовым данным Федерального государственного бюджетного учреждения «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» нами было определенно количество дней с сильным ветром со скоростью более 25 м/с за период 2010-2015 гг. для каждой из станций Крыма и составлена карта проявления сильных ветров в Крыму.

При скорости ветра более 25 м/с пыльные бури могут возникать не только на непокрытых растительностью полях, но и на слаборазвитых посевах озимых и ранних яровых культур. За несколько дней почва может выдуваться на глубину от 3 до 10 см. При выдувании только 1 см почвы общие потери плодородной земли по Крыму составляют 143 млн. тонн. Среднегодовые потери от ветровой и водной эрозии составляют 11 млн. тонн гумуса. Таким образом, плодородный гумусовый слой, который теряется при эрозии, содержит больше питательных веществ, чем вносят с минеральными и органическими удобрениями

Другая выраженная особенность изменения климата в Крыму – повышение минимальных значений среднесуточной температуры воздуха в холодные месяцы года и, как следствие, сокращение диапазона ее изменчивости в этот период времени (за исключением Южного берега Крыма – территории с выраженным субсредиземноморским типом климата). Примерно на 3°С повысились средние температуры холодного периода. Согласно прогнозам в Равнинном и Предгорном Крыму эта тенденция в ближайшие годы сохранится. Это приводит к увеличению числа зимних оттепелей, а, следовательно, к изменению структуры почвы, потери ею агрономически ценных агрегатов и снижению противоэрозионных свойств.

Проведенные исследования подтверждают тот факт, что наибольшие скорости эрозионных процессов характерны для Предгорья Крыма, ЮБК и Равнинного Крыма. Наиболее интенсивно ветровая эрозия протекает в Красноперекопском, Нижнегорском, Раздольненском, Сакском, Симферопольском, Черноморском районах. Для территории Северного Крыма среднегодовой снос плодородного слоя почвы в результате

проявления процессов эрозии равен 1,8-5,3 т/га, в Северо-западном и Западном Крыму, а также на Керченском полуострове потери почвы составляют 12-15 т/га, в предгорном Крыму – 16-22 т/га. Максимальные значения эрозионных потерь почвы в горном Крыму 46,5 т/га. Все это говорит о проявлении эрозии в катастрофических масштабах.

ПРЯМОЙ ПОСЕВ И ВСПАШКА: ДЕСЯТИЛЕТНИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В ЦЕНТРЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

Железова С.В.
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева, Москва
soferrum@mail.ru

В последние десятилетия переход к ресурсосберегающим технологиям, включая нулевые технологии обработки почвы и прямой посев (No-till, Zero-till), становится общемировой тенденцией. Бразилия, Аргентина, Канада являются лидерами по внедрению таких технологий на своих посевных площадях. В этих странах по технологии прямого посева возделывают пшеницу, кукурузу, сою. Главным достоинством технологии прямого посева является сбережение плодородия почвы, защита от эрозии, и, в общепланетарном масштабе, снижение эмиссии углекислого газа. В России технология прямого посева при нулевой обработке почвы в чистом виде как многолетний опыт встречается пока не так часто, в то время как минимальные обработки почвы нашли широкое применение. При всех своих плюсах, технологии почвосберегающей обработки имеют и негативные последствия. Большинство исследователей отмечают увеличение засорённости посевов при минимизации обработок почвы и при переходе к прямому посеву. Это приводит к вынужденному увеличению гербицидной нагрузки в агрофитоценозах, появлению устойчивых видов сорняков, в некоторых случаях – снижению урожайности культурных растений из-за последействия применения гербицидов, поэтому вопрос комплексного мониторинга агрофитоценозов становится все более актуальным. Уникальным полигоном для проведения подобных исследований является многолетний опыт Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Цель исследования: в многолетнем стационарном опыте в четырёхпольном зернопропашном севообороте проследить динамику численности и видового разнообразия сорняков в посевах озимой пшеницы при применении классической вспашки и технологии прямого посева.

Многолетний полевой научно-производственный опыт Центра Точного Земледелия (далее ЦТЗ) заложен в 2008 г на территории Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева на ровном участке размером 240 м × 250 м, общей площадью 6 га. Севооборот развернут во времени и в пространстве (4 поля размерами по 1,4 и 0,8 га) и включает культуры: озимая пшеница + горчица пожнивно; картофель; ячмень; викоовсяная смесь. В опыте изучаются две технологии обработки почвы. Вариант «Вспашка» (классическая традиционная обработка) включает озимую вспашку с оборотом пласта и предпосевную культивацию почвы. Вариант «Ресурсосберегающая обработка» представляет собой минимальную обработку почву под культуры картофель и ячмень, и нулевую обработку (прямой посев) под пшеницу и викоовсяную смесь. На каждом из полей севооборота в двукратной повторности воспроизводится схема обработки почвы по стационарным площадкам. Это позволяет сравнивать урожайность и засорённость посевов в условиях применения разных по интенсивности обработок почвы.

В опыте ЦТЗ для мониторинга агрофитоценозов в условиях двух постоянно воспроизводимых обработок почвы была выбрана методика сеточного картографирования засорённости посевов. Учётные рамки площадью 0,25 м^2 размещали в узлах регулярной сетки с шагом в пространстве 3×7 м. Расстояние между соседними точками учёта не превышает 10 м, и на каждом поле в один срок обследования размещается 240 или 552 учётных точек (в зависимости от размера поля). Положение каждой учетной точки фиксируется в стационарной локальной и географической системе координат. Это позволяет накапливать, сопоставлять и совместно обрабатывать все слои информации о посевах в любой ГИС-программе. Вся информация о численности и видовом составе сорных растений сохраняется также в базе данных. Мониторинг сорного компонента агрофитоценозов проводится с 2009 г. по настоящее время (10 лет). Проведение учёта засорённости по частой координатной сетке с регулярным временным шагом (дважды за сезон) позволяет оценить пространственное варьирование и динамику во времени группировок сегетальной флоры в посевах озимой пшеницы в условиях разных обработок почвы. Ежегодно оцениваются усреднённые данные по вариантам технологии обработки почвы, создаётся карта распределения численности и видового разнообразия сорняков на каждом поле, пополняется список видов. Это позволяет оценить устойчивость группировок видов сорных растений на поле в течение нескольких лет, и выявить появление новых, ранее не встречаемых видов для данной территории.

Оценку видового разнообразия и общего количества сорняков в посевах озимой пшеницы наиболее целесообразно проводить в фазу всходов – начала кущения, до применения гербицида. Для условий ЦТЗ это начало мая.

Выявлено, что в мае число сорняков на учётную рамку за десять лет наблюдений в среднем по всем полям составило 14,7 шт./0,25 м^2, при этом среднее количество числа видов для этого срока составило 3,7/0,25 м^2. Засорённость посевов в целом по опыту выше на вариантах ресурсосберегающих технологий, и основной вклад в это вносит применение нулевой обработки под пшеницу и викоовсяную смесь. На этих делянках под пшеницей засорённость посевов в среднем за десять лет наблюдения в три раза выше, чем на варианте «вспашка» (соответственно, 18 и 6 шт./0,25 м^2). При этом в отдельные годы первой ротации севооборота среднее значение численности сорняков на варианте «Нулевая обработка + прямой посев» достигало 42–48 шт./0,25 м^2. Во вторую ротацию на опыте изменили схему обработки гербицидами посевов пшеницы, перешли на осеннее применение гербицидов. Помимо предпосевной обработки Раундапом (4 кг/га) в августе, также в осенний период по всходам пшеницы в разные годы использовали препараты Линтур (1,8 кг/га) или Алистер Гранд (0,8 л/га) в сочетании с фунгицидами. Такая схема интегрированной защиты позволила в два-три раза снизить численность сорняков в посевах озимой пшеницы на варианте «Нулевая обработка + прямой посев» и в пять-шесть раз на варианте «Вспашка» к моменту традиционного первого учета в мае.

На варианте «Нулевая обработка+прямой посев» на всех полях опыта отмечено развитие залежного процесса: мох на поверхности почвы и увеличение числа многолетних видов сорняков (чистец болотный, тысячелистник, иван-чай, пижма, одуванчик, подорожник большой, осока, клён ясенелистный) Также на прямом посеве отмечено резкое увеличение численности злаковых сорняков (мятлик однолетний, костер полевой).

Заключение. За десять лет наблюдений в агрофитоценозах ЦТЗ было зафиксировано 84 вида нежелательной растительности, из них 69 сорных видов, 7 древесных видов-засорителей (всходы погибают при обработке гербицидом) и 8 видов культурных растений засорителей. В один сезон вегетационный встречается в среднем 35–40 видов. Засорённость посевов по варианту «Нулевая обработка + прямой посев» (при двукратной обработке гербицидом) в среднем в три раза выше, чем по варианту «Вспашка» (при однократной обработке гербицидом).

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Жуков В. Д., Шеуджен З. Р.
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар
zhuckow.vik@yandex.ru

Заявленная тема исследования актуальна в любом государственном образовании, в экономике которого имеется развитое сельское хозяйство, а на территориях, в которых оно является ведущей отраслью экономики, система обработки почвы с целью получения максимальной прибыли от продукции растениеводства, тем более.

Принятые в сельскохозяйственном производстве к настоящему времени зональные системы земледелия Краснодарского края, ориентированные на региональный и зональный принципы ведения сельского хозяйства, не в состоянии обеспечить восстановление естественного плодородия почв, саморегуляции природных ландшафтов, не говоря уже об агроландшафтах, в процессе их сельскохозяйственного использования и не учитывают в полном объеме ландшафтное разнообразие региона. Такое положение предопределяет необходимость перехода от зональной к адаптивной организации территории не только сельскохозяйственных предприятий, но и региона в целом.

В данном исследовании предпринята попытка оценки существующих систем земледелия по решению вопросов рационального использования земель и их охране и разработке предложений по переходу к сбалансированным или, в современной трактовке этого понятия, к адаптивно-ландшафтным системам земледелия.

Сбалансированные сельскохозяйственные системы предусматривают использование современного оборудования, высокоурожайных сортов и гибридов, высококачественных семян, охрану и рациональное использование почв и водных ресурсов, а также последние достижения в способах обработки земель, технологических схем возделывания и ухода за сельскохозяйственными культурами. Упор делается на правильный выбор севооборотов, восстановление плодородия почв, разнообразие культур и домашних животных, интегрированную защиту от вредных организмов.

В Краснодарском крае ведущими научно-производственными организациями разработаны и приняты к производству зональные системы земледелия, дифференцированные для семи сельскохозяйственных зон – Северной, Центральной, Западной, Анапо-Таманской, Южно-Предгорной и Черноморской, в значительной степени различающихся по климатическими

условиям, рельефу, преобладающим почвам, видам и степенью проявления эрозионных процессов и деградации почвенного покрова.

Существующие зональные системы земледелия не учитывают в полном объеме ландшафтное разнообразие территорий, для которых они рекомендованы, не учитывают изменившиеся социально-экономические и политические аспекты организации сельскохозяйственного производства. В результате проведения земельной реформы в государстве, перехода к новым экономическим отношениям возникли и новые проблемы рационального использования земель, охраны окружающей среды, связанные с ориентированностью сельских товаропроизводителей на прибыль любой ценой. Прежде всего, это рискованное нарушение требований севооборота, в угоду наиболее востребованных рынком культур. В настоящее время в Краснодарском крае не осуществляется противоэрозионная организация территории на эродированных землях, не проектируются и, тем более, не утверждаются почвозащитные севообороты, в незначительных объемах выполняются противоэрозионные агротехнические мероприятия, не проводятся лесомелиоративные мероприятия. В сельском хозяйстве мы подошли к опасной черте, за которой могут последовать непоправимые экологические и экономические процессы.

В современных условиях развития экономики нашего государства количественная и качественная стороны сельскохозяйственного производства зависят от уровня его интенсификации, от степени использования в агротехнике систем земледелия, которые подразделяются на следующие виды: экстенсивные, нормальные, интенсивные, высокоинтенсивные (точные).

На территории Краснодарского края наибольшее распространение в коллективных хозяйствах получили «нормальные» системы земледелия, «экстенсивные» достаточно часто применяются в небольших по площади КФХ, «интенсивные» внедрены в ограниченном количестве передовых агрохолдингов, а «точные» используются, к сожаление, лишь в отдельных КФХ, в учхозе «Краснодарское» КубГАУ и частично начали внедрять агрохолдинг «Кубань» в Усть-Лабинском районе и «Выселковский агрокомплекс».

Основной методический подход к выполнению данного исследования базировался на принципах экономико-статистического метода.

В ГОСТе СССР 16265-89 зональная система земледелия определена как «система, все звенья которой в полной мере учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретной зоны». Однако такое определение достаточно расплывчато, поскольку основополагающим понятием в нем является природная зона, которое в свою очередь охватывает слишком большой спектр разнообразных условий.

В условиях современного развития агроэкологической ситуации в стране и состояния рынка сельскохозяйственной продукции Кирюшин В.И. предложил более точное определение сбалансированной системы земледелия: «адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия».

В указанном определении системы земледелия учитываются не только факторы физического пространства, но и социально-экономические, в частности:

– «общественные (рыночные) потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования переработки продукции);

– агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние;

– агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);

– производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации;

– хозяйственные уклады, социальная инфраструктура;

– качество продукции и среды обитания, экологические ограничения».

При этом под термином агроэкологическая группа понимаются звенья системы земледелия, а точнее, участки земель, однородные по условиям возделывания культур или групп культур с близкими агроэкологическими требованиями.

Термин «адаптивная» означает адаптированность системы земледелия по всему комплексу обозначенных условий.

Таким образом, разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий на основе проектов внутрихозяйственного землеустройства с учетом производственно-ресурсного и природно-экологического потенциалов, конъюнктуры рынка и многоукладности современного сельского хозяйства региона позволит поменять приоритеты в сложившейся системе сельскохозяйственного производства края с антропоцентрического принципа на природоохранный.

Важнейшим элементом почти всех сбалансированных агроэкосистем является севооборот или другими словами это процесс планируемого замещения культур, выращиваемых на одном и том же поле.

Эффективность этого процесса определяется не просто схемой чередования культур. Задача севооборота состоит в том, чтобы обеспечить положительный баланс органического вещества в почве и повысить ее плодородие.

Проектирование и освоение севооборотов дает гарантированную возможность эффективно использовать пахотные земли.

Ведущие теоретики сельскохозяйственной науки страны отмечают, что «севооборот, не заглядывающий в завтра, уже не севооборот, а простое чередование лучших и худших предшественников. Правильный севооборот призван, с одной стороны, изменить коренным образом качество почвы, поднять ее плодородие и этим повысить урожайность, придать ей большую устойчивость против засухи и других неблагоприятных условий. С другой стороны, необходимо коренным образом перестроить растениеводство, создать устойчивую кормовую базу для животноводства для повышения его продуктивности и увеличения поголовья». В настоящее время в Краснодарском крае следует уделить максимальное внимание совершенствованию, а главное, соблюдению севооборотов. Увеличить процент многолетних и однолетних бобовых трав в нем. Это во многом определяется почвенно-климатическими условиями и экономикой хозяйствующих субъектов края. Следует рассмотреть возможные специализации севооборотов в зависимости от запросов рынка.

Для решения обозначенных выше задач необходимо:

– министерству сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края обеспечить разработку систем земледелия, основанных на принципах адаптивно-ландшафтных подходов к организации территории и разработке севооборотов, сбалансированных по гумусу. Что, в свою очередь, приведет к необходимости корректировки границ принятого на данный момент природно-экономического зонирования края;

– министерству сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края с привлечением научного и производственного потенциала края разработать долгосрочную краевую программу по внедрению на территории края паспорта почв земельных участков и принципов биологической системы земледелия, основной целью которой будет являться обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях глобальных изменений климата, сохранение и приумножение плодородия почв, снижение негативного влияния экономических и природных рисков, перехода сельхозтоваропроизводителей, независимо от форм собственности и видов пользования на землю, на дифференцированные севообороты.

ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЖЕЛТОЗЕМОВ ТЕРРИТОРИЙ ДЕНДРОПАРКОВ САНАТОРНОЙ ЗОНЫ СОЧИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Захарихина Л.В., Буртовой А.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства
и субтропических культур, Сочи
zlv63@yandex.ru

Желтоземы, распространенные узкой полосой вдоль Черноморского побережья России, исследовались достаточно давно. Еще основоположником генетического почвоведения В.В. Докучаевым здесь выделялось две специфических региональных почвенных разновидности: скелетные «перемытые» на крутых склонах и мелкоземистые «намытые» у их подножий, которые сильно «побурели и пожелтели». На сегодня изучение антропогенного генезиса желтоземов важно не только с точки зрения понимания теории процессов современной трансформации почв. Немаловажен также аспект их мониторинга и сохранения, как, безусловно, редкого, по мнению отдельных авторов «исчезающего», объекта почвенного покрова, имеющего очень незначительное распространение.

Анализ литературных данных позволяет сформировать следующий характерный образ желтоземов. Формирование почв, образующихся под широколиственными лесами колхидского типа с участием вечнозеленых растений, обусловлено влажным субтропическим климатом и различными литолого-метаморфическими условиями. На склонах крутизной до 8-10° на карбонатно-аргилитных породах образуются остаточно-карбонатные желтоземы, на кислом глинистом делювии пологих поверхностей террас формируются их кислые разновидности. В целом для почв типичен слабо дифференцированный профиль, включающий: горизонт AY, субэлювиальный EL и иллювиально-метаморфический BM с признаками оглеения (на выположенных приморских террасах), или без них на склонах. Последний из перечисленных горизонтов является типодиагностическим. Характеризуется он жёлтой окраской (по шкале Манселла индекс 2,5 Y), повышенным содержанием смектита, который обусловливает трещиноватость в высушенном состоянии и вязкость во влажном, а также отсутствие определённой структуры и низкую пористость. Для Сочинского ареала желтоземов характерна ограниченность процессов ферралитизации. В южной части их распространения в пределах Имеретинской части ареала, названные процессы метаморфизма минеральной части выражены сильнее.

Санаторная зона Сочинской агломерации фактически повсеместно размещается в ареале желтоземов. История ее освоения была связана с обустройством и строительством санаторной инфраструктуры и

одновременным возведением здесь дендропарков из экзотических растений. Изначально интенсивное антропогенное воздействие на территории Сочинского побережья, сопровождалось сведением естественной растительности, раскорчёвкой, искусственным осушением, регулировкой стока ручьев. В таких условиях при интенсивном развитии эрозии, для желтоземов характерна крайне быстрая деградация. Лишь «природно-ориентированное» направление с целью создания лесопарковых зон, в том числе на территориях природных здравниц, обеспечило природоподобные условия развития желтоземов и сохранило их естественный облик. Создание дендропарков санаториев г. Сочи, их содержание в эстетически привлекательном виде, безусловно, нужно рассматривать как положительный фактор, способствующий сохранению редких почв. Чаще для улучшения почвенного плодородия на поверхность наносился высокогумусированный материал, доставлявшийся как из черноземной полосы России, так и с территорий осушенных болот (хорошо разложившееся торфяники) и лагун (илистые отложения). Мощности таких вновь созданных поверхностных органогенных горизонтов лесопарковых насаждений санаториев Сочинского Черноморского побережья часто достигают 30 см и более.

Типичное строение подобных агрогенно преобразованных почв можно охарактеризовать на примере разреза, изученного нами на территории санатория «Авангард», расположенного по Курортному проспекту и примыкающего с востока через ул. Черноморскую к Сочинскому Дендрарию. Дендропарк представлен характерными экзотами. Наиболее часто встречающиеся из них: кипарис вечнозеленный (*Cupressus sempervirens)*, трахикарпус Форчуна (*Trachycarpus fortunei)*, кедр гималайский (*Cedrus deodara)*, гибискус сирийский (*Hibiscus syriacus)*, кипарисовик Лоусона (*Chamaecyparis Lawsoniana)*. Согласно исторической справке архива санатория, возраст большинства древесных насаждений лесопарка составляет порядка 90 лет (время, прошедшее с момента его основания в 1930 г.).

Разрез закладывался вблизи административного корпуса на поляне свободной от крупной древесной флоры, под зарослями лавра благородного, вблизи молодой поросли бамбучника и пальмы японской. В кустарниково-травяном ярусе произрастают ежевика, плющ. Поверхность занята зеленными мхами с покрытием до 90%. Почва, распространённая на описанной территории, характеризуется как агрожелтозем глееватый глинистый на желтоцветном делювии (согласно Классификации почв России, 2004). В ее профиле выделяется три основных части. С поверхности залегает мощный искусственно созданный агрогенный, густо пронизанный корнями рыхлый горизонт Pagr, имеющий темно-бурую окраску (по Манселлу 5YR 2,5/2), мелко ореховатую структуру и мажущуюся консистенцию. В этой же части профиля с глубины 35 см распространён светло бурый, комковатой структуры, суглинистый горизонт AY. Средняя структурно-метаморфическая

часть профиля (горизонт BM с глубины 45 см) характеризуется своеобразным мраморовидным оглеением и имеет облик, присущий естественному желтозему глееватому (цвет от 2,5Y 6/6, до 2,5Y 7/0). В нижней части на глубине 70 см горизонт BM постепенно переходит в прослой желтоцветного глинистого делювия BMCg, залегающего до глубины 1,2 м.

Содержание гумуса в горизонте Pagr составляет 6,7%, ниже по всем горизонтам его концентрация также довольно высока и варьирует от 4,1 до 4,3%. Почва по всему профилю имеет близкую к нейтральной реакцию среды (pHводн. 7,1-7,7). Наиболее кислым является поверхностный горизонт Pagr, самый высокий pH характерен для горизонтов AY (pH 7,7). Максимальное содержание суммы кальция и магния отмечается для верхнего горизонта 41,2 смоль(экв)/кг, ниже она изменяется по профилю со значениями 24,9-17,6 смоль(экв)/кг.

Расположение санатория «Авангард» на землях ранее находившейся здесь (с 1894 г.) Сочинской сельскохозяйственной станции (ныне НИИЦиСК) позволяет проследить динамику агрогенного преобразования описываемых почв за период более чем 90 лет. В конце 1920-х годов сотрудниками экспедиции Института Удобрений и Агропочвоведения им. К.К. Гедройца (Л.И. Прасолов, И.Н. Антипов-Каратаев, В.Н. Филипова) была выполнена детальная характеристика почв опытной станции. Это была фактически первое целенаправленное исследование желтоземов с подробной характеристикой их морфологических, физико-химических, химических и гранулометрических свойств с целью разъяснения генезиса зональных почв Сочинского побережья. Сравнение полученных нами данных с аналогичными материалами предшественников указывает на один существенный аспект трансформации желтоземов. Значительно изменился кислотно-щелочной режим почв в сторону повышения их щелочности и увеличения содержания суммы обменных кальция и магния. В 1920-х годах для почв была характерна кислая реакция среды по всему почвенному профилю, что в целом присуще естественным желтоземам, образованным на кислом желтоцветном делювии. pHводн. составляла в них 5,6 в поверхностном органогенном горизонте, 4,7 в – элювиальном и 4,9-5,2 – в нижней метаморфической части профиля. То есть pH в современном состоянии почв (pHводн. 7,1-7,7) составляет значения, превышающие прежние характеристики фактически на две единицы. Снижение кислотности почв подтверждается повышением содержаний в них суммы обменных оснований, содержание которых ранее составляло от 17,2 смоль(экв)/кг в поверхностном горизонте до 9,7-5,1 смоль(экв)/кг в элювиальной части профиля и 15,8-16,1 смоль(экв)/кг в метаморфических огленных горизонтах. В современном состоянии почв сумма кальция и магния варьирует от 41,2 до

27,1-30,3 смоль(экв)/кг. Сумма обменных оснований увеличивается на 52%, pH повышается в среднем от 5,05 до 7,45 на 32%.

Обращает на себя внимание фактически полное совпадение глубины залегания иллювиального метаморфического оглеенного горизонта BMg. По описаниям предшественников для почв было характерно оглеение профиля с глубины 40 см. Согласно нашим характеристикам данный горизонт, сохранивший ранее описанные признаки, распространен на глубине от 70 см. Учитывая мощность вновь созданного поверхностного агрогенного горизонта (35 см), горизонт BMg залегает на прежней глубине (35 см). Содержание гумуса в почвах с поверхности сохранилось на том же уровне ~ 6,7%. Однако их окультуривание обусловило его высокие концентрации по всему почвенному профилю 4,1-4,3%. В то время как, ранее содержание гумуса в средней и нижней частях профиля различалось от 0,1 до 0,8%.

Таким образом, не характерно высокое содержание гумуса в средней и нижней части профиля почв района исследований обусловлено их окультуриванием при высадке культурных экзотов путем нанесения на поверхность органического материала черноземов, иллювиально-гумусовый процесс обусловил высокую гумусированность почв на глубине. Не свойственная высокая щелочность и насыщенность основаниями, вероятно, связана с попаданием в них через поверхностный сток и дренажные воды солей металлов городского техногенного генезиса. Высвобождение кальция могло происходить также под действием осадков из различных обломков, строительного мусора, цемента, кирпича и пр., имеющих щелочной характер. Известно, что техногенная кальцинированная пыль смещает pH почвенных растворов и это смещение носит долговременный характер.

ПУЛ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ГУМУСА ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Ковалев И.В., Ковалева Н.О.
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,
kovalevmsu@mail.ru

В результате антропогенных воздействий, интенсивность которых возрастает на протяжении исторического времени, в ландшафтах обширных территорий накапливаются новые признаки, не свойственных природным объектам. Однако степень и интегральный эффект медленно текущих антропогенных воздействий, как и разнообразие их проявлений в ландшафтах восточно-европейской лесостепи, в том числе, ее тамбовского участка, до сих пор не выявлены.

Цель исследования – изучение особенностей антропогенной нагрузки почв лесостепи на примере пула биофильных элементов в черноземах Центральной России.

Объектом исследования послужили чернозёмы лесостепи, приуроченные к Тамбовскому участку Белгородской засечной черты. Хронокатена почв из пяти разрезов включает: 1) агрочернозем сегрегационный на пашне под озимой пшеницей (его распашка не прерывалась более 400 лет); 2) разрез Тамбовского вала, состоящий из: дневного чернозёма сегрегационного в верхней части вала 400-летнеего возраста – стратозема – чернозема глинисто-иллювиального, погребенного под Тамбовским валом. 3) чернозем гидрометаморфизированный вскрыт в днище оборонительного рва у Тамбовского вала. В качестве фоновых разрезов лесостепи был выбраны: чернозем осолоделый под Строгановской дубравой 150-летнего возраста и черноземно-луговая осолоделая почва типичного плакорного гидроморфного ландшафта Тамбовской равнины – в заповедной Матырской дубраве.

Методы исследования. Определение общего содержания углерода и азота на CNS-анализаторе (VARIO EL., Elementar GmbH, Hanau). Для оценки сопоставимости результатов разных методов определения содержания гумуса, были исследованы 2 образца почв Нижегородской экспедиции В.В. Докучаева: (д. Матренина, Балахнинского уезда) и каштановый суглинок (1 верста на с-з с. Шокино, Васильского уезда). Сохранившиеся оценки состояния черноземных почв и агроландшафтов 70-90-х гг. XIX в. («Труды особой экспедиции...» (1892) В.В. Докучаева) представляют собой прекрасный исходный хронологический «репер» для исследования изменений свойств почв за более чем столетний период. Данные по содержанию гумуса, определенные в 1886 году, были также найдены в материалах отчета В.В. Докучаева. В работе «О нормальной оценке почв Европейской России» В.В. Докучаев указывал: «Определен при помощи хромовой кислоты перегной с лишком в 300 почвенных образчиков Нижегородской губернии, следовательно, почти в 40 пунктах на каждую из установленных нами 8 групп растительно-наземных почв Нижегородской губернии». Определение органического фосфора выполнено колориметрически по методу Мерфи-Райли в модификации Ватанабе-Олсена (по разности содержаний элемента в 1 н. H_2SO_4 вытяжках до и после прокаливания образца при 5000 в течение 1 ч аскорбиновым методом). Изучение магнитной восприимчивости выполнено на приборе “Kappa Breedg KLY-2”. Удельную магнитную восприимчивость образцов рассчитывали с использованием эталона (соль Мора, сЭ=32,5×10-6 СГСМ). Изотопный анализ углерода проводился на масс-спектрометре (Thermo V Plus IRMS).

Результаты. Анализ морфологии профилей обнаружил, что исследованные почвы большинства разрезов полигенетичны, так как

содержат серии погребенных гумусовых горизонтов и целых профилей. Гумусовые горизонты древних и современных агрочерноземов, в отличие от 400-летнего чернозема на Тамбовском валу, отчетливо подразделяются на две части: 1) рыхлый пахотный горизонт серого цвета и 2) уплотненный горизонт плужной подошвы более темного цвета и более тяжелого гранулометрического состава, сохранившийся от предыдущего этапа черноземного педогенеза среднего голоцена. На такую же двухслойность гумусового горизонта черноземов Тамбовского уезда обращал внимание и Докучаев (1883).

В отдельную область выделяются древние и современные пахотные горизонты и по характеристикам отражения на графике, построенной по методу Салфелда. Кривые спектрального отражения агрочернозема имеют самые низкие величины отражения в рассматриваемом хроноряду и обладают отчетливым максимумом при 450 и 750 нм, что отличает их от гумусовых горизонтов типичного нераспаханного чернозема. Максимальное содержание гуминовых кислот приурочено к дневным гумусовым горизонтам, а также погребенному чернозему под валом и нижней части профиля разреза в строгановской дубраве. Распределение гуминовых кислот по профилю агрочернозема – более изометричное, в отличие от полимодального в фоновых разрезах и равномерно-аккумулятивного в нераспаханном варианте чернозема. Самые высокие величины коэффициента экстинкции, а значит и самые сложные, обогащенные бензоидными структурами молекулы гуминовых кислот, обнаружены в дневном и втором гумусовом горизонте черноземов на валу – до 0,008. Минимальные значения коэффициента экстинкции присущи пахотным и старопахотным горизонтам исследованных черноземов – 0,004. Величина экстинкции около 0,005 в гумусовом горизонте, погребенного под валом профиля, предполагает его распашку в прошлом. Хорошую корреляцию с содержанием и распределением гумуса обнаруживают значения магнитной восприимчивости. Полимодальный характер кривой распределения величин магнитной восприимчивости по профилю позволил диагностировать погребенные гумусовые горизонты и культурные слои. А значительное повышение величин магнитной восприимчивости в погребенных средневековых почвах свидетельствует в пользу более автоморфных условий их существования, нежели современные.

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах чернозема сегрегационного на валу, в агрочерноземе и в погребенном гумусовом горизонте – высокое (6%), в старопахотных горизонтах доагротехногенного периода под валом и дубравой – среднее и низкое (4-5%). По данным Докучаева (1883), содержание гумуса в черноземах Тамбовского уезда в конце XIX в. – высокое и очень высокое (9-13%). Распределение гумуса по профилю нераспаханных черноземов – регрессивно-аккумулятивное, а на пашне – бимодальное.

Обогащенность гумуса азотом средняя. Процесс трансформации органических остатков сопровождается обогащением азотом гумусовых веществ. Поэтому для характеристики интенсивности биохимических процессов используют общее содержание углерода и азота. Однако, характер изменения величины C:N в процессе гумификации неоднозначен, и помимо резервов азота может характеризовать и степень гумификации органического вещества. Для всех современных гумусовых горизонтов исследуемых почв гумус характеризуется средним показателем отношения C:N, также средние значения характерны для почв у подножия укрепительного вала (ров). Погребенные почвы характеризуется низкими показателями отношения C:N, что может свидетельствовать об уменьшение роли азотосодержащих веществ в образовании гумусовых кислот, как следствие смены типа гумуса в результате развития другой растительности (широкое отношение C:N связано с более слабой гумифицированостью органического вещества при увлажнении, например в черноземно-луговых почвах из-за повышенного увлажнения показатели C:N – низкие). При этом pH водной вытяжки исследованных почв колеблется от слабо- и средне кислого в черноземе оподзоленном до близкого к нейтральному и слабощелочному – в черноземах сегрегационных.

Распределение величин общего, минерального и органического фосфора по профилям исследуемых почв носит полимодальный характер. Содержание как органического, неорганического так и общего фосфора увеличивается в культурных слоях почв. Эти факты надежно диагностируют антропогенное происхождение погребенных гумусовых горизонтов. Относительно обогащены минеральным фосфором гумусовые горизонты нераспаханного чернозема на валу и особенно (в 3-5 раз) пахотные горизонты агрочернозема, вероятно, в результате применения минеральных удобрений. Старопахотные горизонты под лесом и под валом отличаются наименьшими значениями содержания минерального фосфора.

Радиоуглеродное датирование и кривые распределения изотопов $\delta^{13}C$, полученные нами впервые для данного региона по профилям исследуемых почв, показывают, что эволюция почв в различные исторические периоды по-разному зависела от антропогенного процесса. Возраст почв согласно данным радиоуглеродного датирования обнаружил, что формирование дневных гумусовых горизонтов черноземов на территории Тамбовской равнины началось 2500-2600 тысяч лет назад на рубеже позднего голоцена. Эта эпоха железа, и она характеризуется отношениями (-25,3‰…-25,5‰), а значит умеренно влажным климатом. Минимальные значения изотопного отношения (-26,6‰) свойственны темно-серой лесной почве Матырской дубравы, лугово-черноземной почве на дне рва около вала, закономерно отражая более влажные условия формировании почв. Сохранившиеся нижние части гумусовых профилей черноземно-луговых почв имеют возраст

6000-7000 лет и соответствуют -25,5‰. Возраст погребенной почвы в разрезе Строгановской дубравы составил 1210±70 лет. Цифры изотопного отношения в нем (-26,4‰) свидетельствуют об эпохе повышенного увлажнения климата в начале исторического времени, что свидетельствует о глобальном влажном эпизоде климатической истории планеты и объясняет отсутствие археологических находок в этот период для данного региона и прерывание развития культур. В погребенных пахотных горизонтах средневекового возраста изотопные отношения составляют (-25,6‰) и (-25,4‰), то есть характеризуются умеренно-влажные климатические эпизоды и самые сухие в рассматриваемом ряду почв. Это малый климатический оптимум голоцена и начало активного антропогенного изменения ландшафтов и почв. Изменения изотопных отношений в сторону увеличения увлажненности климата характерны для дневных горизонтов почвы и отражают тенденцию усиления увлажненности климата в малый ледниковый период, что приводит к развитию лугово-черноземных почв в почвенном покрове и к увеличению содержания гумуса в них, которое фиксирует Докучаев.

Заключение

По морфологическим свойствам, величинам содержания гумуса и органического фосфора (распределению пула биофильных элементов – углерода, азота и фосфора), характеристикам спектральной отражательной способности гуминовых кислот, магнитной восприимчивости изученных почв показано, что свойства пахотных горизонтов различных эпох земледельческого освоения различаются: пахотные горизонты средневековья более деградированы по содержанию минерального фосфора, гумуса, свойствам гуминовых кислот, но менее переуплотнены по сравнению с горизонтами современной агротехногенной эпохи землепользования.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-14-01120.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИТОГИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЗА 60-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Костенко И.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
ik_64@bk.ru

В 1959 г. по постановлению президиума ВАСХНИЛ в Никитском ботаническом саду был создан отдел почвенно-климатических исследований с почвенно-химической лабораторией и метеостанцией. Основной задачей отдела была разработка научных основ рационального использования

почвенно-климатических условий юга страны для развития плодоводства и виноградарства.

Сотрудниками отдела и аспирантами были начаты работы по проблеме «Изучение земельных ресурсов и разработка научных основ повышения плодородия почв». Со дня образования и до 1977 г. отдел почвенно-климатических исследований возглавлял его основатель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Государственного Никитского ботанического сада, Заслуженный деятель науки УССР Михаил Андреевич Кочкин. Под его руководством выполнены обширные научные исследования, направленные на решение вопросов рационального использования природных условий в сельскохозяйственном производстве и в лесном хозяйстве. На основе обобщения обширного фактического материала была составлена карта почвенно-климатического районирования территории Крыма, дана детальная характеристика природных условий почвенно-климатических зон и районов, проведены работы по бонитировке почв Крыма, выполнены исследования по изучению влияния свойств почв на урожайность многолетних насаждений, разработаны меры борьбы с водной эрозией в горном Крыму.

Исследовались закономерности связи водного режима различных типов почв и произрастающих на них многолетних насаждений; изучалось влияние химического состава наиболее распространенных типов и видов почв на рост и плодоношение основных плодовых культур; на урожайность и качество продукции розы эфиромасличной, лаванды, цветочных культур; установлена роль количества и состава водорастворимых солей в почвах сухой степи и $CaCO_3$ в предгорье Крыма на развитие и плодоношение яблони, груши, сливы, черешни и персика.

В 1977 г. отдел почвенно-климатических исследований был переименован в отдел агроэкологии. Возглавил его доктор биологических наук, профессор Виктор Федорович Иванов. Под его руководством в отделе разработаны и опубликованы методологические основы и методы изучения экологических условий роста многолетних растений. Садовый агрофитоценоз рассматривался как система факторов – «экологические условия – плодовое растение – хозяйственная деятельность человека». С этих позиций дана оценка значимости экологических условий для роста и продуктивности плодовых культур, показана роль климата, элементов рельефа, уровня грунтовых вод и свойств почв в функционировании садового агрофитоценоза.

Были разработаны методы изучения и оценки почвенных факторов, оказывающих негативное влияние на интродуцированные декоративные древесные и кустарниковые растения, определения оптимальных и допустимых параметров свойств почв для многолетних насаждений, принципы и методы оценки эдафических условий для целей интродукции и

зеленого строительства. Эти разработки широко используются в практике озеленения рекреационных объектов Крыма.

Оценка климатических ресурсов – один из основных этапов бонитировки земель. Из всего многообразия элементов климата, составляющих климатические ресурсы той или иной территории, выделены показатели-регуляторы, которые непосредственно влияют на урожай, рост, декоративность и долговечность многолетних насаждений, определяют сортимент плодовых и ассортимент декоративных древесных растений.

Сотрудниками лаборатории разработана новая методика оценки агроклиматического потенциала местности применительно к плодовым культурам. На ее основе дана оценка агроклиматического потенциала каждого административного района Крыма по степени пригодности для абрикоса, персика, черешни, сливы, яблони и груши с учетом микроклиматических особенностей территории.

Впервые для Южного берега Крыма выявлены особенности статистической структуры метеорологических рядов, определена степень точности термических показателей, мера их изменчивости, устойчивость в пространстве и во времени. На основе многолетних микроклиматических наблюдений установлены закономерности формирования этих агрометеорологических показателей в нижнем поясе ЮБК и уточнено положение верхней границы его субтропической части (220-250 м над уровнем моря вместо принятого раньше значения 300-400 м).

Особое место занимали работы, посвященные агроэкологической оценке пригодности и результатам освоения скелетных, маломощных, высококарбонатных и песчаных почв юга Украины под косточковые культуры. Большие массивы таких почв приурочены к регионам с наиболее благоприятными под сады климатическими условиями; эти почвы наименее загрязнены и наиболее пригодны для получения диетической плодовой продукции.

Основную задачу, связанную с повышением плодородия почв и биопродуктивностью садовых фитоценозов, сотрудники отдела (в настоящее время лаборатории) агроэкологии видят в дальнейшем развитии фундаментальных исследований по учету компонентов плодородия почв, в выявлении критериев оценки почвенного плодородия, в установлении оптимальных и допустимых параметров состава, свойств и режимов почв в различных регионах юга страны. Эти параметры позволяют выявить и реализовать в конкретных условиях возможности высокопродуктивных сортов плодовых и видов декоративных древесных растений.

Продуктивность плодовых садов повышали также путем подбора сортов и подвоев, наиболее устойчивых к свойствам почв. Для установления количественных параметров свойств почв для конкретных сортов необходимо было располагать достаточным объемом исходной информации,

основным требованием к которой был сопряженный учет свойств почв и их вариабельности, погодных условий, разносторонних показателей роста (физиологических, биометрических) и урожайности деревьев.

Для повышения плодородия почв и стабилизации их гумусного состояния в садовом агроценозе испытывали дешевые и экологически чистые удобрения – сидераты. В результате многолетнего применения в плодоносящем яблоневом саду в зимне-весенний период зерновых и бобовых сидератов улучшились структура и сложение южных черноземов, их водный и азотно-калийный питательный режимы, стабилизировались запасы гумуса, увеличилась урожайность яблони.

По результатам исследований парковых культурфитоценозов изучены особенности почвообразовательных процессов, установлены закономерности влияния состава насаждений на плодородие почвы, почвенные режимы, что создало необходимую теоретическую основу для разработки принципов рационального использования природного потенциала территорий при создании устойчивых парковых насаждений с заданными свойствами.

Более десяти лет исследований было посвящено разработке теоретических основ рекультивации сульфидных горных пород шахтных отвалов Западного Донбасса, которые базировались на познании механизмов формирования молодых почв и сукцессионных процессов. Это позволило изучить естественные пути трансформации горных пород в молодые почвы и разработать альтернативные, малозатратные технологии создания плодородных субстратов на биоэкологической основе.

Результаты исследований сотрудников отдела агроэкологии широко внедрялись в практику. По разработанным в отделе рекомендациям специалистами института «Укргипросад» было обследовано, оценено и спроектировано под сады и виноградники 60423 га засоленных и солонцеватых почв, а также 10240 га скелетных почв в Крыму, 1804 га различных типов почв в Николаевской области, 330 га песчаных почв в Херсонской области (Нижнеднепровские пески). Методом траншейного плантажа было мелиорировано под сады 186 га скелетных почв в Крыму и 11 га песчаных почв в Херсонской области. В Западном Донбассе по рекомендациям и при непосредственном участии сотрудников отдела рекультивировано 5 га отвалов фитотоксичных сульфидных шахтных пород для использования под древесно-кустарниковые растения. Также по рекомендациям отдела в Крыму было реконструировано и заложено около 30 парков в санаториях, пансионатах, домах отдыха и в пионерских лагерях. Кроме того, сотрудники отдела на протяжении всей его истории разрабатывают рекомендации по реконструкции и закладке насаждений плодовых, древесных декоративных и цветочных культур в парках и опытных хозяйствах Никитского сада.

В последние годы возобновились начатые М.А. Кочкиным работы по изучению почв горного Крыма. Необходимость продолжения исследований в этом направлении обусловлена недостаточной изученностью закономерностей формирования почвенного покрова Крымских гор в зависимости от гидротермических условий, рельефа, почвообразующих пород и растительности, а также недостаточно разработанной системой их диагностики и классификации.

В рамках этих исследований изучалось влияние искусственных насаждений древесных культур на свойства горно-луговых почв Крыма. Согласно полученным результатам насаждения сосны обыкновенной оказывают сильное влияние на структуру почв, способствуя резкому увеличению доли глыбистой фракции в ее составе. Наиболее сильное влияние на химические свойства луговых почв оказывают насаждения лиственницы, способствовавшие существенному подкислению почв и накоплению высоких концентраций ряда макро- и микроэлементов. Все лесные культуры способствовали также снижению гумусированности облесенных почв по сравнению с участками под луговой растительностью. Следовательно, облесение в условиях избыточного увлажнения ведет к деградации горно-луговых почв, которая прослеживается по трансформации комковато-зернистой структуры в крупнооореховатую, повышению кислотности и снижению степени насыщенности почв основаниями, уменьшению содержания в них гумуса.

Таким образом, современные исследования сотрудников лаборатории являются логическим продолжением и развитием сформулированного Михаилом Андреевичем Кочкиным 60 лет назад основного направления исследований: разработка научных основ изучения, охраны и рационального использования почвенно-климатических ресурсов юга страны.

Итогом 60-летней научно-исследовательской деятельности сотрудников лаборатории являются сотни статей, опубликованных в различных изданиях в нашей стране и за рубежом, тридцать шесть методических рекомендаций, одиннадцать томов Трудов ГНБС, 17 монографий, авторы пяти из которых стали лауреатами Государственной Премии Республики Крым.

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫХ СИСТЕМ С ПОДБОРОМ СОРТОВ *TRITICUM AESTIVUM* L. В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМА

Мельничук Т.Н., Абдурашитов С.Ф., Еговцева А.Ю., Абдурашитова Э.Р., Радченко А.Ф., Ганоцкая Т.Л., Якубовская А.И., Каменева И.А., Радченко Л.А.
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь
melnichuk7@mail.ru

Растительно-микробное взаимодействие составляет основу поддержания динамического равновесия в агроценозах и стабилизации агроэкосостем. Формирование растительно-микробных систем для агроценозов с использованием ассоциативных бактерий к конкретному виду растений позволяет повысить их продуктивный потенциал и качество продукции, способствуя повышению устойчивости агроэкосистем и сохранению окружающей среды, и является перспективным направлением современных исследований.

Целью исследования являлось выделение штаммов ассоциативных бактерий к сортам *Triticum aestivum* L., выращенных в различных почвенно-климатических условиях, и изучение их влияния на микробиом чернозема южного ризосферы пшеницы.

Исследования проводили в условиях 2018-2019 годов на сортах пшеницы озимой Багира, Лидия, Ермак, Алексеич, Безостая 100 и Гром. В процессе исследований использованы современные подходы к выделению ассоциативных микроорганизмов к конкретному сорту вида растения и изучения таксономической структуры ризосферного микробиома с использованием высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S рРНК.

Установлено, что сообщество прокариот черноземов ризосферы состояло преимущественно из представителей 10 фил: *Crenarchaeota, Acidobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Chloroflexi, Firmicutes, Gemmatimonadetes, Planctomycetes, Proteobacteria* и *Verrucomicrobia*. Выявлены представители неатрибутируемого домена прокариот. Наиболее высокой долей у исследуемых сортов, отмечена фила *Proteobacteria*, при этом разница по почвам незначительна. Выделено двенадцать штаммов ассоциативных бактерий пшеницы, идентифицированных методом секвенирования гена 16S рРНК, которые показали различную эффективность на чернозёмах южном и обыкновенном, показано их влияние на микробиом чернозема южного ризосферы пшеницы.

Таким образом, определены изменения таксономического состава микробиома черноземов южного и обыкновенного ризосферы шести сортов пшеницы под влиянием, как сорта, так и почвенно-климатических условий его выращивания. Выделены штаммы ассоциативных бактерий к *T. aestivum*, перспективные для дальнейшей биотехнологии ризосферы растений агроценозов и показано их влияние на микробиом чернозема южного.

Работа выполнена в рамках государственного задания фундаментальных исследований № 0834-2019-0005 и при поддержке гранта РФФИ А18-016-00197.

ФОСФОР В ПОЧВАХ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА ПРЕДСАЛАИРЬЯ

Нечаева Т.В., Гопп Н.В., Савенков О.А., Смирнова Н.В.
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск
nechaeva@issa-siberia.ru

Территория Предсалаирья на юго-востоке Западной Сибири в целом благоприятна по почвенно-климатическим условиям для земледелия, но сильно расчленена, поэтому многие сельскохозяйственные угодья располагаются здесь на склонах крутизной 1-3° и более. Распашка склонов способствует развитию эрозионных процессов, что приводит к потерям мелкозема, гумуса, питательных веществ и их перераспределению по элементам рельефа. В конечном итоге происходит значительное снижение различных параметров почвенного плодородия, урожайности и качества выращиваемых культур. В последние десятилетия в связи с резким сокращением использования удобрений и практически полным прекращением работ по защите почв от эрозии усилились процессы антропогенной деградации почв. Это вызывает необходимость в проведении регулярных почвенно-агрохимических обследований, в том числе фосфатного состояния почв склоновых агроландшафтов, так как фосфор контролирует практически все биохимические процессы жизнедеятельности растений и имеет одно из первостепенных значений в формировании высокого урожая культур.

Цель исследования – провести сравнительную оценку фосфатного состояния сильно- и среднегумусированных почв в условиях эрозионно опасного склонового агроландшафта на основе комплексного использования показателей и градаций обеспеченности растений фосфором.

Исследования проведены в лесостепной зоне юго-востока Западной Сибири на территории Предсалаирской дренированной равнины (Предсалаирье) в Новосибирской области (Тогучинский район, село Усть-

Каменка). Приводораздельные и придолинные склоны на данной территории покатые (уклон 2-5°) и сильнопокатые (уклон 5-10°), что определяет значительную и сильную степень опасности развития водной эрозии, особенно в весенне-летний период.

На исследованном участке пахотного угодья площадью 225 га и протяженностью 4 км выделены склоновые позиции на четырех высотных ступенях (абсолютные отметки высот) с описанием преобладающих почв (согласно классификации и диагностике почв СССР, 1977): **$ВС_I$ (h=280-310 м)** – в верхней части склона с оподзоленными и выщелоченными черноземами (n=16); **$ВС_{II}$ (h=260-280 м)** – в средней части склона с оподзоленными и выщелоченными черноземами (n=14); **$ВС_{III}$ (h=220-260 м)** – в средней части склона с темно-серыми лесными почвами (n=13); **$ВС_{IV}$ (h=190-220 м)** – в нижней части склона с серыми лесными почвами (n=12).

Отбор индивидуальных почвенных проб (n=55) проведен буром из слоя 0-30 см (пахотный горизонт) по нерегулярной сетке; запасы надземной фитомассы овсяно-гороховой смеси – методом укосов с учетной площади 0,25 $м^2$ (n=38). Координаты точек опробования определены с использованием системы геопозиционирования (GPS, Garmin eTrex Vista), погрешность привязки – 5 м.

Почвы проанализированы на содержание валового ($Р_{вал}$), органического ($Р_{орг}$) и минерального ($Р_{мин}$) фосфора методом сухого озоления по Сэндерсу и Вильямсу; подвижного фосфора двумя методами – по Чирикову ($Р_{ПФ1}$) в 0,5 М растворе уксусной кислоты и по Николову ($Р_{ПФ2}$) в 0,1 М растворе яблочнокислого аммония; легкоподвижного фосфора ($Р_{ЛПФ}$) – по Карпинскому-Замятиной в 0,015 М растворе сернокислого калия. Фосфор в растениях ($Р_{раст}$) определен методом мокрого озоления в смеси серной и хлорной кислот по Гинзбург. Содержание фосфора в почвах и растениях представлено на его оксид (P_2O_5) и рассчитано на воздушно-сухую массу.

Черноземы в верхней части склона ($ВС_I$) с содержанием гумуса в среднем 7,37% относятся к сильногумусированным (5-8%). Почвы в средней и нижней частях склона ($ВС_{II}$-$ВС_{IV}$) относятся к среднегумусированным (3-5%) с содержанием гумуса в оподзоленных и выщелоченных черноземах в среднем 5,02%, в темно-серых и серых лесных почвах – 3,66 и 3,60%.

Почвы характеризуются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды (pH_{H2O} 5,4-6,2) и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с содержанием физической глины 45-50%. Распределение фракций физической глины неравномерное, что связано, по-видимому, с избирательным выносом почвенного материала при стоке талых и ливневых вод. Так, в среднегумусированных почвах вниз по склону от $ВС_{II}$ к $ВС_{IV}$ установлено уменьшение содержания средне- и мелкопылеватых частиц и увеличение доли илистой фракции (с 15,4 до 22,7%). Проведенные исследования подтверждают литературные данные о том, что из почв эрозионно опасных

склонов происходит вынос в первую очередь наиболее мелкоземистых частиц, обладающих высокой поглотительной способностью и обогащенных элементами питания.

Известно, что территория юго-восточной возвышенной части Западной Сибири, в состав которой входит Предсалаирье, является зоной геохимического проявления апатитов и фосфоритов. Почвы отличаются повышенным содержанием валового фосфора (0,22-0,26%), который на 52% представлен органическими фосфатами и на 48% минеральными. В исследованных почвах содержанием валового фосфора составило в среднем 0,18-0,23%. Доля органического фосфора от содержания $P_{вал}$ варьировала в почвах от 44 до 66%, доля минерального фосфора – от 34 до 56%. Наибольшее содержание $P_{вал}$ и $P_{орг}$ установлено в сильногумусированных почвах в верхней части склона (BC_I) – в среднем 2282 и 1510 мг/кг, тогда как в среднегумусированных почвах вниз по склону эти показатели были существенно ниже. В средней и нижней частях склона на высотах 190-280 м (BC_{II-IV}) в ряду черноземы → темно-серые → серые лесные почвы отмечено постепенное снижение содержания $P_{вал}$ (2119 → 2002 → 1826 мг/кг) и $P_{орг}$ (1033 → 923 → 809 мг/кг). Для минерального фосфора и подвижных его форм отмечено, наоборот, более высокое содержание в среднегумусированных почвах. Так, содержание $P_{мин}$, $P_{ПФ1}$ и $P_{ПФ2}$ в сильногумусированных почвах в верхней части склона (BC_I) составило в среднем 772, 131 и 26 мг/кг соответственно. В среднегумусированных почвах вниз по склону (BC_{II-IV}) содержание $P_{мин}$ варьировало в пределах 1017-1086, $P_{ПФ1}$ – 231-266, $P_{ПФ2}$ – 28-42 мг/кг. Возможно, более низкое содержание минерального фосфора и подвижных его форм в почвах в верхней части склона связано с иммобилизацией фосфора (включение в состав гумуса и труднорастворимых фосфатов кальция и магния), где существенно выше содержание гумуса, обменных кальция и магния. Если в сильногумусированных почах в верхней части склона содержание обменных кальция и магния составило в среднем 20,5 и 4,0 смоль(экв)/кг, то в среднегумусированных почвах в средней и нижней частях склона эти показатели были ниже в 1,3 и 1,5 раза соответственно. Отрицательные корреляции заметной и высокой силы связи $P_{мин}$ и $P_{ПФ1}$ с гумусом ($r = -0,59$ и $-0,78$ при $p<0,01$ и $n=55$), $P_{орг}$ ($r = -0,71$ и $-0,67$), обменным кальцием ($r = -0,45$ и $-0,63$) и обменным магнием ($r = -0,59$ и $-0,83$) подтверждают данное предположение.

Содержание легкоподвижного фосфора в почвах склона варьировала в широком диапазоне – от 0,02 до 1,08 мг/кг. В черноземах в верхней (BC_I) и средней (BC_{II}) частях склона содержание $P_{ЛПФ}$ составило в среднем 0,30 мг/кг, в темно-серых и серых лесных почвах в средней (BC_{III}) и нижней (BC_{IV}) частях склона – 0,53 и 0,46 мг/кг. Выявлены тесные положительные

корреляционные связи между $P_{вал}$ и $P_{орг}$ (r=0,83 при p<0,01 и n=55), гумуса с $P_{вал}$ (r=0,79) и $P_{орг}$ (r=0,87), $P_{мин}$ и $P_{ПФ1}$ (r=0,74), $P_{ПФ2}$ и $P_{ЛПФ}$ (r=0,59).

На основе многолетних экспериментальных данных и обобщения литературы сибирскими учеными были откорректированы шкалы и разработаны рекомендации по оптимизации фосфатного режима почв Западной Сибири. Шкала обеспеченности почв Предсалаирья $P_{ПФ1}$ (по Чирикову) представлена следующими уровнями: 70-120 мг/кг – низкий, 120-190 – средний, >200 – высокий. Обеспеченность почв $P_{ПФ2}$ (по Николову): <18 мг/кг – низкий уровень, 18-35 – средний, 36-52 – повышенный, >52 – высокий; $P_{ЛПФ}$ (по Карпинскому-Замятиной): <0,35 мг/кг – низкий уровень; 0,36-0,65 – средний; 0,66-1,0 – повышенный; 1,1-1,5 – высокий; >1,5 – очень высокий.

В соответствии с выше приведенными градациями уровень обеспеченности сильногумусированных почв фосфором по содержанию $P_{ПФ1}$ средний, среднегумусированных – высокий. Уровень обеспеченности фосфором черноземов в верхней ($ВС_I$) и средней ($ВС_{II}$) частях склона соответствовал среднему по $P_{ПФ2}$ и низкому по $P_{ЛПФ}$; темно-серых и серых лесных почв в средней ($ВС_{III}$) и нижней ($ВС_{IV}$) частях склона – повышенному по $P_{ПФ2}$ и среднему по $P_{ЛПФ}$. В ранее проведенных исследованиях на территории Предсалаирья установлено, что внесение фосфорных удобрений повышает урожайность сельскохозяйственных культур даже при значительных запасах фосфора, так как в почвах преобладают малодоступные растениям высокоосновные фосфаты кальция и их окклюдированные формы.

Существенных различий в запасам надземной фитомассы (ЗНФ) овсяно-гороховой смеси между сильно- и среднегумусированными почвами на разных склоновых позициях не установлено. Так, ЗНФ травосмеси на почвах в верхней части склона ($ВС_I$) составили в среднем 134 г/м^2, в средней и нижней частях склона ($ВС_{II-IV}$) – варьировали от 143 до 172 г/м^2. Содержание фосфора в надземной фитомассе травосмеси составило в среднем 0,73-0,92%, с наибольшими значениями на серой лесной почве в нижней части склона. В целом содержание фосфора в растениях соответствовало оптимальному уровню. Установлены положительные корреляционные связи умеренной силы ЗНФ травосмеси с $P_{ПФ2}$ (r=0,33 при p<0,05 и n=55) и $P_{ЛПФ}$ (r=0,41), а также между содержанием фосфора в растениях и почвах: $P_{раст}$ и $P_{ПФ2}$ (r=0,34), $P_{раст}$ и $P_{ЛПФ}$ (r=0,33).

Заключение

Таким образом, в почвах склонового агроландшафта Предсалаирья на юге-востоке Западной Сибири отмечено, с одной стороны, существенное снижение содержания валового и органического фосфора от сильногумусированных почв в верхней части склона к среднегумусированным почвам в средней и нижней частях склона, с другой

стороны, увеличение содержания минерального фосфора и подвижных его форм (по Чирикову и по Николову). В среднегумусированных почвах вниз по склону отмечено постепенное снижение валового и органического фосфора в ряду оподзоленные и выщелоченные черноземы → темно-серые → серые лесные почвы. Установленные корреляции свидетельствуют о тесной положительной связи между фосфором: валовым и органическим, минеральным и подвижным по Чирикову, подвижным по Николову и легкоподвижным по Карпинскому-Замятиной. Различия по запасам надземной фитомассы травосмеси на сильно- и среднегумусированных почвах не выявлены, содержание фосфора в растениях соответствовало оптимальному уровню. Для оперативной диагностики фосфорного питания растений в условиях Предсалаирья целесообразно использовать 0,1 М раствор яблочнокислого аммония по методу Николова (подвижный фосфор) или 0,015 М раствор сернокислого калия по методу Карпинского-Замятиной (легкоподвижный фосфор).

Специфику фосфатного фонда почв необходимо учитывать при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий с целью получения планируемого урожая и эффективного использования природных и производственных ресурсов с сохранением почвенного плодородия.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМБРИОЗЁМОВ НА СУЛЬФИДНЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ

Новицкий М.Л.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
maxim.novickiy@bk.ru

Интерес к процессам почвообразования в техногенных ландшафтах с каждым годом возрастает, ибо многими исследователями выявлены крайне интересные в теоретическом и важные в прикладном отношении факты быстрого формирования в различных экологических нишах техногенных ландшафтов молодых почв в итоге регенерации биоценозов. Этими фактами ещё раз подтверждаются идеи о доминирующей почвообразующей роли живого вещества, которые развивались В.И. Вернадским (1926, 1927), В.Р. Вильямсом (1927) и Б.Б. Полыновым (1945).

Учёные Никитского ботанического сада также внесли свою лепту в изучении эмбриозёмов в техногенных ландшафтах Западного Донбасса. После закрытия шахты «Першотравнева» («Павлоградуголь») вершина трапециевидного террикона была рекультивирована рельефоформирующим способом, предусматривающим создание бугристо-западинного мезорельефа.

За счёт делювиального смыва с бугров тонкодисперсных частиц породы и дополнительного стока влаги с повышений, понижения обогащались мелкозёмом, обильно увлажнялись осадками, интенсивно выщелачивались от легкорастворимых солей и раскислялись. Через 10 лет при солевом pH 3,2-3,4 понижения начали осваиваться пионерными травами (вязель пёстрый, вейник наземный, тростник южный, чина клубненосная, анизанта ночная, фалопия вьюнковая и ещё 30 видов трав). Ёщё через 3 года в понижениях определено 68 видов трав с проектным покрытием до 70%. Интенсивное зарастание отвала связано с тем, что в техногенных ландшафтах, вплотную окружённых высокопродуктивными природными и культурными биогеоценозами, регенерация уничтоженных промышленностью биогеоценозов может происходить достаточно быстрыми темпами.

На опытно-производственном участке было высажено 10 видов древесно-кустарниковых растений. Оценку общего состояния деревьев и кустарников проводили по 4-х балльной шкале Котелова, Виноградовой (1974). В понижениях на эмбриозёмах лучше всего себя чувствует робиния лжеакация, которая в возрасте 15 лет была 6 м в высоту, со средней окружностью штамба в 67 см и диаметром проекции кроны 650 см. У ясеня зеленейшего, дуба черешчатого и абрикоса обыкновенного некоторые экземпляры достигали в высоту до 5 м, а окружность штамба составляла 33, 42 и 72 см, соответственно. По шкале декоративности эти деревья оценивались в 4 балла, что свидетельствует об их хорошем состоянии. Из кустарников лучше всего себя чувствовали тамарикс четырёхтычинковый и форзиция промежуточная. По шкале декоративности они оценивались на 4 балла, снежноягодник белый – 3 балла.

Пригодной для произрастания деревьев и кустарников можно считать молодую почву, если она имеет: запасы мелкозема 4300-5494 т/га, гумуса – 0,8-8,2 т/га, плотность сложения в пределах 1,16-1,22 г/см^3, pH солевой вытяжки от 3,7 и выше, содержание подвижного алюминия – до 8,1 мг/кг, обменную и гидролитическую кислотностью на уровне 4,47 и 8,36 смоль(+)/кг соответственно.

На опытно-производственном участке, рекультивированном рельефоформирующим способом, в заросших травами понижениях за счет дополнительного привнесения мелкозема и влаги с возвышений интенсивно развивались процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования. Улучшились физические, физико-химические и химические свойства мелкозема молодых почв понижений и повысилось их плодородие, что позволило успешно выращивать наиболее устойчивые к таким экотопам виды древесно-кустарниковых растений. Таким образом, основываясь на многолетних наблюдениях можно рекомендовать производству для рекультивации сульфидсодержащих отвалов робинию лжеакацию, ясень

зелёный, дуб черешчатый, абрикос обыкновенный, тамарикс четырёхтычинковый и форзицию промежуточную.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕ-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Рыспеков Т.Р., Балкожа М.А.
Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Республика Казахстан
rispekov_t@mail.ru

Наши знания о почвах и формирующих их факторах связаны с постоянным их использованием. На этой основе получаем количественные данные, показывающие изменения растительности, гумуса, водно-физических параметров. Затем, используя эти данные, проводится мониторинг объектов по аналогии или в сравнении между объектами. Современные индикаторы изменения территории – это деградация почв и растительных сообществ, химические соединения от применяемых удобрений и пестицидов.

Возникают актуальные вопросы – могут ли быть еще подходы, которые по-другому позволят оценить происходящие в агроэкосистемах ситуации? Сейчас появились новые возможности воспроизводства природных ресурсов. Это естественные (сукцессионные) процессы восстановления продуктивности агроэкосистем. Они возникли не путем искусственных мероприятий, поддерживающих их в наиболее продуктивном состоянии, а в связи с социальными изменениями.

Цель данной работы – описать современное сочетание различных пространственных территорий, связанное с изменениями их использования и позволяющее прогнозировать новые состояния агросистем для рационального использования каштановых почв Северного Казахстана.

Объектами исследования являются функционирование и динамика новых неиспользуемых или периодически используемых для сельскохозяйственного производства территорий. Современное состояние агроэкосистем подзоны средне-каштановых почв степной зоны Казахстана должно учитывать периоды: постепенного наращивания площадей и интенсивности их использования до 1991 г.; резкое сокращение использования почвенных ресурсов; с 2000 г. постепенное увеличение использования территорий, которые не использовались несколько лет.

На основании экспедиционных методов исследования 1984-1992 гг., 2002-2005 гг., 2015-2018 гг. проведено описание изменения состава растительности и территориального использования почв. Также были

использованы статистические и литературные данные об изменениях площади пашни и поголовья животных на изучаемой территории и в Республике за эти годы.

В результате сопоставления территорий используемых пашен, пастбищ и прилегающих к ним комплексов в 1984-1992 гг., затем оценки возникших временно естественных ландшафтов (2002-2005 гг.), назрела необходимость применения нового подхода в оценке их развития. Систематизация знаний об освоенных землях проводятся регулярно. На этом фоне на основе прекращения и уменьшения использования пашни и пастбищ возникли новые по состоянию функционирования почвы.

Следует учитывать, что во всех объектах имеется своя градация, связанная с растительностью, плодородием, мощностью горизонтов, солевым составам почв и так далее. Кроме этого часто встречаются солонцовые пятна. Между установленными категориями по функционированию комплексов появились территории с новыми функциями. Это неиспользуемые территории, которые отличаются друг от друга по растительности из-за рельефа, экспозиции, щебнистости и прочим отличиям местности.

Мы не предлагаем ввести какую-либо новую таксономическую ступень систематики ПТК, но нам необходимо, чтобы мы учли появившиеся изменения в функционировании ландшафта. Если же она не будет учтена, то появятся некоторые неточности и противоречия в оценке динамики функционирования геосистем локального уровня. Возникновение временно естественных полей является устойчивым образованием, которое саморазвивается за счет имеющихся ранее обработок, наличия сорных растений. На этом этапе сукцессии сорные растения саморегулируют как свое развитие, восстанавливают почвы, так и взаимодействуют с другими компонентами ландшафта. Такие территории на бывших пастбищах играют большую роль в ландшафте, потому что их площадь в несколько раз больше, чем пашни. Сочетание различных территорий позволяют решать естественным путем проблемы деградации пастбищ.

В то же время степная часть страны относительно однородна, чем другие используемые территории. Однотипность высеваемых культур и их возделывание упрощает систематизацию процессов внутри различных экосистем. Малая расчлененность территорий тоже не сильно усложняет описание протекающих вещественно-энергетических обменов между экосистемами различного уровня. Поэтому была оценена новая ситуация функционирования и динамики экосистем в подзоне средне-каштановых почв.

На этих территориях возникли новые процессы, имеющие суточный, месячный или годовой ритм, которые отличаются как от целинных, так и от используемых. Например, появление растительности в естественных условиях изменяет многие параметры необрабатываемых территорий. Такие

изменения как альбедо, ведет к изменению температуры почвы. С температурой почвы связаны условия роста растений, накопление и сохранение влаги в почве.

Растительность, в условиях степной зоны, позволяет накапливать осадки в послеуборочный период больше, чем на обрабатываемых полях. Периоды выпадения твердых осадков часто сопровождаются сильными ветрами. Растительность временно естественных территорий способствуют накоплению снега, так как имеют более высокий травостой в начальные периоды формирования. В эти же годы формируется поверхностный опад из более прочных и тяжелых стеблей растительности, чем солома зерновых культур. Состав травостоя в первые годы представлен корнеотпрысковыми растениями. Эти показатели могут влиять и на замерзание почвы, которые могут не промерзать из-за снежного покрова или промерзать на меньшую глубину, чем на возделываемых полях.

Если условия возделывания культурных растений связаны с наилучшими условиями посевного периода, то это вызывает необходимость провести посев в период «физической спелости» почвы. Этот период относительно средних многолетних установлен, но имеет короткий срок. К тому же часты отклонения от этих сроков. Так, весна 2018 г. была очень поздней, что вынудило провести посевы зерновых от середины июня до конца месяца.

Растительность на неиспользуемых полях произрастают благодаря своим биологическим функциям гораздо раньше. В дальнейшем это ведет к рациональному использованию света, влаги в почве. Весенняя растительная масса ведет к накоплению и сохранению влаги в почве, за счет изменения поверхностного стока. Потому что снег тает более равномерно. Неглубокое промерзание почвы ведет и к быстрому оттаиванию, в этом случае происходит и более раннее впитывание осадков осенне-весеннего периода в почву. Эти моменты являются главной альтернативой посевным полям в засушливые годы, то есть когда получают очень низкие и низкие урожаи зерновых в подзоне каштановых почв. В засушливые годы на используемых полях обработка почвы, посев семян и другие технологические процессы приводят к минерализации органического вещества, уплотнению или распылению почвы, затратам на посевной материал, горюче-смазочные материалы и другим затратам, которые не окупаются урожаем.

Поэтому на современном этапе следует выделять экосистемы, где сукцессионные процессы происходят в следующих различных видах, которые можно условно разделить на 3 группы. 1 группа (А) – агроценозы, 2 группа (Б) – сохранение плодородия почв. Это экосистемы включают кратковременно или периодически неиспользуемые пашни, пастбища и сенокосы (бессистемное чередование), 3 группа (В) – восстановление

плодородия почв. Это экосистемы длительно неиспользуемых территорий пашни, посевов многолетних трав, пастбищ и сенокосов.

Для примера возьмем территорию Аркалыкской сельскохозяйственной опытной станцией (АСХОС). Общая земельная площадь хозяйства – 64110 га, в том числе сельхозугодий 63185 га, из них пашня 24791, пастбища – 38231 га, другие прочие земли. На 2018 г. используемые пашни занимают площадь – 13252 га, неиспользуемые – 11539 га. Структурно-динамический и пространственно-временной анализы экосистем являются одним из основных способов определения процессов взаимосвязей между пашней, пастбищами, неиспользуемыми землями и другими участками. Между ними возникает представление о вертикальной, горизонтальной и временной миграции вещества и энергии, как об инварианте, который является устойчивым и относительно неизменным состоянием. Пашня в 2018 г. способствовала созданию урожаев ниже 8 ц/га. Также вероятны почвенно-климатические условия для создания урожая более 12 ц/га.

Учет фитомассы растений метровками на неиспользуемых полях показал колебания от 10,5 до 33,5 ц/га. Масса поверхностного растительного опада увеличивалась с каждым годом неиспользования от 0 в первые годы, до 17 ц/га на 3-4 годы. Важное место в этом процессе играет состав и расположение надземного растительного опада, который хорошо выделяется после 6 лет неиспользования полей. Со временем масса и распределение подземного опада будут меняться.

Для условий каштановых почв Северного Казахстана растительность на ВЕЛ является хорошей природной кулисой или площадью для задержания и накопления снега. Влага является ключевым ресурсом для всей территории. На возделываемых участках сохранение влаги особенно существенно на средне-каштановых почвах. Эти все показатели тесно связаны между собой, что создает цепочку: растительность, накопление органической массы, накопление и сохранение влаги, увеличение биомассы, восстановление плодородия почвы.

Таким образом, на современном этапе в подзоне средне-каштановых почв имеются экосистемы используемые в сельском хозяйстве, периодически используемые и не используемые. Эти территории являются территориями деградации, сохранение плодородия, восстановление плодородия почв. Каждая экосистема взаимосвязана с другой, они по разному действуют в районах контакта с водосборными территориями почв, озер и рек.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВОГРУНТОВ УФИМСКОГО ЛИМОНАРИЯ

Садыкова Ф.В., Билалова Э.Г.
Уфимский лесотехнический техникум» Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан, Уфа
lemonarium@mail.ru

В условиях Южного Урала в учебно-опытном хозяйстве Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Уфимский лесотехнический техникум» Республики Башкортостан около 30 лет ведутся работы по изучению и выращиванию тропических и субтропических плодовых культур таких как**:** папайя (*Carica papaya* L.), инжир (*Ficus carica* L.), мушмула японская (*Eriobotriya japonica* (Thunb.) Lindl.) гранат (*Punica granatum* L.), псидиум прибрежный (*Psidium littorale* Raddi), кофе аравийский (*Coffea arabica* L.), фейхоа (*Feijoa sellowiana* (O.Berg)Burret), лавр благородный (*Laurus nobilis* L.), личи (*Litchi chinensis* Sonn), рамбутан (*Nephelium lappaceum* L.), маслина европейская (*Olea europeae* L.) монстера деликатесная (*Monstera deliciosa* Lieb.), растения рода *Citrus* и др. Основной культурой являются лимоны (*Citrus limon* (L.)Osbeck) различных сортов.

Лимонарий был заложен на агрокоричневых текстурно-метаморфических тяжелосуглинистых гранулометрического состава почвах постлитогенного почвообразования. Подобранная площадь под лимонарий оказалась максимально приближенной к условиям естественного места произрастания цитрусовых растений по гранулометрическому составу и химическим характеристикам почвообразующих пород (реакция среды – pH, наличие солей Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe_2O_3 и Al_2O_3).

Для успешного плодоношения плодовых культур в тепличных условиях первостепенное значение имеет наличие элементов минерального питания в почвогрунте. Ежегодное проведение агрохимических обследований позволяет устанавливать нормы, дозы внесения органических и минеральных удобрений с учетом наличия их в почве. С изменением результатов плодородия почвы, нормы внесения удобрений корректируются. В зависимости от культуры и года выращивания вносятся органические и минеральные макро- и микроудобрения. Из органических удобрений – перепревший конский навоз с опилками, птичий помет (куриный). Минеральные удобрения применяются без хлора, без нерастворимых примесей ($CaSO_4$). Из азотных удобрений применяются аммиачная селитра, мочевина, а также комплексные удобрения с содержанием азота; из фосфорных - двойной суперфосфат, аммофос, диаммофос; из калийных – сульфат калия. В очень малых дозах в концентрациях примерно 0,01-0,05%

вносятся микроудобрения – борная кислота, марганцовокислые соли, медный купорос, сернокислый цинк, железный купорос (Садыкова, 2016).

Актуальность. Мониторинг агрохимических, физико-химических, биохимических показателей почвогрунтов при выращивании тропических и субтропических плодовых растений в теплице круглогодичного действия позволяет получать высокие урожаи и ведет к наиболее рациональному использованию почвогрунтов теплиц. В этом аспекте данные вопросы разрабатывались рядом отечественных и зарубежных ученых (Аристархов и др., 1987, Васильев, Филиппова, 1988, Гамзиков, 2000, Середа, 2014, Чурагулова, 2014, Юрина, 1979, Ягодин, 1987). Выращивание растений в теплицах сопряжено с интенсивным воздействием на почвогрунты. Поддержание высокого плодородия и хорошего фитосанитарного состояния осложняется тем, что выращиваемые плодовые культуры в теплицах являются многолетними растениями. Полная замена почвосмесей при этом не представляется возможным. Принятые технологии выращивания цветов, овощей в теплицах не подходят по многим параметрам для выращивания цитрусовых культур. Проблема изучения состояния почвогрунтов при выращивании цитрусовых и других тропических и субтропических культур в условиях закрытого грунта является весьма актуальной.

Цель работы. Изучение агрохимических характеристик антропогенно-преобразованного или гомогенного (ранее пахотного) слоя (0-35 см) почвогрунтов закрытого грунта при выращивании тропических и субтропических культур.

Объектом исследований являются почвогрунты теплицы круглогодичного действия учебно-опытного хозяйства ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум» (Уфимский лимонарий), состоящая из 22 блоков – секций, площадью 1 га.

Контроль за плодородием ведётся в Республиканской лесной почвенно-химической лабораторией Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан, которая руководствуется методическими указаниями, ГОСТами, принятыми в агрохимии и почвоведении. Агрохимическое обследование закрытого грунта проводилось в соответствии с «Краткой методикой почвенного и агрохимического обследования лесных питомников». В процессе обследования отобраны смешанные образцы с пахотного слоя (0-35 см) с каждой секции. В отобранных образцах определены содержание гумуса, минеральных форм азота (аммонийного и нитратного), подвижных форм фосфора, pH кислотности, обменного калия и др.

Закладка плантации проводилась в подготовленную почвенную смесь, составленную из почвенно-гумусового, зернистого слоя, крупнозернистого песка, перепревшего смешанного навоза (Садыкова и др., 2015). Выращиваемые в закрытом грунте культуры для формирования урожая

требуют в 3-4 раза больше питательных элементов, чем в полевых условиях, как органические, так и минеральные удобрения необходимо вносить в соответствии с потребностью в питательных веществах по периодам роста растений и данными агрохимических анализов почвогрунтов.

В лимонарии ведется мониторинг агрохимических, физико-химических, биохимических показателей пахотного (0-35см) слоя почвогрунтов. Ниже приведены данные последних обследований.

Реакция почвенной среды антропогенно-преобразованного слоя в солевой вытяжке за 2018 г определяется как нейтральная ($pH_{сол}$ 6,49-7,06). Сравнение с данными 2016 г показало, что реакция среды почти не изменилась.

Содержание гумуса по данным последнего периода обследования почвогрунтов варьирует в пределах 9,4-11,3% и выше по сравнению с показателями в 2016 г. Обеспеченность гумусом оптимальная для произрастания и формирования урожая, в первую очередь цитрусовых культур. Для всех образцов за 2018 г. характерно содержание значительного количества аммонийного и нитратного азота. Это объясняется регулярным применение органических удобрений и созданием гидротермического режима для разложения органического вещества субстрата.

Содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) варьирует в значительных пределах от 184 до 516 мг на кг почвы. Степень обеспеченности различная. Обменные формы калия (K_2O) варьируют так же в значительных пределах, что диктует необходимость дифференцированного подхода к внесению удобрений по секциям и по культурам.

Согласно нормам (Середа, 2014), степень обеспеченности тепличных грунтов подвижными формами фосфора и обменными формами калия по секциям в последние годы, в сравнении с 2016 г., стало значительно выше.

Таким образом, полученные данные агрохимических показателей почвогрунтов позволяют регулировать условия минерального питания тропических и субтропических плодовых культур, как при выращивании посадочного материала, так для формирования урожая. По результатам регулярных анализов, рассчитываются дозы удобрений, которые вносятся различными приемами: в виде основного внесения или подкормок.

Агрохимические показатели почвогрунтов позволяют вести контроль за плодородием и разработать нормы внесения основных удобрений для каждой конкретной культуры по секциям.

УГЛЕРОД ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АГРОЦЕНОЗОВ ТУВЫ

Самбуу А.Д.
Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл
sambuu@mail.ru

Тува относится к старым сельскохозяйственным районам, поскольку еще в глубокой древности (с III века до н.э.) ее территорию населяли скотоводческие племена, концентрирующиеся преимущественно в межгорных степных котловинах, наиболее благоприятных для развития, как скотоводства, так и земледелия. На протяжении тысячелетий хозяйственное воздействие на растительный покров постепенно возрастало по двум основным направлениям: уничтожение коренной растительности путем изменения травостоя под воздействием выпаса и распашки. Интенсивность использования растительности в настоящее время несколько раз выше, чем в начальный период освоения территории, поэтому их исследования для Тувы актуальны.

Целью исследования было определение запасов углерода растительного вещества ($C_{РВ}$) и почвенно-органического вещества ($C_{ПОВ}$) в агроценозах Тувы в связи с изменением использования земель.

Объектами исследования являются агроценозы Тувы. Основой территориальной организации материала были геоботанические карты, на которых показаны контуры естественной растительности и обобщенные массивы антропогенных трансформатов.

Методы определения и расчета углерода в травяных экосистемах разработаны А.А. Титляновой и др. Фонд углерода органических веществ делится на два больших пула: углерод растительных органических веществ ($C_{РОВ}$) и углерод почвенных органических веществ ($C_{ПОВ}$), которых обычно обозначают $C_{ОРГ}$ почвы. Пул $C_{РОВ}$ включает в себя живую фитомассу (надземную и подземную) и растительные остатки – мортмассу (надземную и подземную).

Запасы $C_{РОВ}$ и $C_{ПОВ}$ включали зерновые и кормовые агроценозы. На основе научных публикаций собран материал о составе органического вещества почв, его трансформации, о характеристике основных потоков в цикле углерода и мониторинге продуктивности и гумусовых веществ в различных наземных экосистемах Тувы.

Агроценозы сформированы, в основном, однолетними растениями: зерновыми, овощами, картофелем, травами. Агрокультуры обычно достигают максимальных запасов фитомассы перед моментом зрелости. Фитомасса оценивается до уборки урожая. Основной запас мортмассы формируется в момент уборки урожая. После уборки урожая все вещество, оставшееся в

поле – солома, пожнивные остатки, корни убранной культуры и старая мортмасса, по определению считается мертвым. Старая мортмасса – это частично разложившиеся растительные остатки, накопившиеся за несколько лет и включающие мортмассу предшествующих культур.

Травяные экосистемы в Туве занимают 29% от всей площади республики. Естественная растительность широко используется для выпаса скота, осуществляемого по степям, лесам, лугам, тундрам, частично используются болота, залежи, растительность солончаков и каменистых местообитаний. По состоянию на 01.01.2018 г. сельскохозяйственные угодья Тувы составили 3896,8 тыс. га или 23,1% земельного фонда республики. Сельскохозяйственные угодья включают в себя пашню (5,4%), залежь (3,6%,), сенокосы (5%) и пастбища (86%).

Общая площадь пахотных земель в Туве на 01.01. 2018 г. составляет 205,52 тыс. га. С 1980 г. по 2018 г. доля используемых под агроценозы земель уменьшается от 12,8 до 5,4%. В настоящее время зерновыми занято 33%, кормовыми – 7%, картофелем – 53,3%, овощами – 14% и парами 7% распаханной территории. Среди зерновых преобладает яровая пшеница. Мы использовали литературные данные, которые отражают урожаи и запасы растительного вещества (РВ), получаемые на полях с высокой агротехникой, и статистические данные урожая и средних запасов РВ.

Все агроценозы характеризуются двумя величинами запасов растительного вещества: до уборки и после уборки урожая. Запасы $C_{РВ}$ зерновых агроценозов в значительной степени зависят от того, остается ли солома на поле или вывозится. Если до уборки урожая пшеницы в степной зоне при удобрении запас углерода составляет 495 г/м^2, то после отчуждения основной и побочной продукции он снижается до 334 г/м^2. Основная его часть – около 60–70%, сосредоточена в растительных остатках прошлых лет (в мортмассе). При урожаях пшеницы 9–22 ц/га количество растительного органического вещества (РОВ) до уборки урожая составляет 270–500 г/м^2, ячменя (при урожае 8–30 ц/га) – 240–600 г/м^2, овса (при урожае 13–25 ц/га) – 260–550 г/м^2. Запасы $C_{РОВ}$ в агроценозах пшеницы и овса при похожей урожайности близки, максимальны запасы $C_{РВ}$ в полях ячменя при удобрении. Вынос зерна приводит к снижению $C_{РОВ}$. При выносе основной продукции в агроценозах ячменя и овса остается 210–470 г/м^2 $C_{РВ}$; величина $C_{РВ}$ ниже в пшеничных агроценозах – при удобрении она не превышает 400 г/м^2. При отчуждении зерна и соломы количество $C_{РВ}$ максимально на полях пшеницы – 220–310 г/м^2. Удобрения повышают урожай пшеницы в среднем по Туве на 25–30%. Запас углерода в пожнивных и корневых остатках под влиянием удобрений увеличивается на 5–8%. Среднестатистические урожаи зерновых культур по всей территории республики составляют 7–8 ц/га, поступление растительных остатков в почву низкие – до 180 г С/м^2, а при вывозе соломы с полей до 75 г С/м^2 в год. Таким

образом, запас растительного вещества в зерновых агроценозах с учетом мортмассы прошлых лет после уборки основного урожая составляет в среднем 750 г С/м^2, а ежегодное поступление $C_{РВ}$ в почву лежит в пределах 110–180 г/м^2 в год. Если же с поля вывозится не только зерно, но и солома, то поступление $C_{РВ}$ в почву снижается до 50–70 г/м^2 в год. Замещение травяных экосистем агроценозами приводит к падению фонда $C_{РВ}$ в два раза.

Запас гумуса в пахотном слое почвы 0–20 см составляет 20–35 т/га, концентрация $C_{ПОВ}$ в слое почвы 0–20 см на каштановых супесях – 142 мг/100 г.

Почвы Тувы, по сравнению с почвами других регионов имеют пониженные запасы гумуса, малую мощность гумусового горизонта, где основная часть запасов гумуса концентрируется в каштановых почвах (64% запасов в почвах пашни). Основной пул углерода в агроценозах сосредоточен в почве. По сравнению с Хакасией и Красноярским Краем в степной зоне Тувы низкая урожайность полевых культур обуславливает невысокие запасы углерода в продукции.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 19-29-05208.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ЭРОЗИОННО-ДЕНУДАЦИОННОЙ КАТЕНЫ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

Самофалова И.А., Белькова К.В.
Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь
samofalovairaida@mail.ru

В настоящее время разработаны основы конструирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основании лимитирующих факторов. В Предуралье основными лимитирующими факторами являются рельеф и тяжелый гранулометрический состав. На сложных эродированных склонах в Предуралье эффективную защиту почв от эрозии может обеспечить почвозащитное адаптивно-ландшафтное земледелие.

ГС почв является основным структурным уровнем организации твердого вещества почвы и отражает генезис и трансформацию почвообразующих пород в процессе почвообразования, а также определяет структурные и функциональные свойства почв. Весь диапазон частиц ГС почв с учетом физического смысла, разделяют на песчаные и глинистые компоненты. В связи с этим, описание ГС почв единой функцией нецелесообразно. Оценку ГС почв можно проводить, используя вероятностные характеристики распределения песчаных и глинистых компонентов, как самостоятельных субстратов, которые связаны между собой через величину $Ф_5$. Глинистые компоненты являются наиболее динамичной частью твердого вещества почв.

Цель исследований: оценить гранулометрический состав почв катены с помощью вероятностных характеристик.

Исследования проведены в СПК «Хлебороб» Оханского района Пермского края. Район находится на юго-западе Пермского края. В геологическом отношении Оханский район сложен напластованиями казанского и уфимского ярусов верхней Перми, состоящими из красно-бурых мергелистых глин, переслаивающихся серыми и зеленовато-серыми песчаниками. Коренные породы покрыты толщей четвертичных отложений, состоящих из покровных глин и суглинков, элювиально-делювиальных отложений, двухъярусных пород. Общий характер рельефа платообразный, с наклоном, слабоволнистый, нередко с увалами, создающими волнисто-увалистый характер рельефа. Территория входит в зону южной тайги. Согласно почвенному районированию Пермского края это зона дерново-подзолистых почв (Оханско-Пермский почвенный район). Преобладающими почвами являются дерново-средне- и слабоподзолистые глинистые и суглинистые.

После рекогносцировочного обследования на территории хозяйства был выбран склон южной экспозиции близ с. Пономари. Угодье – пашня, культура – клевер 1 года пользования в фазе цветения. На разных участках катены были заложены 5 разрезов и отобраны почвенные образцы. Анализ почвенных образцов был проведен на кафедре почвоведения. Гранулометрический анализ в почвенных образцах выполнен по Качинскому пипет-методом в лаборатории кафедры почвоведения Пермского ГАТУ. Расчет гранулометрических показателей проводили по П.Н. Березину (1983) для количественного описания ГС: характеристики глинистых компонентов $Ф_5$ (содержание частиц размером менее 5 мкм, %), k (дисперсность глинистых компонентов); и песчаных – α (зернистость или средний диаметр песчаных частиц, мкм), n (отсортированность песчаных частиц).

Для исследуемой катены построен почвенно-геоморфологический профиль. Склон имеет сложную форму, крутизна варьирует в пределах от 2 до 5°, длина склона средняя и составляет 415 м. Катена характеризуется сменой элементарных геохимических ландшафтов: элювиальный (Э), трансэлювиальный (ТЭ), транзитный (Т), трансэлювиально-аккумулятивный (ТЭА), аккумулятивный (А). На катене выделяются участки и с выносом и с накоплением вещества. В связи с этим катена определена, как эрозионно-аккумулятивная.

В пределах катены обнаружены дерново-мелкоподзолистые почвы на Э ландшафте (высота над у.м. 230 м); светло-серая лесная слабосмытая на ТЭА ландшафте (высота над у.м. 225 м, крутизна 2-3°); дерново-слабоподзолистая среднесмытая на Т ландшафте (высота над у.м. 220 м, крутизна 3-5°); дерново-слабоподзолистая почва на ТА ландшафте (высота над у.м. 215 м) и

дерново-глубокоподзолистая намытая на А ландшафте (высота над у.м. 211 м).

Исследуемые почвы являются неоднородными по ГС: в почвах, расположенных на водоразделе и на вогнутой части склона ГС изменяется от среднесуглинистого в пахотном горизонте до среднеглинистого в породе; а в выпуклой части катены – от тяжелосуглинистого до легкоглинистого в породе; на выположенной части склона ГС в верхнем и нижнем горизонте глинистый; на шлейфе склона ГС сменяется с легкоглинистого на среднеглинистый.

Показатель $Ф_5$ показывает, что на участках катены, где выражены эрозионные процессы (ТЭ, Т, ТЭА) происходит утяжеление ГС в профиле почв. Перемещение глинистых компонентов по катене возможно поверхностными водотоками и внутрипочвенное, что проявляется в утяжелении ГС почв с разной глубины. Так, на вогнутой части склона (ТЭ, 230м) граница перехода среднесуглинистого состава на тяжелосуглинистый происходит на глубине 88 м (горизонт B_2C); в выпуклой части склона (Т, 225 м) – на глубине 35 см (горизонт B_1); на выположенной части склона (ТЭА, 211 м) эта граница еще ближе к поверхности – 27 см. В почве Э ландшафта, на водоразделе, такой механический барьер устанавливается на глубине 43 см.

Самостоятельной характеристикой глинистых компонентов является показатель дисперсности k, отражающий характер глинистых компонентов и процессов, связанных с трансформацией, переносом и локализацией тонкодисперсных материалов в профиле почвы. Распределение показателя дисперсности по профилю показывает, что почвы дифференцированы по показателю. Наиболее грубые глинистые компоненты содержатся в нижней части профиля почв. Тонкодисперсное твердое вещество присутствует в основном в пахотном слое и переходном элювиально-аллювиальном горизонте (A_1A_2), то есть в пределах 0-38 см, с максимальным содержанием в почвах, где процессы эрозии либо не проявляются, либо минимальны. В почве аккумулятивного ландшафта глинистые компоненты отличаются меньшей дисперсностью и большей грубостью. Таким образом, почва на вогнутой части склона отличается большей неустойчивостью к проявлению эрозии.

Зернистость песчаных компонентов (α) варьирует в почвах от грубозернистой, в верхней части катены (Э, ТЭ), до незернистой в почвах Т, ТЭА, А ландшафтов. Отсортированность песчаных компонентов (n) практически отсутствует, что подтверждает неупорядоченность дисперсности ГС. Следует заметить, что только в пахотных слоях почв (а на транзитном ландшафте и в подпахотном слое до 34 см) выделяется сильная отсортированность песчаных компонентов. Это проявляется в почвах, испытывающих влияние эрозионных процессов.

На эрозионно-аккумулятивной катене можно выделить три агроэкологически однотипных рабочих участка, с учетом факторов, ограничивающих возделывание культур: эрозия, переувлажнение. Исследуемую территорию необходимо включить в почвозащитный севооборот и проводить агроприемы по выравниванию плодородия и защите почв от эрозии.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ВИНОГРАДЕ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

Странишевская Е.П., Шадура Н.И.
Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Ялта
stranishevskayaelena@gmail.com

Влияние биотических и абиотических факторов, в частности изменение технологии выращивания культуры и погодные стрессы, приводят к изменению видового состава (смене доминирующих видов) вредных организмов на виноградных насаждениях, биологии патогенов, уровня вредоносности. Эффективность традиционных защитных мероприятий при этом может значительно снижаться, так как на многолетних насаждениях происходит не только накопление инфекционного начала, но и наблюдается изменение популяционной чувствительности к применяемым пестицидам, возникновение резистентности.

В 2012–2014 годах на фоне защитных мероприятий, применяемых в хозяйствах Республики Крым, доминирующими вредными организмами были возбудители оидиума, милдью, серой гнили. На фоне применяемых в хозяйствах систем защитных мероприятий потери урожая от их развития в среднем составляют 17%. Без применения пестицидов или при нарушении технологии защитных мероприятий прямые потери урожая могут быть очень большими и достигать 50-60% [Странишевская и др., 2015]. Так, например, на Южном Берегу Крыма эпифитотии оидиума отмечаются 7–8 раз в 10 лет. В такие годы без проведения защитных мероприятий прямые потери урожая могут достигать 80-100%. К данному заболеванию восприимчивы более 90% районированных европейских сортов.

В последние 5-6 лет на фоне повышающихся среднесуточных температур воздуха и снижения относительной влажности воздуха увеличивается вредоносность краснухи (возбудитель *Pseudopeziza tracheiphyla*) и альтернарии (возбудитель *Alternaria alternata*). Для последнего возбудителя наблюдается изменение формы существования. Кроме сапрофитного типа, распространенного ранее, увеличилась доля

факультативно-сапротрофной формы, гемибиотрофной и биотрофной (повреждаются листья без механических повреждений, соцветия, гребни).

Встречаемость ризопуса (возбудитель *Rhizopus nigricans*), кладоспориума (возбудитель *Cladosporium herbaru*), черной (возбудители *Guignardia baccae, Guignardia bidwellii* и др.) и аспергиллезной (возбудители *Aspergillius niger* v., *Aspergillus flavus* Link.) гнилей на генеративных органах винограда в период от смыкания ягод в грозди до технической зрелость (период уборки урожая) составляет от 75 до 100% всех обследуемых образцов, отбираемых на виноградниках во всех виноградарских зонах Крыма.

Вредоносность черной плесневидной гнили (возбудитель *Rhizopus nigricans*) и *Penicillium spp.* возрастает к началу созревания винограда. *Trichotecium roseum* обычно развивается как сапрофитный организм, наиболее вредоносен в первой половине вегетации, до и после цветения винограда. В период уборки урожая, на ослабленных растениях, поврежденных насекомыми, оидиумом, милдью, может переходить к паразитическому образу жизни.

Из вредителей на исследуемых виноградниках Южного берега Крыма и Юго-восточного Крыма на протяжении более 30 лет доминантным видом, имеющим экономическое значение, остается садовый паутинный клещ *Schizotetranychus pruni Oud.* (Tetranychidae).

В период с 2006 по 2014 гг. наблюдалось неоднократное увеличение численности новых или ранее малочисленных фитофагов (виноградного клеща-плоскотелки, туркестанского и листового клещей), в ряде случаев связанное с существенным изменением метеоусловий, по сравнению со среднемноголетними показателями [Волкова, Матвейкина, 2016].

В структуре виноградных насаждений Республики Крым 65% занимают посадки старше 11 лет. Из них на долю виноградников старше 20 лет приходится более 70%. На таких виноградниках увеличивается частота встречаемости и повышается уровень вредоносности болезней многолетней древесины, в том числе бактериальной и вирусной этиологии.

Так, например, основные возбудители болезни скручивания листьев – вирусы скручивания листьев винограда-1 и -3 (grapevine leafroll-associated viruses-1 – GLRaV-1 и grapevine leafroll-associated viruses-3 – GLRaV-3) рода Ampelovirus. GLRaV-1 были обнаружены в хозяйствах Судакского, Алуштинского и Ялтинского районов, при этом максимальное распространение было отмечено в хозяйствах Ялтинского района (9,6% от общего количества отобранных образцов).

В хозяйствах Севастопольского, Симферопольского и Бахчисарайского районов GLRaV-1 не выявлен. GLRaV-3 был обнаружен в хозяйствах Судакского, Алуштинского, Ялтинского и Симферопольского районов, наибольшее распространение вируса отмечено в хозяйствах Ялтинского

района (9,6%). В обследованных хозяйствах Севастопольского и Бахчисарайского районов GLRaV-3 не обнаружен [Е.В. Поротикова и др., 2016].

На виноградниках старше 15 летнего возраста во всех зонах виноградарства Крыма встречается бактериальный рак (биовары *Agrobacterium vitis*. *Agrobacterium tumefaciens*).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ФАУНЫ ФИТОФАГОВ В ПАРКАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Трикоз Н.Н.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», Ялта,
nata.trikoz.54@mail.ru

Парковый ценоз представляет собой либо часть естественного фитоценоза с нормальным естественным возобновлением аборигенных растений, либо искусственную фитоассоциацию из растений − интродуцентов и аборигенов с определенными способами агротехнического ухода. Как правило, ее формирование зависит от замысла архитектора − проектировщика и включает многообразие разных по породному и возрастному составу растений и населяющих их организмов. Особенно это характерно для парков, являющихся памятниками садово-парковой архитектуры. Они нуждаются в поддержании специальной формировки кроны и четкости линий бордюров из живых растений, содержании газонных почвопокровных растений, сложного декоративно-цветочного оформления в специальных экологических условиях (полив, рыхление, обрезка, замена летников, ремонт, уничтожение сорной растительности и др.). На сегодняшний день флора парков Крыма представлена вечнозелеными кустарниками, хвойными и листопадными растениями. В наиболее крупных парках ЮБК произрастают от 100 до 250 видов и форм деревьев и кустарников. Доминирующими среди древесных пород являются сосны, кипарисы, можжевельники, кедры, дубы, платаны, клены, магнолии, среди кустарников – бересклет японский, калина, лавр, кизильники, розы, жимолости, буксусы, барбарисы. Большой интерес представляют экзоты, количество которых в связи с проведением интродукционных работ, постоянно увеличивается.

На долговечность и декоративность растений влияют экологические, антропогенные факторы, а также их повреждаемость вредителями и болезнями.

Цель исследований – анализ видового состава энтомоакарокомплекса фитофагов в парковых агроэкосистемах Южного берега Крыма.

Объект исследований − энтомоакарокомплекс фитофагов парковых ценозов Южного берега Крыма.

Методы исследований – маршрутные обследования, визуальный контроль, определение видовой принадлежности с помощью бинокуляра, феромонные ловушки.

Как показали результаты многолетнего анализа энтомоакарокомплекса в парках, фауна членистоногих постоянно изменяется как по видовому составу, так и по численности под влиянием химических обработок, погодно − климатических факторов, возраста растений. Участились вспышки размножения таких видов как калиновая подушечница (вибурновый червец) *Filippia viburni* Sign, которая поселяясь колониями на листьях и ветках калины вечнозеленой приводит к их усыханию. Расширяет свой ареал пенница ивовая *Philanus spumarius* L. которая 5 лет назад отсутствовала в парках Южнобережья, а на сегодняшний день встречается ежегодно большими очагами. Увеличилась численность фисташковой краевой галловой тли *Forda hirsute* Mordv., образующей на краях листьев ложные галлы разного цвета и вызывающей вследствие этого, их деформацию. Поврежденные листья преждевременно опадают, а растения теряют свой декоративный вид. В последние годы наблюдаются массовые вспышки размножения продолговатой подушечницы *Chloropulvinaria floccifera* Westw., список кормовых растений которой составляет более 100 видов. В парках Южного берега Крыма предпочтение она отдает падубам, питтоспорумам разнолистному и тобира, лавровишне лекарственной, лавру благородному. Существенный вред растениям наносит обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch., массовое размножение которого наблюдается в летний период при низкой (ниже 60%) влажности воздуха и среднесуточных температурах 25−30°С. На заселенных растениях наблюдается обесцвеченность листьев и их преждевременное опадение. Так как вид поливольтинный, то при отсутствии защитных мероприятий размножение вредителя в течение всего сезона. Круг кормовых растений составляет более 150 видов из разных систематических групп.

Серьезную угрозу для парков представляют инвазивные виды. Массовый неконтролируемый завоз растений зарубежной селекции, проведение интродукционных работ привел к появлению видов, которые ранее отсутствовали на территории Крыма. Все они очень агрессивны, осваивая новые территории, постепенно вытесняют местные виды вредителей, занимая их экологические ниши. Среди них есть как монофаги, растением − хозяином которых является монокультура. В связи с появлением самшитовой огневки *Cydalima perspectalis* Walker, практически не встречаются местные виды, такие как самшитовая галлица *Nonarthropalpus buxi* Lab., самшитовая листоблошка *Psylla buxi* L., самшитовый войлочник *Eriococcus buxi* Fonsc. На платанах, в связи с появлением платанового клопа коритухи *Corythucha*

ciliata Say. исчезли такие виды, как платановая цикадка *Edvardsiana platani* A., платановая моль − пестрянка *Lithocoletis platani* Sigr. Существенный вред эфиромасличным растениям приносит розмариновый листоед *Chrysolina americana* L, единичный очаг которого был выявлен в районе Алупки в 2012 году. На сегодняшний день фитофаг распространился по всем паркам ЮБК где произрастает розмарин, что привело к уничтожению этой культуры. При массовом размножении жук полностью съедает зеленую массу и растения постепенно усыхают. Ежегодно от инвазивного вида каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Deschka страдают каштаны. В результате размножения фитофага после цветения на листьях появляются сначала отдельные мины, в которых развиваются гусеницы, в течение двух недель количество мин увеличивается, листья деформируются, усыхают и в конце сезона крона приобретает коричневую окраску.

Большую опасность для биоразнообразия представляют виды − полифаги, круг кормовых растений которых составляет более 100 видов. Это австралийский желобчатый червец *Icerya puchasi* Mask, японская восковая ложнощитовка *Caroplastes japonicus* Green, западный цветочный трипс *Frankliniella accidentalis* Pergande и др. Они довольно быстро обосновались на новых территориях и продолжают завоевывать все новые ареалы. К сожалению, плотность инвазионного потока будет и впредь возрастать, что приведет к появлению у нас новых чужеземных растительноядных насекомых. Примером этого является выявление в районе Симеиза в 2015 году личинок и имаго красного пальмового долгоносика *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv на пальмах, завезенных из Италии, а в июне 2018 года в новой партии китайских веерных пальм уже на территории Алупкинского парка были выявлены повреждения и личинки пальмового мотылька *Paesandisia archon* Burrmeister. Оба вредителя довольно агрессивны, и на сегодняшний день представляют серьезную угрозу для пальм, которые являются украшением крымских парков.

Таким образом на основе результатов инвентаризации установлено, что в парковых агроценозах постоянно происходят изменения таксономической структуры, в частности, появление одних видов, исчезновение других под воздействием погодно − климатических факторов, изменения ассортимента пестицидов, экологической пластичности адвентивных видов, в результате проведения интродукционных работ, развития туризма, торговых связей. Для предупреждения массового распространения как местных, так и адвентивных видов необходимо проводить тщательный мониторинг за фитосанитарным состоянием фауны членистоногих, что позволит принять своевременные меры по ограничению их дальнейшего распространения.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Трофимов И.А. [1]***, Трофимова Л.С.*** [1]***, Яковлева Е.П.*** [1]***, Емельянов А.В.*** [2]***, Скрипникова Е.В.*** [2]

[1] Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Лобня

[2] Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. Институт математики, естествознания и информационных технологий, Тамбов

viktrofi@mail.ru

Основными требованиями современности к государству, обществу и науке в сельском хозяйстве сегодня являются: 1) "переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству"; 2) "учет взаимодействия человека и природы"; 3) "развитие природоподобных технологий", "управление экосистемами".

Наиболее существенные проблемы в настоящее время испытывает степное природопользование. Типичным степным регионом России является Центральное Черноземье, которое охватывает Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области. Существенную роль в регионе играет усиление эрозионных процессов в результате интенсификации сельскохозяйственного производства с ориентацией на пропашные монокультуры и чистые пары, оголяющие почву, ослабляющие почвозащитные и противоэрозионные свойства агроэкосистем.

Обеспечить стабильность сельскохозяйственного производства, защитить его от засух, разрушения эрозией и дефляцией, повысить плодородие почв в полной мере может только рациональное природопользование. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в сельском хозяйстве – необходимые условия для обеспечения продуктивного долголетия степных экосистем и агроландшафтов. Создание экологически устойчивой структуры из протективных и продуктивных экосистем, обеспечение нормального функционирования агроландшафтов являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем смягчения засух, уменьшения эрозии почв, оптимизации продуктивности сельскохозяйственных угодий и улучшения окружающей среды.

Полевые культуры весьма существенно различаются по их влиянию на процессы минерализации гумуса и почвообразования. Наибольшие среднегодовые потери гумуса наблюдаются под чистым паром и пропашными (1,5–2,5 т/га), средние — под зерновыми и однолетними

травами (0,4–1 т/га). Под основными почвообразователями – многолетними травами, запасы гумуса увеличиваются на 0,3–0,6 т/га.

Важнейшая почвообразующая роль многолетних трав связана с особенностью их корневой системы. У многолетних трав в степи масса корней превышает надземную массу, часть которой отчуждается с урожаем, на порядок и более. Отношение массы корней к надземной массе у многолетних трав в 30–50 раз больше, чем у однолетних растений. Корневая система многолетних растений образует прочную дернину, защищающую поверхность почвы от воздействия эрозии, засух. Она пронизывает и связывает разные горизонты почвы. Почва, насыщенная корневой системой многолетних растений является уникальной средой обитания, источником питания и жизнедеятельности огромного разнообразия животных и микроорганизмов, общая масса которых составляет до 3–7 т/га.

Многолетние травы необходимы для восстановления почвенной структуры, которая неизбежно разрушается при возделывании только одних однолетних культур при высоких нагрузках на агроэкосистемы техники и химических средств.

Одностороннее увлечение экономически привлекательными культурами (зерновые, подсолнечник) привело к нарушению севооборотов, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, развитию негативных процессов деградации сельскохозяйственных земель. Система севооборотов должна обеспечивать бездефицитный баланс гумуса, препятствовать ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению на полях. Для этого необходимо оптимальное соотношение однолетних культур и многолетних трав. Избыточное превалирование отдельных культур ведет к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и почвоутомлению. Севообороты − важнейшее средство борьбы с сорняками, возбудителями болезней и вредителями, потери мирового урожая от которых, по данным ФАО, достигают 25%. При этом многолетние травы на пашне − важнейшее средство восстановления и поддержания плодородия почвы.

Лучшие почвы Мира – черноземы, образовались под многолетней степной растительностью. Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для увеличения биоразнообразия, функционирования агроландшафтов, почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов.

Создание экологически устойчивой структуры из продуктивных и протективных экосистем, обеспечение нормального функционирования агроэкосистем и агроландшафтов являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем смягчения засух, уменьшения эрозии почв, оптимизации продуктивности

сельскохозяйственных угодий и улучшения окружающей среды Центрального Черноземья России. Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для увеличения биоразнообразия, функционирования агроландшафтов, почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов.

В Белгородской области реализуется программа биологизации и экологизации сельского хозяйства. Важнейшей задачей является преодоление эрозионных процессов, получивших широкое развитие в сложных ландшафтах региона. При этом акцентируется внимание на первоочередном залесении овражно-балочной сети, освоении почвозащитных севооборотов с насыщением их многолетними травами, пожнивными посевами, расширении почвозащитных систем обработки почвы с оставлением на поверхности растительных остатков из измельченной соломы, выводе из активного оборота сильно эродированных земель с трансформацией их в сенокосы и пастбища. Эти мероприятия являются основой сохранения и умножения плодородия почвы и перевода всего сельского хозяйства на новые экологические стандарты.

В общем виде биологизация подразумевает: широкое внедрение травосеяния – до 25% пашни; массовое освоение бинарных посевов и сидеральных культур; сохранение пожнивных остатков на полях и внесение органических удобрений; отказ от глубокой обработки почвы, освоение нулевой, в крайнем случае, минимальной; минимизация применения минеральных удобрений и пестицидов.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ ЮГА РОССИИ

Трофимов И.А. [1]***, Трофимова Л.С.*** [1]***, Яковлева Е.П.*** [1]***, Рыбальский Н.Г.*** [2]***, Снакин В.В.*** [2]***, Емельянов А.В.*** [3]***, Скрипникова Е.В.*** [3]***, Горбунов А.С.*** [4]***, Быковская О.П.*** [4]

[1] Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Лобня

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

[3] Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. Институт математики, естествознания и информационных технологий, Тамбов

[4] Воронежский государственный университет, Воронеж

viktrofi@mail.ru

Сельское хозяйство является основой производства продовольствия, кормов и других растительных ресурсов. Земли, используемые в сельском хозяйстве (агроэкосистемы), занимают в настоящее время основную часть (около 40%) поверхности суши. В то же время на сельскохозяйственных землях развиваются процессы деградации почв, скорость которых достигает 13 млн. га в год. Развитие эрозионных процессов в пахотных почвах в 10-100 раз превышает скорость почвообразования под естественной растительностью. За последние 40–50 лет производство продовольствия увеличивалось не за счет увеличения площадей сельскохозяйственных земель, а благодаря росту урожайности сельскохозяйственных культур и интенсификации технологий сельскохозяйственного производства, использования удобрений, пестицидов и гербицидов, механизации, орошения и осушения почв. Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождалась ростом потребления энергии и воды, усилением деградации почв и загрязнения окружающей среды. Таким образом, несмотря на замедление роста площадей сельскохозяйственных земель, нагрузка сельского хозяйства на окружающую природную среду, его давление на биосферу и социум продолжает усиливаться, распространяясь на водные, энергетические, эстетические и финансовые ресурсы.

Утрата природных экосистем в настоящее время идет высокими темпами и приобрела глобальные масштабы. К настоящему времени практически все наземные экосистемы претерпели глубокие изменения в результате деятельности человека.

Россия призвана занять лидирующее место в сохранении биосферы и обеспечении глобальной экологической безопасности. Средообразующая функция экосистем – определяет центральную роль нашей страны в решении задачи сохранения стабильности биосферы. Почвенное плодородие, обеспечивающее возможность ведения сельского хозяйства, создается и поддерживается средообразующей деятельностью экосистем.

Продукционные, средообразующие и природоохранные функции агроландшафта являются основой обеспечения их экосистемных услуг.

Продукционные услуги (производство продуктов питания и растительного сырья на пахотных землях, производство кормов и растительного сырья для скота и птицы на пахотных землях, природных пастбищах и сенокосах).

Средообразующие услуги (регуляция климата, регуляция гидрологического режима (стока и очистки вод), сохранение, создание и восстановление плодородия почв, защита от развития негативных процессов эрозии, дефляции, дегумификации и др., сохранение продуктивного долголетия экосистем).

Природоохранные услуги (сохранение биоразнообразия, рекреационные экосистемные услуги, эстетические услуги).

Одним из основных путей преодоления противоречий между целями получения полезной для человека продукции и сохранения экосистемных функций являются сбалансированность сельскохозяйственной деятельности с восстановительными возможностями природы. В агроэкосистемах предусматривается гармоничное сочетание продуктивных и протективных экосистем, различные технологии ведения сельского хозяйства, предусматривающие частичное сохранение или имитацию природных процессов (сбалансированные агроландшафты, природоподобные технологии, адаптивное сельское хозяйство, органическое сельское хозяйство, и др.).

Сельское хозяйство, обеспечивая человека пищей и другими ресурсами, вместе с тем разрушает землю, саму основу своего существования и нашу среду обитания (Биосферу). В сельском хозяйстве Юга России происходит опасный перекос в сторону удовлетворения экономических интересов в ущерб экологическим и социальным. Преобладает экономика быстрой выгоды, направленная на получение высоких доходов. Такой подход характеризуется нарушением законов сбалансированности с Природой в структуре агроландшафтов, посевных площадей и севооборотов, чрезмерной химизацией, интенсификацией сельскохозяйственного производства, развитием эрозии, дефляции, дегумификацией и истощением почв.

На пашне преобладают экономически привлекательные культуры (пшеница, подсолнечник), востребованные на рынке. Нарушена сбалансированность растениеводства и животноводства. Нарушена сбалансированность структуры агроландшафтов, посевных площадей и севооборотов. Из них исчезают защитные экосистемы – многолетние травы, луга, леса. В структуре агроландшафтов – мало защитных экосистем. В структуре посевных площадей – их практически нет. Доля многолетних трав в структуре посевных площадей юга России уменьшилась в 5–10 раз.

Устойчивость агроэкосистем предполагает не только получение сельскохозяйственной продукции, но и сохранение биоразнообразия входящих в нее живых организмов. Вероятность сохранения сложной системы пропорциональна накопленному в ней разнообразию.

Развитое в работах В.И. Вернадского учение о биосфере и ноосфере является теоретической основой взаимодействия и гармоничного развития человечества и природы. Важнейшей задачей в целях дальнейшего развития цивилизации является необходимость усиления экологического образования, обеспечение научного понимания природных процессов и безопасности жизнедеятельности будущих поколений.

Приоритеты развития агроэкосистем и агроландшафтов заключаются в создании природоподобных технологий и управлении экосистемами на основе их биологизации и экологизации, увеличении видового разнообразия, травосеянии с целью создания культурных пастбищ и сенокосов,

сбалансированном сочетании полей, лугов, лесов, водных и болотных угодий и ООПТ в инфраструктуре агроландшафтов.

Приоритетом является также поиск баланса, компромисса в области сельского хозяйства. Комплексные подходы, объединяющие экологические и социально-экономические цели, являются основополагающими при организации более устойчивых агроэкосистем.

СВИНЕЦ И ЦИНК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Чаплыгин В.А., Минкина Т.М., Манджиева С.С., Бауэр Т.В., Лобзенко И.П., Сушкова С.Н.
Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону
otshelnic87.ru@mail.ru

Среди экологических проблем защиты окружающей среды от техногенного загрязнения все большее внимание уделяется агроэкосистемам– основным факторам обеспечения продовольственной безопасности государств.

Избыточное накопление тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции, которая используется для кормовых и продовольственных целей, представляет серьезную угрозу здоровью человека и животных (Seregin, Kozhevnikov, 2008; Seth et al., 2007; Seth, 2012; Roy, McDonald, 2013). Оно растет с неизбежным темпом, подвергая опасности людей, животных и растения. Биологическое воздействие отдельных металлов более или менее известно, но даже, несмотря на то, что комбинации ТМ повсеместно встречаются в природе, их комбинированное воздействие все еще нуждается в тщательном изучении (Wilde et al., 2006; Cyjetko et al., 2010; Tkalec et al., 2014). В отличие от органических загрязнителей, биодеградации ТМ не происходит и, следовательно, они непрерывно накапливаются в окружающей среде (Sarwar et al., 2010).

Объектами исследования были выбраны культурные и дикорастущие травянистые растения, произрастающие на площадках мониторинга. Площадки мониторинга были заложены на расстоянии 1,6 км на северо-запад, 2,2 км на юго-восток, 2,1 км на восток и 1,5 км на север от филиала ОГК-2 «Новочеркасская» ГРЭС (НчГРЭС), самого крупного в Ростовской области предприятия топливо-энергетического комплекса. Согласно розе ветров было определено преобладающее СЗ направление распространения атмосферных выбросов (Minkina et al., 2014).

Отбор проб растений проводился во вторую декаду июня в фазу массового цветения в период 2015-2018 гг. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Содержание Pb и Zn в образцах растений определялось методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии (ААС).

Оценка загрязнения Pb и Zn растений амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) проводилась по максимально допустимому уровню (МДУ) содержания ТМ в кормах (Временные максимально допустимые…, 1991). Содержание ТМ в пшенице мягкой (*Triticum aestivum*) сравнивалось с ПДК для продовольственного сырья (СанПиН 2.3.2.560-96). Поскольку полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex. Wild.) и тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.) являются широко применяемыми лекарственными растениями, а ПДК для лекарственного растительного сырья отсутствует, мы также сравнили ТМ в них с ПДК для продовольственного сырья.

По содержанию Pb и Zn в надземной части полыни австрийской (Artemisia austriaca Pall. ex. Wild.) в условиях максимальной техногенной нагрузки (1,6 км СЗ) выявлено превышение ПДК в 28 и 1,2 раза соответственно. Установлено, что аккумуляция ТМ идет преимущественно в надземной части растения вне зависимости от уровня техногенной нагрузки.

Тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.) аккумулирует наименьшее среди изучаемых растений количество Zn. На площадке мониторинга, расположенной в 1,6 км на СЗ от предприятия концентрация Pb в данном растении превышает ПДК в 1,4 раза. Загрязнение тысячелистника Zn не установлено. Для данного растения наблюдается преимущественная аккумуляция Pb в надземной части.

Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) отличается наибольшим содержанием изучаемых ТМ в надземной части, превышающим МДУ для Pb в 3,2 раза и для Zn в 2 раза. Хотя данное растение не является карантинным сорняком и не применяется ни в медицине, ни в продовольственных целях, его поедают выпасаемые сельскохозяйственные животные. Вследствие этого, накопление ТМ в амброзии может представлять угрозу для поедающих её животных. Амброзия характеризуется преимущественной аккумуляцией Zn в надземной части.

В надземной массе пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) отмечается превышение ПДК для Pb в 1,8-6,7 раза и для Zn в 1,2-1,4 раза. Несмотря на большую аккумуляцию элемента в корнях по сравнению с надземной частью, характерную для всех злаков, содержание Pb и Zn в пшенице указывает на присутствие загрязнения.

Таким образом, на территориях, расположенных вокруг НчГРЭС, установлено загрязнение Pb и Zn как дикорастущих травянистых растений, так и сельскохозяйственных культур. Растения разных видов отличаются по

тенденциям накопления и распределения элементов между надземной частью и корневой системой. Амброзия полыннолистная аккумулирует наибольшее количество изучаемых ТМ в своей надземной массе. Концентрация Pb и Zn в растениях пшеницы, выращиваемых на агроландшафтах вблизи г. Новочеркасска, превышает ПДК для продовольственного сырья и может представлять угрозу здоровью человека.

Работа поддержана грантом в рамках Проектной части госзадания № 5.948.2017/ПЧ и грантом президента РФ МК-2818.2019.5.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ГУМИФИКАЦИИ В АГРОЦЕНОЗАХ

Чуков С.Н.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
S_Chukov@mail.ru

Проблема оценки эволюции органического вещества почв и процессов формирования его главнейшего компонента – гуминовых веществ (ГВ), как крупнейшего аккумулятивного резервуара вещества и энергии в биосфере, имеет огромное значение. Эволюция и гумификация ГВ в целинной почве происходит непрерывно до стадии «равновесной» почвы, когда их структурно-функциональные параметры становятся константными. В агроценозах вся система ГВ начинает эволюционировать в сторону нового равновесного состояния.

При разработке эволюционной теории гумификации в агроценозах весьма продуктивным оказалось использование подходов супрамолекулярной химии, которая детально описывает стадии самоорганизации неравновесных стохастических систем. Процесс гумификации в его классическом представлении можно соотнести с тремя основными стадиями такой самоорганизации.

Первая стадия «темплатная» – мелкомасштабные флуктуации, образование и распад в системе простейших ассоциатов из элементарных кластеров или молекул. Наблюдается минимальная степень комплементарного связывания простейших низкомолекулярных мономеров (продуктов разложения и трансформации органических остатков).

Вторая стадия – среднемасштабные флуктуации – «самоорганизация» системы с формированием более долгоживущих (стабильных) кластерных ансамблей «проГВ» в форме коротких цепей, микрослоев и микрокаркасов из молекул двух- или трехмерных ассоциатов в виде супрамолекулярных ансамблей.

Третья стадия – крупномасштабные флуктуации (явление автокатализа) – «самосборка» системы макромолекулярных структур ГВ

путем комплементарной трехмерной конденсации или свободнорадикальной полимеризации супрамолекулярных ансамблей «проГВ» из 2-й стадии. По сути, эта стадия и является процессом «собственно гумификации» в его классическом понимании.

В качестве «квазиравновесных» почв нами были изучены погребенные почвы с возрастом от 30 до 1000 лет. Полученные данные позволяют утверждать, что процесс эволюции ГВ в условиях резкого дефицита (агроземы) или практически полного отсутствия органических остатков (погребение) достаточно быстро (за несколько десятков лет) приводит не только к резкому изменению количественного содержания гуминовых и фульвокислот, но и к сильной трансформации молекулярной структуры ГК в условиях статического равновесия биогидротермических условий характерного для погребенных почв.

О СОСТОЯНИИ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. УФЫ

Чурагулова З.С.[1], Султанова Р.Р.[2], Мингажева А.М.[2]
[1]Башкирский государственный аграрный университет, Уфа
[2]Республиканский детский эколого-биологический центр, Уфа
Республика Башкортостан
lija1968@mail.ru

По общему естественно-историческому районированию Республики Башкортостан территория лесопарка отнесена к Предуральскому правобережному лесостепному району, а по лесорастительному районированию – к району смешанных широколиственно-хвойных лесов Правобережья реки Белой. Территория парка тянется узкой полосой длиной 5,6 км, шириной в юго-восточной части – до 0,80 км, в центральной – до 1,0 км, а в северной части – 0,08 км между р. Белой на северо-западе и проспектом Октября на юго-востоке. Территория лесопарка занимает площадь 383,4 га, на 84% покрыта лесом, в т. ч. на 80% естественного происхождения, большей частью состоящего из липняков старше 80-100 лет.

Почвы в городе согласно ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» могут быть охарактеризованы, с одной стороны, как природные объекты, локализированные преимущественно в лесопарковых зонах и особо охраняемых природных территориях, с другой, как природно-антропогенные объекты, к которым могут быть отнесены все остальные почвы города, включая искусственно созданные почвогрунты. Приоритетной задачей мониторинга земель в соответствии со статьей 67 Земельного кодекса РФ, является своевременное выявление изменений состояния земель,

оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий негативных процессов.

Детальное изучение почв и почвенного покрова лесопокрытых площадей, в том числе лесопарков, началось в 70–е годы прошедшего столетия. К сожалению, из-за недостатка финансовых средств и отсутствия специалистов картографов эти работы сократились. Однако в настоящее время в связи с быстрой урбанизацией обширных городских территорий и глобальными изменениями климатических условий, продолжающиеся процессы загрязнения лесов и почв, так называемыми «кислотными осадками», проблемы изучения состояния почв и произрастающих на них растений приобрели особую актуальность.

Цель исследований. Состояние почв, почвенного покрова и растительности лесопарка г Уфы. Для выполнения поставленной цели, решались следующие задачи: изучить морфологическое строение, физические и физико-химические свойства преобладающих почв лесопарка и состояние естественных лесонасаждений.

Почвы и произрастающая древесная растительность лесопарка (Центрального парка культуры и отдыха им. М. Гафури) г Уфа.

Почвенные исследования проведены в масштабе 1:2000 на картографической основе с горизонталями руководствуясь существующими методическими указаниями. Аналитические работы выполнены с использованием методических руководств и ГОСТов, принятых в почвоведении и лесоведение в Республиканской лесной почвенно-химической лаборатории МЛХ РБ (Свидетельство об оценке состояния измерений № ЦСМ РБ. ОСИ.АЛ. 03003, выдано 20 июля 2017 г.).

По общему естественно-историческому районированию РБ территория лесопарков и парков г. Уфы отнесена к Предуральскому правобережному лесостепному району, по лесорастительному районированию – к району смешанных широколиственно-хвойных лесов Правобережья реки Белой.

Климат резко континентальный, умеренно влажный. Рельеф весьма разнообразен, представляет собой высокое водораздельное плато, вытянутое вдоль реки Белой в направлении с северо-востока на юго-запад, значительно расчленен овражно-балочной сетью. Летние атмосферные осадки и зимние талые воды постоянно сносят с этих мест почвенный слой, вследствие чего растительность на таких местах развита очень слабо.

Почвообразующие и подстилающие породы тесно связаны с рельефом и отмечаются большим разнообразием: элювиально-делювиальные бескарбонатные глины и суглинки; элювиально-делювиальные карбонатные глины и суглинки; мергели и мергелевые глины; элювий известняков; элювий песчаников.

Лесистость лесопарка составляет 84%. Основными лесообразующими древесными породами являются: липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) –

61%, дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – 15%, клен остролистный (*Acer platanoides* L.) – 13%. Из созданных искусственно культур – сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.) и др. современный древостой относится к вторичным лесам порослевого происхождения, образующие одновозрастные насаждения. Средний возраст насаждений парка 54 года, они занимают большую площадь – 70,4%. Это насаждения IV-VII классов возраста. Спелые и перестойные насаждения занимают 20%. Средний бонитет по лесопарку составляет – 11,7. Средняя полнота – 0,8.

На состояние дубовых насаждения отрицательное влияние оказали неблагоприятные условия целого ряда лет. В эти же годы наблюдались вспышки массового размножения непарного шелкопряда и других вредителей.

Из кустарников распространены: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* Qlib.), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), шиповник (*Rosa* L.), жимолость татарская (*Lonicera tataruca* L.) и др.

Травянистая растительность представлена злаками, снытью обыкновенной (*Aegodium podagtaria* L.), чиной лесной (*Lathyrus sylvestris* L.), копытенью европейской (*Asarum euoropaeum* L.) и др.

Основной почвенный покров территории парка составляют серые, темно-серые типичные структурно-дифференцированные, темно-коричневые- типичные текстурно-дифференцированные, литоземы типичные.

Темно-серые типичные почвы отличаются более темноокрашенным гумусовым горизонтом с большей мощностью, а остальные морфологические признаки приблизительно одинаковы в связи с генезисом и близостью расположения по рельефу, аналогичной растительностью.

Темно-коричневые типичные структурно-метаморфические тяжелосуглинистые почвы сформировались на элювии мергелей и мергелевых глин, окрашенных в коричневые, розовые, голубые цвета.

Литоземы перегнойно-темногумусовые отдела слаборазвитых почв первичного почвообразования сформировались на элювии известняков, состоящих из продуктов выветривания, накапливающихся на месте разрушения. Формула: О-РU-СД-Сса.

Обобщающим показателем структурного состояния почв является коэффициент структурности: чем он больше, тем лучше структура. Если в верхнем слое почв 2-28 см этот показатель составляет 5,2, то в нижележащем слое – 4,3. Наблюдается постепенное уменьшение коэффициента структурности вниз по профилю. Рекреационная нагрузка почв приводит к резкому ухудшению их структуры.

Обменные формы кальция (Ca^{+2}) в верхних слоях почв колеблются в пределах 19,0-20,0 мг-экв и магния (Mg^{+2}) – 3,3-4,3 мг-экв/100г почвы, в нижних слоях существенного изменения не наблюдается. Степень насыщенности основаниями исследованных типов почв высокая.

Содержание гумуса – основного показателя плодородия почв, в зависимости от типов и подтипов колеблется в широких пределах. В гумусовом горизонте содержание его составляет: в серых типичных легкоглинистых почвах – 4,2%, темно-коричневых типичных – 5,6%, литоземах – 12,8%. Наблюдается резкое уменьшение содержания гумуса вниз по профилю.

Содержание подвижных форм фосфора варьирует в пределах 6,5-12,6 мг/100г, а содержание подвижных форм калия в почвах колется в пределах 10,0-23,5 мг/100 г. Содержание минеральных форм азота (нитратный – $N\text{-}NO_3$ и аммонийный – $N\text{-}NH_4$) варьирует в широких пределах.

Эти данные вошли в основу расчета нормы внесения физиологически кислых азотно-фосфорно-калийных удобрений при интродукции чувствительных к почвенным условиям древесно-кустарниковых культур.

Заключение

Таким образом, почвы лесонасаждений лесопарка характеризуются относительно плодородными свойствами. Лимитирующими факторами, ограничивающими состояние насаждений, являются укороченная мощность гумусового горизонта, тяжелый гранулометрический состав, нейтральная и слабощелочная реакция почвенной среды. Кроме того, отрицательно на насаждения влияют антропогенные факторы, техногенные выбросы промышленных предприятий, а также заражение болезнями и вредителями. Реконструкция растущих, размещение новых древесных пород, кустарников и кустарничков, включая интродуцентов, рекомендуется с учетом почвенных условий. Данные агрохимических показателей позволят создать оптимальные условия питания при формировании различных композиций из древесно-кустарниковых насаждений.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Шеуджен А.Х[1,2], Гуторова О.А.[1]
[1]Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт риса, Краснодар
oksana.gutorova@mail.ru

Краснодарский край богат своим почвенно-ресурсным потенциалом. Анализ материалов почвенных обследований края конца 19-го – начала 20-го веков и периода 1940-1990 гг. двадцатого века показывает, что от первоначального содержания гумуса в большей части черноземов в среднем около 5% к настоящему времени осталось 3,7%. При этом если темпы снижения его содержания до 30-х гг. XX столетия составляли 0,01% в год, то в 30-50-х гг. они возросли до 0,03%, в 60-80-е гг. (период интенсификации земледелия) потери гумуса достигали 0,05 % в год. Уже сейчас 66,9% черноземов содержат гумуса менее 4,0% (Агроэкологический мониторинг..., 2002). Одновременно с потерей гумуса отмечается декальцирование почвы и возрастание кислотности, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на физических ее свойствах (Система земледелия..., 2015).

Целью работы являлось изучение современного состояние плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья в условиях агрогенеза.

Методы исследований. Исследования проведены на стационарном полевом опыте кафедры агрохимии Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, расположенного в учебном хозяйстве «Кубань» г. Краснодара. Опыт заложен в 1981 г. в условиях типичного равнинного агроландшафта южной части Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья на черноземе выщелоченном, занятый культурами 11-польного зерно-травяно-пропашного севооборота. Географическое положение опыта (по GPS) – 45°3'N и 38°51'E. С 2005 г. решением Всероссийского координационного совещания участников Географической сети опытов он включен в «Реестр длительных опытов с удобрениями Российской Федерации» (Аттестат № 078).

В пределах опыта был заложен почвенный разрез. Морфологическое писание почвы проведено по Б.Г. Розанову (2004), название почвы дано согласно «Классификации почв...» (1978). Из выделенных почвенно-генетических горизонтов отбирались почвенные образцы, в которых определяли $pH_{вод.}$ потенциометрическим методом, общий гумус по Тюрину со спектрофотометрическим окончанием; запасы гумуса расчетным методом; обменные катионы (Ca^{2+} и Mg^{2+}) – комплексонометрическим методом; гранулометрический состав методом пипетки с обработкой почвы

пирофосфатом натрия; плотность сложения по Качинскому; плотность твердой фазы пикнометрическим методом; общую пористость расчетным методом; магнитную восприимчивость (χ) почвы каппаметрическим методом.

Результаты и обсуждение. Чернозем выщелоченный залегает на лессовидных тяжелых суглинках, хорошо дифференцирован на почвенно-генетические горизонты (**$A_{пах}$–A–AB_1–AB_2–B–C**), характеризующиеся темно-серой окраской с проявлением буроватого оттенка с глубиной профиля, начиная с **AB_1**. При сравнительно небольшом содержании органических веществ почва имеет сверхмощную толщу гумусового слоя, достигающую 148 см. Гумусовый профиль почвы промыт от карбонатных новообразований вплоть до горизонта **C.** Почва глинистая, со среднеуплотненным сложением, с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой.

В пахотном горизонте чернозема выщелоченного содержание физической глины составляет 61,2% с преобладанием частиц пыли и ила (57,1 и 38,4% соответственно). По соотношению сумм фракций почва относится к иловато-пылеватой легкоглинистой разновидности. В пределах почвенного профиля гранулометрический состав чернозема выщелоченного изменяется: в нижней части профиля, начиная с горизонта **AB_2** до почвообразующей породы, уменьшается количество фракций ила и увеличивается содержание пылеватых и песчаных частиц. Легкоглинистый гранулометрический состав сменяется на тяжелосуглинистый в нижней толщи исследуемой почвы.

Плотность сложения является важным агрофизическим показателем плодородия почвы и зависит от минералогического и гранулометрического ее состава, характера структуры и содержания в ней органического вещества. Плотность сложения пахотного горизонта исследуемой почвы составляет 1,30 г/см^3, увеличивающаяся с глубиной почвенного профиля до 1,45-1,47 г/см^3. Эта величина является более вариабельным показателем, чем плотность твердой фазы и изменяется во времени и пространстве. Наименьшая плотность твердой фазы характерна для пахотного горизонта (2,67 г/см^3), обогащенного гумусом и растительными остатками. С глубиной почвенного профиля плотность твердой фазы постепенно возрастает до 2,74 г/см^3.

Пористость почвы определяет ряд важнейших свойств и протекающих в ней процессов. Чернозем выщелоченный обладает высокой общей пористостью, составляющей 51,9 и 50,0 % в пахотном и подпахотном горизонтах соответственно, снижающейся в почвообразующей породе до 46,3%.

Чернозем выщелоченный характеризуется благоприятными физико-химическими показателями. Наибольшее содержание катионов кальция и магния обнаружено в пахотном и подпахотном горизонтах почвы. Вниз по

профилю количество обменных оснований уменьшается, что связано со снижением содержания гумуса и илистых частиц в составе гранулометрических фракций. Преобладающим катионом в почвенно-поглощающем комплексе является Ca^{2+}, содержание которого в 3 раза больше количества Mg^{2+}. Соотношение Ca^{2+}:Mg^{2+} изменяется в пределах почвенного профиля от 2,7 в $\mathbf{A_{пах}}$ до 3,2 в горизонте **С**. Реакция среды пахотного горизонта слабокислая, которая с глубиной переходит в нейтральную и достигает в почвообразующей породе щелочных значений.

Чернозем выщелоченный по содержанию общего гумуса в горизонте $\mathbf{A_{пах}}$ слабогумусный (3,2%). Его количество постепенно уменьшается вниз по почвенному профилю, и уже в горизонте **С** его содержание в 8 раз меньше. Расчет запасов гумуса показал небольшие запасы содержания в $\mathbf{A_{пах}}$ (104,0 т/га), в нижележащих горизонтах они увеличиваются, и в системе горизонтов **А+В** достигают 468,2 т/га.

Чернозем выщелоченный характеризуется высокими показателями магнитной восприимчивости, изменяющимися от 1,045 в $\mathbf{A_{пах}}$ до $0{,}797\times10^{-3}$ед. СИ в горизонте **С**. Почва имеет аккумулятивный характер магнитного профиля: вниз по профилю магнитная восприимчивость снижаются. Эта величина наибольшая в горизонте аккумуляции гумуса, что безусловно характеризует процессы гумусообразования.

Выводы

Для формирования высокопродуктивного биоценоза почва обладает благоприятными физическими (плотность сложения 1,30 г/см^3, плотность твердой фазы 2,67 г/см^3, общая пористость 51,9%, $\chi=1{,}045\times10^{-3}$ ед. СИ) и физико-химическими ($pH_{вод.}$=6,5 ед., общий гумус 3,2%, $Ca^{2+}+Mg^{2+}$=42,8 мг-экв./100 г, запас гумуса **А+В**=468,2 т/га) свойствами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и министерства образования, науки и молодёжной политики Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-44-230018.

Секция 2

БИОЛОГИЗАЦИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ – ПУТЬ К ПОВЫШЕНИЮ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ (ПОЧВЕННЫЕ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ ТЮЛЬПАНА ‘ANNA KRASAVITSA’ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Александрова Л.М.
Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН
alersandrova-nbs@yandex.ru

Тюльпаны – растения эфемероиды с весенним периодом вегетации. Органом вегетативного размножения тюльпанов является луковица, в пазухе запасающих чешуй которой закладываются почки – луковицы будущего урожая. Рост и развитие почек зависит, прежде всего, от места расположения их в материнской луковице. Самая крупная луковица (луковица замещения) вырастает из почки расположенной у основания центрального побега. Периферийные почки образуют луковицы более мелких размеров, а многие из них просто погибают. Мелкие луковицы – весовая детка относятся к луковицам, имеющим диаметр 1,5 см и менее. Они формируются в материнской луковице при недостатке питания или как коллатеральные (дополнительные) луковицы, находящиеся с другой луковицей на одном проводящем пучке. До товарных размеров весовую детку необходимо доращивать 3-4 года, половина из них погибает еще в первый год доращивания. Возможности увеличения вегетативного размножения тюльпанов очень ограничены. Урожай луковиц и его структура зависит от многих факторов, в том числе и от поступления легкоусвояемых элементов питания. Необходимо также учитывать, что особенности строения корневой системы тюльпанов ограничивают площадь питания растений. Корни тюльпанов придаточные, прямые, не разветвленные, не имеющие корневых волосков. У крупных луковиц количество их может достигать 80-200 шт. на одном растении, длина в основном составляет 20 см. Поэтому улучшение питания тюльпанов во время вегетации очень актуально. Одним из способов улучшения минерального питания луковицы является создание полезных

микробных взаимодействий в ризосфере за счет применения биоудобрений – микробных препаратов (МП).

Целью исследования было изучить возможность использования МП в повышении продуктивности вегетативного размножения растений за счет увеличения урожая крупных луковиц. В задачу исследования входило изучение влияния МП Аурил и Комплекс микробных препаратов (КМП) на способность тюльпанов к вегетативному размножению и на рост и развитие боковых почек луковицы тюльпана.

Исследование проводили в 2017-2019 гг. на коллекционном участке НБС-ННЦ, с. Новый Сад, Симферопольского района Республики Крым. Луковицы II разбора сорта ‘Anna Krasavitsa’ обрабатывали суспензиями МП Аурил и КМП непосредственно перед посадкой.

При изучении, сборе и обработке полученных данных использовали общепринятые методики. Для характеристики продуктивности изучаемых растений применяли коэффициент вегетативного размножения, который определяли как отношение общего количества луковиц к количеству выкопанных «гнёзд». «Гнездо» это совокупность всех луковиц, полученных от одного растения (материнской луковицы) в конце вегетации. В пазухе покровной и каждой запасающей чешуи определяли величину и вес луковиц, образовавшихся в конце вегетации. Полученные данные переводили в относительные величины, которые рассчитывали как отношение фактических данных к количеству материнских луковиц, используемых в изучении, выраженное в процентах.

Проведенное изучение выявило, что коэффициент вегетативного размножения у растений без обработки (контроль) составил 4,3, у растений обработанных МП Аурил – 4,7, а КМП– 4,25. Средний вес гнезда луковиц в контроле был 34,7 г, при обработке МП Аурил – 33,6 г, при обработке КМП – 36,3 г. Такое распределение результатов по коэффициенту вегетативного размножения и среднему весу «гнезда» луковиц изученных растений объясняется при анализе роста и развития почек по каждой запасающей чешуе.

У всех изученных растений в пазухах покровной, а также первой и второй запасающих чешуй отмечены усохшие или не сформировавшиеся луковицы. Показатели их распределялись следующим образом, в контроле: в пазухе покровной чешуи – 45,4%, в пазухе 1 запасающей чешуи – 54%, 2 запасающей чешуи – 9%. У обработанных препаратом растениях этот показатель составлял соответственно: по Аурилу – 15%, 23% и 8%, по КМП - 25%, 17% и 25%. В контроле 50% урожая луковиц представлено весовой деткой, при обработке Аурилом этот показатель составил 37%, при обработке КМП –39%.

Анализ формирования луковиц размером счетная детка, III, II и I разбор, которые имеют промышленное значение при производстве тюльпанов, по

запасающим чешуям материнской луковицы показал следующие результаты. По луковицам деткам покровной чешуи у всех изученных растений самые крупные луковицы представлены счетной деткой. В контроле счетная детка отмечена у 9,1% материнских луковиц. У растений обработанных Аурилом этот показатель составил 15%, КМП – 25%.

В пазухе 1 запасающей чешуе в контроле самые крупные луковицы представлены счетной деткой – 36%. У растений обработанных МП Аурил отмечено образование счетной детки у 38% материнских луковиц, а у 8% луковицы достигли размера III разбора. Для КМП эти показатели соответственно составили 33% и 16,7%.

Луковицы детки 2 запасающей чешуи в контроле у 36% материнских луковиц имели размеры счетной детки. При обработке препаратом Аурил этот показатель составил 69%, а 8% растений имели луковицы III разбора. У растений, обработанных КМП, отмечено формирование счетной детки у 33% и III разбора у 8% материнских луковиц.

В пазухе 3 запасающей чешуи, наиболее близкой к центральному цветоносу материнской луковицы, у всех изученных растений все заложившиеся почки сформировались в луковицы детки. Представлены они в основном счетной деткой, которая составляла у контрольных растений 63,6%, у растений обработанных МП Аурил – 76,9 и у растений обработанных КМП – 58%.

Лучшие результаты по размерам луковицы детки 4 запасающей чешуи – луковицы замещения, отмечены у растений обработанных КМП. По этому варианту у 17% изученных растений полученный урожай представлен разбором Экстра, у 50% луковицами I разбора, и 33% материнских луковиц при обработке этим препаратом имели луковицы замещения II разбора. У растений обработанных МП Аурил 61% изученных растений имели луковицы замещения представленные I разбором и 39% II разбором. В контроле у 73% материнских луковиц луковица замещения достигала размера I разбора, у 18% - II разбора, у 9% - III разбора.

Выводы

1. Обработка луковиц тюльпанов МП Аурил значительно улучшила структуру полученного урожая тюльпана, увеличивая выход счетной детки и III разбора из луковиц деток в пазухах I-III запасающих чешуй материнских луковиц. Полученные данные по размеру луковиц замещения, коэффициенту вегетативного размножения и среднему весу «гнезда» луковиц незначительно отличались от контроля.

2. При обработке луковиц тюльпанов КМП отмечено значительное увеличение размера луковицы замещения и общего веса «гнезда» луковиц. Выявлено увеличение образования крупных луковиц в пазухах I и II запасающих чешуй материнских луковиц в сравнении с контролем.

3. Проведенная работа показала положительное влияние микробных препаратов на репродуктивную способность тюльпанов, что выражено в воздействии МП на формирование и рост боковых почек.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ НА СИСТЕМУ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СТРЕССОВОМ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Баранская М.И., Чайковская Л. А., Клименко Н.Н., Овсиенко О.Л.
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма,
Симферополь
baranskaya@rambler.ru

Известно, что под действием неблагоприятных факторов, в частности, и под действием тяжелых металлов (ТМ), в клетках любого живого организма, в том числе и растительного, увеличивается образование активных форм кислорода, т.е. возникает окислительный стресс, который может привести к гибели организма. Растения обладают разными эффективными системами защиты от окислительного стресса: образовывают антиоксиданты (аскорбиновая кислота, глутатион, токоферол и др.), активно синтезируют ферменты, такие как пероксидаза, каталаза и др., способные устранять токсичные кислородные радикалы. В настоящее время, в связи с возрастающей потребностью биологизации сельскохозяйственного производства, большое значение приобретают технологии выращивания культур с применением микробных препаратов. Биоагенты микробных препаратов обладают комплексом полезных для растений свойств: выделяют биологически активные вещества, позволяющие стимулировать их урожайность и качество продукции, защитить растения от различных стрессов, а также сохранить плодородие почвы. В связи с этим, цель наших исследований заключалась в изучении влияния комплекса микробных препаратов (КМП) на формирование ферментативной антиоксидантной защиты озимой пшеницы на ранних этапах развития при загрязнении почвы ТМ: Pb, Cu, Cr.

Вегетационные опыты и лабораторные анализы проведены на базе отдела микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2016-2018 гг. Вегетационные опыты проведены в теплице: растения выращивали в течение 6 недель, почва чернозем южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый. Повторность опытов 9-кратная. При закладке опытов в сосуды вносили воздушно-сухую почву. В каждый сосуд также внесены растворы солей ТМ: $Pb(CH_3COO)_2$, $CuSO_4$, K_2CrO_4 в соответствии с различными уровнями предельно допустимых концентраций (ПДК)

загрязнения: 1; 2,5; 5 ПДК. В контроле ТМ не вносили. Для предпосевной инокуляции семян озимой пшеницы *Triticum aestivum* L. использовали КМП, включающий: Диазофит (основа – *Rhizobium radiobacter*); препарат на основе *Lolliottia nimipressuralis CCM* 32-3; Биополицид (основа – *Paenibacillus polymyxa* П) в соотношении 1:1:1. В контроле семена увлажняли водой. Отбор фитомассы растений для анализов проводили трижды: через 2, 4 и 6 недель после всходов. В лабораторных опытах определено содержание окислительно-восстановительных ферментов: каталазы и пероксидазы в листьях озимой пшеницы.

Анализ результатов исследований показал, что под воздействием ТМ у растений пшеницы на ранних этапах развития отмечено постепенное увеличение количества продуцируемой каталазы. Так, у 2-недельных растений контрольного варианта содержание каталазы в листьях составило 804,6 мкмоль H_2O_2/1мин/г растения в контроле, а на фоне 5 ПДК ТМ – 1079,4 мкмоль H_2O_2/1мин/г растения. Подобная тенденция отмечена и у 4-недельных растений: продуцирование каталазы возрастало от 913,3 мкмоль H_2O_2/1мин/г фитомассы в контроле до 1383,7 мкмоль H_2O_2/1мин/г фитомассы на фоне 5 ПДК ТМ. Отмечена тенденция к увеличению содержания каталазы в листьях бактеризованных растений по сравнению с неинокулированными, что может свидетельствовать о большей утилизации перекиси водорода, накапливающейся в клетках растений при стрессе. Применение КМП способствовало увеличению количества изучаемого фермента в листьях бактеризованных растений по мере возрастания дозы ТМ: с 922,5 до 1198,95 мкмоль H_2O_2/1мин/г растения у 2-недельных растений и с 946,8 до 1675,6 мкмоль H_2O_2/1мин/г растения у 4-недельных. В листьях 6-недельных растений отмечено снижение содержания каталазы и общая тенденция не сохраняется.

Кроме того, в наших исследованиях определено содержание фермента пероксидазы в листьях озимой пшеницы при стрессовом воздействии ТМ. Выявлено, что присутствие в почве высоких доз ТМ приводило к увеличению содержания пероксидазы в листьях пшеницы. Так, у 2-недельных растений контрольного варианта содержание данного фермента в листьях составило 31,7 мл окисленного гваякола/1мин.г/г растения. Загрязнение почвы ТМ на уровне 5 ПДК привело к увеличению содержания пероксидпзы в растениях пшеницы до 51,1 мл окисленного гваякола/1мин.г/г растения. В последующие сроки отбора растений подобная тенденция сохранилась. Следует отметить, что бактеризация способствует снижению содержания пероксидазы в листьях пшеницы при загрязнении почвы ТМ. На наш взгляд, это свидетельствует о защитном действии штаммов микроорганизмов-биоагентов КМП на растения, которое может быть связано со снижением интенсивности окислительного стресса. Так, в листьях бактеризованных растений, выросших на фоне загрязнения почвы в 1 ПДК ТМ, содержание пероксидазы

снизилось на 19% (2 недели), 7% (4 недели) и 18% (6-недель) по сравнению с не бактеризованными. На фонах 2,5 и 5 ПДК ТМ наблюдалось подобное действие инокуляции семян озимой пшеницы: отмечено снижение содержания пероксидазы в листьях на 14-33% и 25-49% соответственно в разные периоды отбора проб.

Таким образом, нами установлено, что применение КМП для предпосевной инокуляции семян озимой пшеницы способствует развитию устойчивости растений к окислительному стрессу, вызванному ТМ.

ПОВЫШЕНИЕ ПРИЖИВАЕМОСТИ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ

Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А., Буйвал Р.А.
Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Ялта
agromagarach@mail.ru

Для многих агрокультур проблема продолжительной комплексной устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым воздействиям на сегодняшний день остается нерешенной, поэтому для повышения качественных и количественных показателей урожайности приходится использовать дополнительные защитные мероприятия растений. Важным направлением исследований является изучение симбиотической связи между микоризными грибами и корневой системой растений.

Микоризный препарат *«Ризомакс»* на основе эндомикоризного гриба Glomus sp. Цель исследований состояла в установлении влияния микоризного препарата «Ризомакс» на приживаемость, вегетативный рост и развитие корневой системы виноградного куста. При проведении исследований использовались общепринятые методики, применяемые в виноградарстве. На протяжении трех лет (с 2016 по 2018 гг.) проводились исследования по изучению влияния и последействия микоризного препарата на корневую систему и прирост виноградного куста.

Изучение последействия проводилось на винограднике третьего года посадки, внесение препарата было произведено при посадке саженцев винограда технического сорта Каберне-Совиньон клон 685. Виноградник привитой на подвойный сорт – Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ. Схема посадки 3,0 х 1,25 м. Опыт был заложен на производственных виноградниках филиала «Судак» (г. Судак), ФГУП «ПАО «Массандра». В год посадки (2016 г.) при проведении анализа по приживаемости молодых саженцев винограда установили положительное влияние препарата на укореняемость

саженцев. Приживаемость в опытном варианте составила 97,9%, это на 12,0% выше при сравнении с контролем. Внесение эндомикоризного препарата при посадке повлияло на лучшую адаптацию виноградных саженцев, что выразилось в более интенсивном развитии корневой системы саженцев, о чем свидетельствует изучение развития корневой системы по годам. У кустов в опытном варианте развитие корневой системы по всем показателям превышает контроль. Так на третий год вегетации (2018 г.) глубина залегания корней в опытном варианте достигает 0,75–0,80 м, что на 0,10 м глубже, по сравнению с контрольным вариантом, соответственно радиус распространения корней выше на 0,15 м, диаметр корней в опыте >6,1 мм выше на 1,6 мм чем в контроле, общая суммарная длина корней в опыте – 4,58 м, а в контроле – 3,12 м, превышение опыта над контролем в 1,46 м. Соотношение различных фракций корней в опытном варианте по сравнению с контролем более благоприятное. Обрастающая часть корневой системы составляет 2,53 м. Следовательно, условия питания через корневую систему у кустов опытного варианта складываются благоприятнее. По сделанным измерениям корней можно видеть, какой объем почвы охватили корни виноградного куста, то есть в опытном варианте поглотительная способность выше.

Оценивая последействие изучаемого препарата на фитометрические показатели и вызревание лозы изучаемого сорта установили, что у виноградных кустов в опытном варианте в 2018 году, показатели по росту и развитию растений превосходили контрольный вариант, превышение средней длины побега в опытном варианте составляет 38,3%, листовой поверхности 34,5% над контролем. Вызревание прироста в опытном варианте составляло 99,1–99,6%, что больше контроля на 0,5–8,6%.

На основании проведенных исследований установлено, что микоризный препарат «Ризомакс», оказал положительное влияние на рост и развитие корневой системы виноградного куста, что в свою очередь привело к более интенсивному росту и развитию надземной части растений.

При проведении исследований, по изучению последействия микоризного препарата «Ризомакс», установлено стабильное превышение ростовых процессов на 38,3% в опытном варианте над контрольным. Виноградные кусты в опытных вариантах имеют больший прирост, большую площадь листовой поверхности, листовой аппарат функционирует более длительный период, что является основанием сделать вывод о более развитой корневой системе. Симбиоз между виноградным растением и эндомикоризным грибом Glomus sp. позволил саженцам увеличить размер поглощаемой из почвы влаги с питательными веществами. Такое взаимодействие привело к ускоренному развитию, повышению устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям. Представленные экспериментальные данные показали возможность использования

микоризного препарата «Ризомакс» при посадке виноградных саженцев. Препарат способствует увеличению приживаемости и адаптации саженцев винограда к условиям местности произрастания.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ ПОЛУЖИДКОГО НАВОЗА КРС И ЗЕМЛИСТЫХ НЕОГЕНОВЫХ БУРЫХ УГЛЕЙ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Кирдун Т.М.
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Республика Беларусь
elena_trokai68@mail.ru

Ежегодный выход полужидкого навоза в Республике Беларусь составляет около 10 млн. тонн. Поскольку машины для его внесения в чистом виде в республике отсутствуют, то он может быть внесен в почву только в виде компостов, для получения которых необходимо как минимум 4 млн. тонн торфа. Однако в последние годы его добыча для сельскохозяйственных нужд резко сократилась и не превышает 1% к потребности. В результате полужидкий навоз вместо удобрения часто является загрязнителем окружающей среды. Для того чтобы уменьшить нагрузку на окружающую среду и увеличить выход качественных органических удобрений требуется существенное увеличение добычи торфа или других влаговпитывающих органических материалов, например, таких как бурые угли. Прогнозные общие запасы бурых углей в Беларуси составляют около 2 млрд. тонн. По характеру исходного материала они относятся к гумусовым, так как основную часть их органической массы составляют гуминовые вещества. Поэтому, отходы бурого угля при использовании на промышленные нужды, могут рассматриваться как важный компонент органических удобрений. Исследования по оценке целесообразности использования неогеновых бурых углей в качестве компонента органических удобрений и изучению эффективности применения компостов на их основе в республики не проводились, что актуализировало выполнение данной работы.

Цель исследований – изучить агроэкономическую эффективность применения компоста на основе полужидкого навоза КРС и неогеновых землистых бурых углей в звене севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Для экспериментальной проверки эффективности компоста на основе бурого угля с имеющимся традиционным аналогом на основе торфа проведены исследования на опытном поле Института почвоведения и агрохимии, расположенном в Узденском районе на дерново-подзолистой

супесчаной почве (pH_{KCl} – 6,0, гумус – 2,71%, K_2O – 172 мг/кг, P_2O_5 – 187 мг/кг, CaO – 1527 мг/кг, MgO – 246 мг/кг почвы). Опыт заложен в 2-х последовательно открывающихся полях в звене севооборота: кукуруза на зеленую массу – яровой ячмень.

Предварительно закладывали компостные бурты следующих составов: 1-й – на основе полужидкого навоза КРС и торфа; 2-й – на основе полужидкого навоза КРС и бурого угля при соотношении компонентов 1:0,3. В среднем за 2017–2018 гг. при влажности 75% содержание азота в 1 тонне угленавозного компоста (УНК) составило 4,4 кг, P_2O_5 – 2,0 кг, K_2O – 4,7 кг, CaO – 1,4 кг, MgO – 0,9 кг, органического вещества – 194 кг, что по своим характеристикам соответствовало торфонавозному компосту (ТНК). Компосты в дозе 60 т/га вносили весной под кукурузу с последующим дискованием и вспашкой. Учет урожая кукурузы на зеленую массу проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна, ячменя – в фазу полной спелости зерна. Для перевода зеленой массы кукурузы в кормовые единицы использовали коэффициент 0,27, зерна ячменя – 1,21, соломы – 0,36. Экономическая эффективность внесения компостов под культуры рассчитана по уровню цен на 2018 г.: стоимость 1 т к. ед. – 90,0 USD; затраты на уборку и доработку прибавки урожая – 12,0 USD/т. При внесении компостов под кукурузу отнесено 60% затрат на их приготовление и внесение, под ячмень – 40%: стоимость 1 т торфа – 10,0 USD, бурого угля при его добычи – 23,1 USD, затраты на доставку бурого угля или торфа к ферме на расстояние 15 км от места добычи – 6,8 USD, 5 км – 2,3 USD; затраты на приготовление и внесение 1 т компоста при удалении поля от фермы на расстояние 5 км – 4,5 USD.

При сравнительной оценке агрономической эффективности УНК с традиционным ТНК установлено их равнозначное влияние на урожайность зеленой массы кукурузы – в среднем за два года 420–426 ц/га, прибавка – 99–105 ц/га (31–33%). Каждая тонна УНК окупалась 165 кг зеленой массы, что близко к окупаемости, полученной на фоне внесения ТНК (175 кг на 1 т компоста); оплата 1 кг NPK, содержащегося в компостах, также была одинаковой и составила 14,8–14,9 кг.

Внесение компоста на основе бурого угля обеспечило увеличение содержания сырого белка в зеленой массе с 5,9 до 6,9%; дополнительный выход кормовых единиц составил 27 ц/га, сырого белка – 249 кг/га, кормопротеиновых единиц – 23 ц/га при увеличении содержания переваримого протеина в 1 к.ед. на 6 г, что не имело значимых отличий по сравнению с ТНК. Содержание нитратов в зеленой массе в вариантах с применением компостов составило 227–234 мг/кг, что достоверно выше (на 15–18%), чем в неудобренном варианте; однако при существующей ПДК нитратов для зеленых кормов (500 мг/кг) зеленая масса кукурузы в опыте пригодна для использования на кормовые цели.

Последействие угленавозного и торфонавозного компостов по действию на урожай зерна ярового ячменя характеризовалось практически одинаковым эффектом, обеспечивая прибавку зерна 4,5–5,9 ц/га при выходе его с 1 гектара 21,3–22,7 ц. Окупаемость 1 тонны компостов 1-о года последействия составила 7,5–9,8 кг зерна при оплате 1 кг NPK, внесенного с компостами, 0,7–0,8 кг зерна.

Не установлено значимого влияния УНК и ТНК в последействии на аккумуляцию сырого белка в зерне, его содержание в обоих вариантах было на уровне неудобренного варианта (9,6%). Выход кормовых единиц на фоне последействия компоста на основе бурого угля достиг 25,8 ц/га, сырого белка – 176 кг/га, кормопротеиновых единиц – 22,5 ц/га, что по эффективности сопоставимо с последействием ТНК. За счет более высокой урожайности по сравнению с вариантом без удобрений превышение данных показателей соответственно достигло 5,4–7,0 ц/га, 37–49 кг/га и 4,7–6,1 ц/га.

За звено севооборота применение УНК под кукурузу позволило получить суммарную продуктивность 146 ц к.ед./га при дополнительном сборе 33 ц к.ед./га, что было на уровне ТНК, при оплате 1 т компостов 56–62 к.ед. По действию на прирост урожайности каждой культуры звена севооборота относительно суммарной прибавки продуктивности УНК соответствовал традиционному ТНК: от прямого действия компостов получено 76–80% прибавки урожайности, в 1-й год последействия – 20–24%.

Расчет коэффициентов использования элементов питания из УНК и ТНК показал отсутствие различий между ними: за звено севооборота коэффициент использования азота из компостов составил 21–22%, фосфора – 16–18%, калия – 29–30%. При этом на 1-ю культуру звена севооборота приходится большая часть элементов питания, усвоенных из компостов: кукурузой было использовано в среднем 19% азота, 12% фосфора и 27% калия, яровым ячменем соответственно 3%, 5 и 10%.

Согласно расчетам применение традиционного торфонавозного компоста в дозе 60 т/га под кукурузу нерентабельно: при доставке торфа к ферме на расстояние 5 км от места добычи убыток составил 27 USD/га; 15 км – 35 USD/га. Еще более убыточным (147–156 USD/га) было применение УНК, что обусловлено более высокой стоимостью 1 т бурого угля при условии его добычи непосредственно для изготовления компостов по сравнению с торфом. В том случае, если под кукурузу вносить компост на основе отходов бурого угля, оставшихся после его использования на промышленные нужды, то снижение затрат на его приготовление при удалении фермы от места добычи на расстояние 5 км позволило получить условно чистый доход 45 USD/га при рентабельности 22% и себестоимости 1 т к.ед. кукурузы – 74 USD. С увеличением расстояния между месторождением бурого угля и фермой до 15 км чистый доход снижался до 36 USD/га, рентабельность – до 18%.

Последействие компостов при возделывании ярового ячменя убыточно, так как размеры полученных доходов от прибавки урожая зерна не покрывали понесенные расходы. В целом за звено севооборота наименьший убыток (24 USD) получен при внесении УНК, при изготовлении которого использовали отходы бурого угля.

В полевом опыте в результате анализа почвенных образцов, отобранных перед закладкой опыта и после уборки посевов ячменя, не установлено изменения уровня pH_{KCl}, полученные величины близки к исходным показателям. Содержание гумуса в варианте без внесения удобрений имело тенденцию к снижению (–0,07%), в то время как внесение компостов обеспечило его поддержание на исходном уровне. Наиболее значимое снижение плодородия почвы по содержанию подвижных форм P_2O_5 (–11 мг/кг) и K_2O (–51 мг/кг) относительно исходного уровня установлено в варианте без удобрений. Отмечено равноценное влияние УНК и ТНК на изменение уровня фактического содержания этих элементов в почве. Внесение их в дозе 60 т/га было достаточным для поддержания бездефицитного баланса фосфора. В отличие от фосфора, вследствие большего выноса, наблюдалось уменьшение содержания калия в почве не только в неудобренном варианте, но и при использовании компостов. Однако в удобренных вариантах дефицит был менее выраженным – наметилась лишь тенденция снижения содержания калия в почве (на 9–10 мг/кг). Внесение УНК и ТНК оказало сходное влияние на активность гидролитических и окислительных ферментов в дерново-подзолистой супесчаной почве: полифенолоксидазная активность достоверно увеличилась на 14–18%, пероксидазная – на 15–21% при усилении интенсивности гумификационных процессов на 17%, минерализационных – на 7–11%; общий уровень биологической активности почвы увеличился на 12–14%.

В сельскохозяйственных организациях, расположенных недалеко от месторождений бурых углей, целесообразно для приготовления компостов с полужидким навозом использовать в качестве влаговпитывающего органического компонента отходы бурого угля, оставшиеся после его использования на промышленные нужды, из расчета на 1 тонну навоза 300 кг бурого угля.

Применение угленавозного и торфонавозного компостов с одинаковым соотношением исходных компонентов (0,3 части бурого угля или торфа на 1 часть навоза) в дозе 60 т/га под кукурузу в звене севооборота: кукуруза на зеленую массу – яровой ячмень обеспечило получение равновеликой продуктивности (146–150 ц к.ед./га) при дополнительном сборе урожая 33–37 ц к.ед./га и окупаемости 1 т компостов – 56–62 к.ед.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.) К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ

Быковская И.А., Осипова Л.В., Курносова Т.Л.
Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, Москва
bykovskaya_irina@bk.ru

На всех этапах роста и развития сельскохозяйственные культуры подвергаются действию стрессовых факторов. В процессе эволюции растения выработали комплекс защитных реакций: специфических и неспецифических, которые позволяют нормализовать состояние внутриклеточных структур и устранить или снизить последствия неблагоприятного воздействия. Однако при сильном стрессе защитная система не всегда справляется с нагрузкой, что отражается на продуктивности растений. В связи с этим необходимо разрабатывать пути повышения адаптивного потенциала растений и изучать механизмы их адаптации к неблагоприятным воздействиям. Вопрос оценки устойчивости зерновых культур имеет огромное значение, поскольку является основой для выбора сортов и агрохимических средств, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев зерна. Продуктивность современных сортов ограничивают участившиеся в последние десятилетия абиотические стрессы.

Для оценки устойчивости сортов ярового ячменя на действие различных абиотических стрессов были использованы сорта ярового ячменя: Эльф, Московский 86, Омский голозерный. Для сравнительных экспериментов по оценке действия окислительного стресса, развивающегося при действии различных видов стрессоров, были выбраны концентрации стрессоров (сахароза – имитирует засуху; NaCl – солевой стресс; $Cd(NO_3)_2$ – стресс ТМ; дикват – индуктор окислительного стресса), достоверно снижающих интенсивность роста проростков ячменя, но не оказывают токсического действия на всхожесть семян.

Проведенная оценка реакции ярового ячменя на различные виды стресса показала, что использованные сорта реагировали на действие стрессов торможением ростовых функций. Расчет индекса длинны корней (ИДК) и степени снижения длины ростка выявил зависимость этих показателей от специфики сорта. У сорта Эльф в меньшей степени изменялись линейные размеры ростка при действии всех неблагоприятных факторов, в отличии от сортов Московский 86 и Омский голозёрный. По изменению ИДК сорта располагались в аналогичном порядке.

Для повышения устойчивости ячменя применяли предпосевную обработку семян (ПОС) биогенными элементами – кремнием и селеном. Исходный адаптивный потенциал сорта Эльф был выше, чем у сорта Московский 86 и Омский голозерный. ПОС повысила поглотительную

способность корневой системы, различия в адаптивных возможностях между сортами снизились.

Специфика действия различных элементов заключалась в способности поглощать азот и включать его в белки надземной массы после перенесенного окислительного стресса различается у сортов. По этим показателям оценивали стрессоустойчивость ячменя и эффективность применения биогенных элементов.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАХОТНО-ПРИГОДНЫХ ПОЧВ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ГОРНОГО АЛТАЯ

Ельчининова О.А.[1], Кузнецова О.В.[1,2], Сойёнова И.Н.[2], Чичинова Г.В.[1]
[1]Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул
[2]Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск
gafivep@mail.gorny.ru

Степные котловины – характерный элемент рельефа Горного Алтая. Они относятся к внутригорным эрозионно-тектоническим впадинам и понижениям и располагаются на высоте от 500 до 2500 м над уровнем моря. В центральной и преимущественно юго-восточной части на высоте 1100 м располагаются высокогорные сухие котловины, на высоте 500-1100 м – среднегорные. Общей особенностью климата этих территорий является его континентальность и сухость. В соответствии со значениями коэффициента увлажнения в среднегорных котловинах состояние атмосферного увлажнения изменяется от неустойчивого до недостаточного. Высокогорные котловины оцениваются как засушливые. Поэтому изучение физико-химических, физических и водных свойств имеет важное значение для управления и оптимизации водного режима с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Целью настоящей работы было изучение основных физико-химических и водно-физических свойств почв межгорных котловин Горного Алтая при разных типах сельскохозяйственного использования (пашня, сенокос, пастбище).

Объектами исследования были почвы высокогорных (Чуйской, Курайской) и среднегорных (Канской и Уймонской) котловин.

При проведении исследований были использованы общепринятые в почвоведении и агрохимии методы. Физико-химические, водные и физические свойства определяли по Е.В. Аринушкиной, гранулометрический состав – по методу Н.А. Качинского, структурное состояние методом сухого просеивания.

Исследованные почвы – каштановые и светло-каштановые высокогорных котловин, темно-каштановые почвы и черноземы обыкновенные среднегорных котловин характеризуются легким гранулометрическим составом с высоким содержанием крупнозема, резким снижением содержания гумуса и ёмкости катионного обмена вниз по профилю, слабощелочной и щелочной реакцией среды, хорошим и отличным структурным состоянием. Ухудшение показателей физико-химических свойств отмечается в ряду: черноземы обыкновенные – темно-каштановые – каштановые – светло-каштановые почвы. По плотности гумусового горизонта почвы сенокоса и пастбища относятся к группе почв, богатых органическим веществом. Значительная плотность отмечена также в черноземе обыкновенном под пашней, где на протяжении многих десятилетий применяется обычная отвальная вспашка, минимальная – в темно-каштановой почве под пашней, где в последние годы проводится обработка дискатором, основное назначение которого – подготовка почвы к посеву без предварительной вспашки. Значения плотности пахотного горизонта на пашне соответствуют типичным величинам для культурной или свежевспаханной пашни. С глубиной почвенного профиля этот показатель увеличивается. Плотность твердой фазы изменяется незначительно. В верхних органогенных горизонтах сенокоса и пастбища её величина невысокая за счет содержания органического вещества. В нижележащих горизонтах она немного выше и соответствует плотности твердой фазы для минеральных почв. Порозность исследуемых почв находится в обратной зависимости от плотности. Порозность верхних горизонтов отличная, и горизонты соответствуют культурно-пахотному слою. В нижележащих горизонтах пористость удовлетворительная. Гигроскопическая влажность исследуемых почв изменяется в широких пределах – от 0,7 до 9,9%. Показатель максимальной гигроскопичности в супесчаных горизонтах низкий (2-4%) и более высокий – в суглинистых (4-7%). Влажность устойчивого завядания колеблется от 2,7 до 11,7%, полная влагоемкость – от 25,9 до 50,4%.

Сравнение показателей физико-химических и водно-физических свойств исследованных почв межгорных котловин Горного Алтая с таковыми однотипных почв Алтайского края и прилегающих регионов Западной Сибири свидетельствует об их близости и даже некотором превосходстве.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ИЗ КОНТРАСТНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН

Журавлева А.С., Галушко А.С.
Агрофизический институт, Санкт-Петербург
zhuravlan@gmail.com

Антропогенные изменения почв, в частности, такие, как нефтезагрязнение, являются актуальной проблемой последних десятилетий. Нефтезагрязнение неизбежно оказывает влияние на состав и структуру почвенного микробного сообщества. Специфика изменений сообществ микроорганизмов зависит от многих факторов: таксономического состава аборигенной микрофлоры, количества и состава внесенных нефтепродуктов, вида и особенностей почвы, а также особенностей климата.

В биоремедиации нефтезагрязненных почв главную роль играет деятельность микроорганизмов, устойчивых к воздействию нефти и способных усваивать как сами углеводороды, так и промежуточные продукты их разложения.

В различных климатических зонах различны как таксономический состав микробного сообщества в целом, так и состав групп нефтедеструкторов, приспособленных к данным температурным условиям и другим особенностям климата. Температура определяет интенсивность микробиологического разложения нефтепродуктов: термотолерантные и термофильные бактерии, как правило, обладают более высокой скоростью метаболизма, нежели мезофильные. При этом, наличие термофильных микроорганизмов показано даже в регионах с холодным климатом, что предположительно связано с изменением глобального климата в сторону повышения температуры и повышения амплитуды колебаний температур.

Для ремедиации нефтезагрязненных почв в условиях высоких температур целесообразно применять термофильные и термотолерантные бактерии нефтедеструкторы, обладающие ускоренным обменом веществ и приспособленные к экстремальным условиям. В то же время выявление термофильных нефтедеструкторов в более холодных регионах может быть перспективным для дальнейшего их использования в биоремедиации нефтезагрязненных почв этих зон.

В 2017-2018 гг. производилось выделение термофильных культур бактерий из проб, взятых с нефтезагрязненных территорий на Апшеронском полуострове. Культивирование бактерий осуществлялось при температуре 60°С на жидкой питательной среде Ворошиловой-Диановой (ВД) с добавлением ацетата натрия. Были выделены чистые культуры, осуществлены их микроскопирование и описание. В дальнейшем будет проведена их идентификация с помощью генетических методов и

апробирование культур в качестве потенциальных деструкторов отдельных углеводородов, а также сходное исследование аборигенных бактерий-нефтедеструкторов для другого региона с отличающимся климатом.

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И ВЫХОД САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ В ПЛОДОВОМ ПИТОМНИКЕ

Клименко Н.И., Клименко О.Е., Попов А.И.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
olga.gnbs@mail.ru

В агроценозе плодового питомника происходит значительное расходование элементов минерального питания из почвы и интенсивное механическое воздействие. Для пополнения запаса элементов питания была разработана система внесения высоких доз минеральных удобрений. Использование такой системы удобрений на протяжении многих лет привело загрязнению почв и самих культурных растений (Кузнецова, Тыщенко, 2015; Носко, 2002). Поэтому особое значение приобретают разработки новых экологизированных способов повышения плодородия почвы, обогащения микробного разнообразия в агроэкосистеме плодового питомника за счет интродукции в микробоценоз активных штаммов полезных микроорганизмов и применения микробных препаратов (МП).

Исследование бактеризации корневой системы саженцев косточковых культур МП изучено довольно подробно, в том числе и в наших исследованиях (Клименко и др., 2013, 2016; Мельничук и др., 2007; Klymenko et al. 2010). Однако в плодовом питомнике семечковых плодовых культур такие исследования немногочисленны (Рябцева и др., 2005; Aslantas et al., 2007).

В связи с этим целью исследования было изучить влияние МП на рост и выход саженцев яблони, а также питательный режим почвы в плодовом питомнике.

Для достижения поставленной цели были проведены двухлетние полевые мелкоделяночные опыты в плодовом питомнике Никитского ботанического сада в 2016-2018 гг. Вариантами опыта были МП: Азотобактерин (АБ), созданный на основе штамма *Azotobacter chroococcum* 10702 (ассоциативный азотфиксатор) и комплекс микробных препаратов (КМП), состоящий из смеси в равных соотношениях суспензий МП: Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид. Контроль – без применения МП. Исследовали подвой ЕМ-IX и привитые на нем сорта: Ренет Симиренко и Голден Делишес. Почва опытного участка – лугово-черноземная карбонатная на аллювиальных глинистых отложениях.

Установлено, что примененные МП положительно воздействовало на рост подвоев, приживаемость глазков привоя и степень их зимостойкости. МП повышали зимостойкость глазков сорта Голден Делишес на 7-9%. Использование МП в основном стимулировало рост подвоев. Увеличению прироста диаметра штамба в большей мере способствовал АБ на обоих сортах, как препарат, проявляющий способность к ростстимуляции и азотфиксации, что в среднем за 2 года увеличивало этот показатель на 11-12% по отношению к контролю, хотя в 2017 г. достигало 67% на сорте Ренет Симиренко.

Прирост диаметра штамба саженца перед выкопкой у обоих сортов значительно увеличивался при применении МП, что свидетельствует о стимуляции ими роста. Наиболее существенное и достоверное увеличение этого показателя произошло под действием КМП на сорте Ренет Симиренко на 1,8 мм (35%) и АБ на сорте Голден Делишес на 0,9 мм (18%) от контроля.

Установлено стимулирующее влияние МП на рост и выход привитых саженцев яблони. Оба препарата способствовали значительному увеличению количества полученных стандартных саженцев с гектара: АБ – на 20%, КМП – на 15% от контроля. Это составляло дополнительно 10 и 7,7 тыс. шт. стандартных саженцев при применении АБ и КМП соответственно. Следовательно, сорт Голден Делишес оказался более отзывчивым на применение МП, наиболее эффективным на этом сорте, судя по увеличению количества саженцев, полученных с гектара, является АБ.

Применение МП привело к увеличению содержания гумуса в первом поле питомника под растениями подвоев яблони на 0,21-0,67%, особенно значительно при использовании АБ на 17 относительных процентов. При бактеризации ризосферы саженцев яблони МП улучшались условия питания: возрастало содержание подвижных форм элементов питания. АБ способствовал накоплению нитратного азота в почве на 3,6 мг/кг (18%) и обменного калия на 23 мг/кг (4%) по отношению к контролю. Содержание подвижного фосфора имело тенденцию к увеличению под действием МП на 0,4-1,6 мг/кг почвы.

Во втором поле питомника под саженцами яблони при использовании АБ произошло увеличение содержания нитратного азота и подвижного фосфора в почве под обоими сортами яблони на 7-24% от контроля. Применение КМП существенно увеличивало содержание нитратного азота под саженцами сорта Голден Делишес и создавало тенденцию к увеличению содержания фосфора и калия под саженцами ‘Ренет Симиренко’ на 7,8 и 36 мг/кг соответственно по сравнению с контролем. Установлена криволинейная достоверная зависимость содержания гумуса в почве от числа саженцев, полученных с единицы площади при применении МП, R^2 = 0,832. Зависимость показывает, что при увеличении числа саженцев с единицы площади за счет применения МП до 5-10 тыс. шт./га, содержание гумуса в

почве существенно не меняется. Если эта величина становится выше – содержание гумуса в почве резко падает, вследствие потребления его микробиотой. Это еще раз доказывает необходимость внесения в почву свежего органического вещества (навоз, солома, растительные остатки, посев сидератов, многолетних трав в севообороте и др.) при применении МП.

Выводы

1. Установлено, что КМП увеличивал приживаемость, АБ усиливал рост подвоев яблони ЕМ-IX. Состояние растений и число прижившихся глазков яблони несколько улучшал КМП для сорта Ренет Симиренко, АБ – для сорта Голден Делишес. МП повышали зимостойкость глазков сорта Голден Делишес на 7-9%. При применении МП отмечено увеличение общего выхода саженцев яблони на 3-8% или на 2-5 тыс. шт. с гектара. Число стандартных саженцев также увеличивалось под действием МП, наиболее интенсивно на сорте Голден Делишес под действием АБ на 20% по сравнению с контролем.
2. Показана индивидуальная реакция сорта на взаимодействие с интродуцированными бактериями. Для сорта Ренет Симиренко наиболее эффективной по большинству показателей была ассоциация с бактериями биоосновой препарата КМП, для сорта Голден Делишес – АБ.
3. В первом поле питомника применение МП способствовало увеличению содержания гумуса и элементов питания в почве. При использовании АБ произошло накопление нитратного азота и обменного калия, КМП – подвижного фосфора. В почве под саженцами при применении МП отмечено снижение содержания гумуса, но увеличение содержания элементов питания, в большей мере под действием АБ.
4. Установлено, что при увеличении выхода саженцев под действием МП более чем на 10 тыс. штук/га, необходимо внесение в почву свежего органического вещества во избежание значительного снижения содержания гумуса.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МИКРОБОЦЕНОЗА ТЮЛЬПАНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ БАКТЕРИЗАЦИИ

Клименко Н.Н.
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь
ninaklymenko@yandex.ru

Тюльпаны – высокодекоративные луковичные растения, которые повсеместно используются в озеленении населенных пунктов, а также создании цветочных композиций. При возделывании данной культуры для улучшения почвенного плодородия, снижения уровня заболеваемости

применяют минеральные удобрения и пестициды. При этом наблюдается загрязнение окружающей среды различными токсичными веществами: тяжелыми металлами, остатками пестицидов и т.д. В связи с этим, в свете глобального тренда, направленного на биологизацию сельскохозяйственного производства (в частности, цветоводства), необходимо проводить поиск новых, экологически безопасных приемов повышения почвенного плодородия и оздоровления почвы от болезней и вредителей. Одним из таких приемов является применение микробных препаратов на основе функциональных штаммов микроорганизмов, выделенных из ризосферы или эпифитной зоны различных культурных или дикорастущих растений. Такие препараты способны улучшать азотное и фосфорное питание растений, стимулировать их рост, корнеобразование, повышать урожайность и качество получаемой продукции, а также стимулируют развитие полезной микрофлоры. В настоящей работе нами было изучено влияние микробных препаратов Аурил (биоагент *Bacillus subtilis* 01-1; оказывает антагонистическое воздействие на фитопатогены, имеет ростостимулирующую активность) и Комплекса микробных препаратов, состоящего из Диазофита (биоагент *Agrobacterium radiobacter* 204, обладает способностью к азотфиксации и ростостимулирующим эффектом, улучшает азотное питание растений), Фосфоэнтерина (биоагент *Enterobacter nimipressuralis* 32-3, обладает фосфатмобилизирующей и ростостимулирующей активностью) и Биополицида (биоагент *Paenibacillus polymyxa* П, подавляет патогенную микрофлору) на численность бактерий основных эколого-трофических групп в ризосфере тюльпанов сортов Anna Krasavitsa, Curle Suew и Скиф.

Исследования показали, что под влиянием микробных препаратов в ризосфере тюльпанов возрастала численность бактерий, участвующих в трансформации различных форм органического вещества почвы. Так, численность аммонифицирующих бактерий увеличивалась в ризосфере тюльпанов сорта Anna Krasavitsa под действием Аурила на 33% по сравнению с контролем. Наибольшее количество бактерий, утилизирующих аммонийный азот, отмечено в ризосфере тюльпанов сортов Anna Krasavitsa и Curle Suew при бактеризации Аурилом и КМП соответственно. Бактеризация положительно повлияла также на численность фосфатмобилизующих бактерий в ризосфере тюльпанов: повышала их в среднем на 26-56% относительно контроля. Численность бактерий олиготрофной экологической ниши – олигонитрофильных и олиготрофных микроорганизмов – увеличивалась под воздействием КМП в ризосфере тюльпанов сортов Скиф и Curle Suew на 2-68% по сравнению с контролем соответственно. Микромицеты – группа почвенных микроскопических грибов, принимающих участие в гумусообразовании, однако некоторых их представители могут выступать фитопатогенами. Внесение микробных препаратов в ризосферу

тюльпанов оказывало следующее воздействие на численность грибов: при использовании Аурила и КМП на сорте Anna Krasavitsa оно снижалось в 1,3-1,5 раз по сравнению с контролем; для сорта Curle Suew Аурил способствовал повышению численности микромицетов в 2,6 раз, а КМП – снижал в 1,9 раз относительно контроля. Для сорта Скиф микробные препараты повышали численность грибов в 1,5-1,8 раза по сравнению с контролем.

Бактеризация ризосферы микробными препаратами способствовала увеличению численности целлюлолитических бактерий в ризосфере тюльпанов сортов Anna Krasavitsa и Curle Suew в среднем в 3,4 раза по сравнению с контролем. Однако в ризосфере тюльпанов 'Скиф' использование Аурила и КМП наоборот снижало число бактерий данной эколого-трофической группы в 2,3-5,0 раз против контроля.

Таким образом, внесение микробных препаратов в ризосферу тюльпанов в общем положительно повлияло на численность бактерий основных эколого-трофических групп: увеличивало количество аммонификаторов и амилолитических микроорганизмов на 19-33 %, фосфатмобилизаторов – на 41 %, бактерий олиготрофной экологической ниши – на 68 %, целлюлолитиков – в 3,4 раза по сравнению с контролем соответственно. Количество микромицетов увеличивалось под действием Аурила и КМП в 1,8 и 2,1 раза против контроля соответственно. Это свидетельствует о достаточной обеспеченности почвы свежим органическим веществом и дальнейшей его трансформации почвенными микроорганизмами.

БИОЛОГИЗАЦИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В САДОВОДСТВЕ И ВИНОГРАДАРСТВЕ

Клименко О.Е., Плугатарь Ю.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
olga.gnbs@mail.ru

Интенсификация сельскохозяйственного производства, которая предусматривает применение высокопродуктивных сортов растений, высокопроизводительной техники, высоких доз минеральных удобрений, пестицидов, мелиорантов, стимуляторов роста, дорогостоящих систем орошения, сопровождается всевозрастающим вложением энергии. Это в конечном итоге приводит к деградации почв и загрязнению природной среды (воды, атмосферы, почвы) остаточными количествами пестицидов, минеральными удобрениями, тяжелыми металлами, что отражается на экологической и продовольственной безопасности страны (Миркин, 1997; Жученко, 1998; Миркин и др., 1999; Миркин, Хазиахметов, 2000; Милащенко

и др., 2000; Brown, 1994, 1996). Суммарная площадь почв, подверженных разрушению и деградации за всю историю человечества составляет 20 млн. км ^{2}, общая площадь пахотных земель современного мира — 15 млн. км ^{2}. Человечество встало перед угрозой глобальной экологической катастрофы. При интенсификации происходит деградация почвенного плодородия, связанная со снижением содержания гумуса, питательных макро- и микроэлементов.

В садоводстве и виноградарстве степень деградации почв при интенсификации усугубляется длительной монокультурой, которая приводит к упрощению структуры ландшафта, уменьшению числа ярусов растительного покрова, развитию специфического набора фитофагов и патогенов, обеднению микробного разнообразия. Кроме того, в районах с недостаточной влагообеспеченностью, содержание почвы под черным паром, при снижении доз органических удобрений, привело к преобладанию процессов минерализации над процессом гумификации в почве, значительным потерям гумуса, развитию ирригационной и ветровой эрозии, уплотнению почвы, разрушению агрономически ценной структуры. Интенсивные механические обработки почвы и химические обработки растений, производимые в рядах многолетних насаждений, приводят к переуплотнению почвы и загрязнению остатками пестицидов.

Для решения проблемы деградации экологами всего мира разрабатываются концепции и системы альтернативных методов ведения сельскохозяйственного производства с целью приближения свойств искусственных экосистем к свойствам природных комплексов. Наиболее известные из них: экстенсивная стратегия (т.н. биологическое земледелие), а также перспективная стратегия компромиссного экологически ориентированного управления агроэкосистемами. Недостатком первой системы является снижение урожайности в связи со значительным уменьшением применения минеральных удобрений, пестицидов и, следовательно, снижение экономической эффективности. Применение этой системы возможно в ограниченном масштабе и при значительных государственных субсидиях. Второй вариант (компромиссное, адаптивное земледелие) соответствует идеям устойчивого развития мирового сообщества – решение проблемы продовольственной безопасности и сохранение природной среды для будущих поколений. В этом варианте антропогенные вложения умеренны, но достаточно существенны (до 200 кг/га удобрений, периодическое применение малоопасных пестицидов третьего поколения, в особенности гербицидов, необходимых для подавления сорных растений при использовании энергосберегающей безотвальной обработки почвы), при условии активизации биологического потенциала агроэкосистемы (Миркин, Хазиахметов, 2000; Шикула, 2004). Последняя включает повышение доли почвовосстанавливающих культур, посев сидератов, многолетних трав,

использование всей вторичной биологической продукции агроэкосистемы (отходы переработки зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, обрезки лозы и побегов и т.д.). Проявлением адаптивного подхода является беспахотное земледелие (нулевая и минимальная обработка) с мульчированием поверхности растительными остатками.

Для повышения устойчивости и продуктивности агроценозов садов и виноградников при сохранении принципа устойчивого развития вводится адаптивная система садоводства (Трубилин и др., 2004, Дорошенко и др., 2005). Адаптивная система садоводства основана на принципе биологизации, введенном академиком А.А. Жученко (2008), и предусматривает более эффективное управление адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценозов и агроландшафтов с целью обеспечения их высокой продуктивности, экологической устойчивости, ресурсоэнергоэкономичности и рентабельности. Биологизация направлена на преимущественное использование биологических, а не химических и технических факторов для повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Эта система предусматривает применение средне- и сильнорослых высокоадаптивных сортов, устойчивых к грибковым заболеваниям, привитых на полукарликовых среднерослых клоновых или семенных подвоях, не требующих опоры. Минимальные дозы удобрений, в том числе минеральных, которые вносят в почву только до начала вегетации плодовых деревьев в виде подкормок, биологизированная защита от вредных организмов, в частности значительный спектр биопрепаратов, дерново-перегнойная система содержания междурядий, в приствольной полосе – по системе черного пара механическим способом.

Биологизация садоводства включает улучшение физических, химических и биогенных свойств почвы за счет применения дерново-перегнойной системы или паро-сидеральной системы содержания междурядий, микробных удобрений различного спектра действия и их комплексов, снижения доз минеральных удобрений, минимальной обработки почвы. Дерново-перегнойная система содержания почвы предусматривает создание дернового покрытия междурядий сада (виноградника) злаково-бобовыми смесями (райграс, мятлик, овсяница, люцерна, клевер, эспарцет и др.), которые обеспечивают быстрое создание растительного покрова с большой биомассой (7-10 т/га сухой массы в год). Обязательное присутствие бобовых растений для образования биологического азота. Микробные удобрения создаются на базе активных штаммов микроорганизмов. Вступая в ассоциацию с растением, они фиксируют азот из воздуха, повышают доступность растениям труднорастворимых фосфатов, улучшают питание растений, стимулируют их рост, защищают растения от патогенов, повышают иммунитет, способствуют образованию гумуса в почве, обогащают ее подвижными формами элементов питания. Эти

микроорганизмы являются сапрофитами и требуют присутствия свежего органического вещества, что обеспечивается дерново-перегнойной системой содержания почвы и при совместном их использовании усиливают эффект ассоциативных микроорганизмов.

Наши исследования показывают, что биомасса сеяных трав (райграс + люцерна) на винограднике в предгорном Крыму составляла в среднем 9 т/га в год. Содержание элементов питания в травах было высоким по азоту за счет присутствия люцерны. Ежегодно с биомассой трав в почву попадало до 150 кг азота, 38 кг/га фосфора и более 200 кг/га калия. Это положительно сказалось на их содержании в почве и листьях винограда. Применение МП на фоне трав способствовало усилению минерализации поступающего органического вещества и значительному увеличению содержания элементов питания в почве. По азоту наибольшую прибавку до 20-22 мг/кг давал КМП, по фосфору – ФЭ и КМП, что составляло более 100 кг/га нитратного азота и 170 кг/га подвижного фосфора в 60-см слое почвы. Это было связано не только с поступлением фосфора с сеяными травами, но и, в основном, с тем, что интродуцированные бактерии способствовали переводу труднорастворимых фосфатов в подвижное состояние. Содержание обменного калия в почве также увеличивалось под действием задернения травами (незначительно) и совместного влияния трав и МП. Прибавки были существенными при использовании ФЭ и КМП по задернению на 50-76 мг/кг, максимально при использовании КМП. На фоне смеси сеяных трав применение МП вызвало значительное накопление элементов питания в листьях. Максимальное накопление азота и калия в листьях произошло при использовании КМП (существенное для калия), по фосфору – при применении ФЭ как фосфатмобилизатора. Запасы гумуса в почве при биологизации увеличивались на 15-30 т/га в слое 0-60 см.

Все это приводило к увеличению продуктивности винограда. Наибольший урожай получен при применении КМП, что превышало урожай, полученный на черном пару без применения МП на 6 т/га (18%). Во многом это связано с улучшением минерального питания винограда.

Таким образом, задернение, и, особенно, совместное применение трав и МП позволяет снизить нормы внесения азота и фосфора на 30-50 кг/га, калия – на 50-100 кг/га. Усилить рост растений без применения искусственных стимуляторов. Повысить содержание и запас гумуса на 10-17%. Повысить продуктивность растений на 18-20%. Улучшить качество плодов (повышение содержания сахаров и аскорбиновой кислоты, снижение кислотности). Лучшим по комплексу показателей признано сочетание смеси сеяных злаково-бобовых трав и внесение КМП в ризосферу.

При дефиците оросительной воды оптимальным приемом оптимизации садового агроценоза является система озимых сидератов. Такая система с включением смесей злаковых и бобовых культур позволяет при дефиците

оросительной воды повысить влагозапас в почве после запахивания сидератов, стабилизировать содержание гумуса, увеличить содержание элементов питания, повысить продуктивность сада на 10-20%. Наиболее эффективным является применение злаково-бобовой смеси (вика + пшеница (тритикале)) через год.

Применение биоудобрений при выращивании привитых саженцев персика и черешни является рентабельным и вызывает значительный экономический эффект за счет повышения плодородия почвы, усиления питания и роста саженцев, улучшения их качества при использовании минимальных доз минеральных удобрений. Наиболее эффективными биоудобрениями оказались Фосфоэнтерин и Комплекс микробных препаратов.

Таким образом, биологизация садоводства и виноградарства позволит при экономии энергоресурсов создавать устойчивые продуктивные насаждения на принципах экологизации и устойчивого развития.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Несмеянова М.А., Дедов А.В., Михина Е.А.
Воронежский Государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Воронеж
marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

В настоящее время сельскохозяйственное производство столкнулось с такой проблемой, как резкое и систематическое снижение плодородия почвы. В числе основных причин данного негативного явления называют недостаточное внесение в почву органических и неэффективное использование минеральных удобрений, нерациональную обработку почвы, несовершенство технологий возделывания культур, неадаптивность систем земледелия местным почвенно-климатическим условиям.

Одной из культур, характеризующейся высокой популярностью у сельскохозяйственных производителей в ЦЧР, является подсолнечник, возделываемый, как правило, в зернопаропропашном или зернопропашном севообороте. С целью получения высоких урожаев данная культура возделывается в основном по интенсивной технологии – с применением высоких доз минеральных удобрений и широком использовании пестицидов.

Довольно перспективным приемом перевода интенсивной технологии возделывания масличной культуры на биологизированную является включение в звено севооборота с подсолнечником пожнивной сидерации и бобовых трав. Проведенные ранее в данном направлении исследования не

смогли охватить проблему со всех сторон, поэтому актуальность изучения приемов биологизации при возделывании подсолнечника остается довольно высокой.

Целью нашего исследования являлось установление влияния различных приемов повышения плодородия почвы (органические и минеральные удобрения и их комбинации, бобовые травы в качестве компонентов межвидового агрофитоценоза) на его основные показатели и урожайность подсолнечника.

Исследования проводились на черноземе типичном, глинистом. На момент закладки опыта (2015 г.) содержание гумуса в слое почвы 0-30 см составило 5,0%, реакция почвенного раствора – слабокислая. Содержание обменного калия – 176 мг/кг почвы (по Чирикову), содержание подвижного фосфора – 108 мг/кг почвы (по Чирикову), содержание гидролизуемого азота – 51,5 мг/кг почвы, сумма обменных оснований – 35,6 смоль-экв/кг.

Возделывание подсолнечника осуществлялось в севообороте пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник / кукуруза. Технологии возделывания культур, за исключением изучаемых приемов, общепринятые для Центрально-Черноземного региона. Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта [3]. Площадь учетной делянки – 100 м^2. Повторность – трехкратная. Размещение вариантов – рендомизированное.

Схема опыта:

Фактор А. Бинарный компонент подсолнечника:

1. Одновидовой посев подсолнечника – контроль
2. Бинарный компонент – вика яровая
3. Бинарный компонент – эспарцет песчаный

Фактор Б. Приемы повышения плодородия почвы:

1. Пожнивно-корневые остатки ячменя (фон) – контроль
2. Фон + солома ячменя
3. Фон + пожнивной сидерат редька масличная
4. Фон + $N_{24}P_{24}K_{24}$
5. Фон + солома ячменя + $N_{24}P_{24}K_{24}$
6. Фон + солома ячменя + пожнивной сидерат редька масличная
7. Фон + пожнивной сидерат редька масличная + $N_{24}P_{24}K_{24}$
8. Фон + солома ячменя + пожнивной сидерат редька масличная + $N_{24}P_{24}K_{24}$.

Измельченная солома ячменя заделывалась в почву на глубину 10-12 см дисковыми орудиями в день уборки предшественника. Зеленая масса сидеральной культуры редьки масличной также заделывалась в почву дисковым орудием на глубину 10-12 см (фаза развития – массовое цветение). Минеральные удобрения (азофоска) вносились в полном объеме при посеве.

Основная обработка почвы – вспашка на глубину 20-22 см. Средства защиты растений не применялись.

В звене севооборота ячмень – подсолнечник применялись сорта и гибриды: ячмень – сорт Вакула, подсолнечник – гибрид НК Брио, редька масличная – сорт Тамбовчанка, вика яровая – сорт Никольская, эспарцет песчаный – сорт Павловский.

Годы исследований: 2016 – 2018 гг. характеризовались различной увлажненности вегетационного периода. Согласно значением ГТК, 2016 год был избыточно влажным (ГТК = 2,6), 2017 и 2018 годы – засушливые (ГТК = 0,8).

Все исследования, анализы и наблюдения проводились по общепринятым методикам. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом через каждые 10 см до глубины 100 см; содержание в почве подвижного (P_20_5) фосфора и обменного (K_20) калия – по Чирикову; содержание детрита – по методике Н.Ф. Ганджары; содержание в почве общего гумуса – по Тюрину в модификации Симакова (окисление по Никитину). Урожайность определялась сплошным методом с пересчётом на стандартную влажность и 100%-ую чистоту. Дисперсионный анализ основных результатов исследования проведен при помощи компьютерных программ.

Определение влажности почвы под посевами подсолнечника в различные фазы его вегетации показало, что изучаемые приемы повышения плодородия почвы оказали существенное влияние на запасы доступной влаги. Так, к моменту всходов подсолнечника наиболее высокие запасы доступной влаги в пахотном слое почвы (0 – 30 см) были сформированы на вариантах применения в звене севооборота ячмень – подсолнечник пожнивной сидерации: 39 мм – при использовании зеленого удобрения в чистом виде, 41 мм – при совместном применении с соломой ячменя и 40 мм – при совместном использовании с соломой и минеральным удобрением. Применение в качестве источника элементов питания отдельно соломы, удобрения и их совместного использования не оказали заметного влияния на изменение влажности почвы.

К моменту наступления фазы цветения подсолнечника по всем изучаемым вариантам в слое почвы 0 – 30 см сложился удовлетворительный запас доступной влаги, варьирующий в пределах от 25 до 31 мм при одновидовом посеве подсолнечника, от 27 до 32 мм – при совместном посеве с викой яровой и от 26 до 30 мм – при совместном посеве с эспарцетом. При этом практически все изучаемые приемы повышения плодородия характеризовались увеличением запасов доступной влаги в почве. Наибольшие запасы доступной влаги в критический период подсолнечника были отмечены при его бинарных посевах по фону совместного использования минерального удобрения, соломы ячменя и пожнивной

сидерации: 60 и 63 мм – в слое 0 – 50 см и 97 и 98 мм – в метровом слое почвы, что превышало контрольные показатели на 14 – 20 мм.

К концу вегетационного периода подсолнечника по всем вариантам отмечалось снижение содержания в почве доступной влаги. Тем не менее, к полной спелости масличной культуры содержание доступной влаги в слоях почвы 0 – 30, 0 – 50 и 0 – 100 см под бинарными посевами подсолнечника было выше, чем под его одновидовым посевом.

Важное значение при формировании почвенного плодородия принадлежит регулированию питательного режима, заключающегося в рациональном использовании основных элементов питания. Нами было установлено, что к всходам подсолнечника высокие запасы доступного фосфора и обменного калия были сформированы при совместном применении пожнивной сидерации с соломой, а также с минеральными удобрениями и с соломой и минеральными удобрениями. Наиболее высокие показатели были свойственны для комплексного применения соломы ячменя, зеленого и минерального удобрения: 175 мг/кг почвы – подвижного фосфора и 196 мг/кг почвы обменного калия, что превышало вариант возделывания подсолнечника только по фону пожнивно-корневых остатков соответственно на 39 и 20 мг/кг почвы.

Снижение содержания в почве обменного калия в течение периода вегетации подсолнечника отмечалось по всем изучаемым вариантам, но под бинарными посевами подсолнечника оно протекало менее интенсивно. Так, если под одновидовым посевом снижение содержания в почве обменного калия к фазе цветения подсолнечника составило 3…29%, то под бинарными посевами – 9…14 (с викой) и 9…22% (с эспарцетом).

Что касается подвижного фосфора, то его содержание в почве к фазе массового цветения подсолнечника также уменьшилось: на 10…24% при одновидовом посеве, на 10…18% – при посеве с викой и на 9…18% – при посеве с эспарцетом.

Таким образом, в течение вегетационного периода совместные посевы подсолнечника с бобовыми травами, несмотря на интенсивное потребление основных элементов питания для формирования биомассы, обеспечивали их рациональный расход и формирование в почве их хорошего запаса.

Важная роль в формировании плодородия почвы принадлежит детриту. Все варианты приемов повышения плодородия почвы с применением пожнивной сидерации характеризовались существенно более высокими запасами детрита в почве к фазе всходов основной культуры: 0,321-0,333%. Прибавка детрита на вариантах с соломой и минеральными удобрениями (как по отдельности, так и при совместном использовании) несущественна.

Аналогично и к полной спелости подсолнечника варианты с применением пожнивной сидерации в чистом виде и в комплексе с другими приемами обеспечивали формирование более высокого по сравнению с

контролем запаса детрита в почве: 0,328 – 0,353% при бинарных посевах с викой и 0,333 – 0,364% – при посевах с эспарцетом, тогда как на контрольном варианте этот показатель составил 0,299%. Формирование высокого запаса детрита на данных вариантах, по нашему мнению, связано с поступлением в почву большего количества растительных остатков с узким соотношением углерода к азоту, что обеспечило ускорение темпов их разложения.

Создание в почве удовлетворительного запаса доступной влаги, рациональный расход основных элементов питания и увеличение содержания в почве детрита, основного источника элементов питания, сыграло важную роль в формировании урожайности подсолнечника. В среднем за три года исследований более высокая урожайность получена при бинарных посевах подсолнечника по фону совместного применения соломы ячменя, пожнивной сидерации и минерального удобрения: 3,14 т/га при посеве с викой яровой и 3,09 т/га – при посеве с эспарцетом.

При этом стоит отметить, что формирование существенно более высокой по сравнению с контролем урожайности на данных вариантах отмечалось как в засушливых, так и в избыточно влажных условиях вегетационного периода.

С целью повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника рекомендуется его возделывание в бинарных посевах с бобовыми травами (викой яровой или эспарцетом песчаным) по органо-минеральному фону (солома ячменя, пожнивная сидерация редьки масличной и $N_{24}P_{24}K_{24}$).

АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Несмеянова М.А., Новикова Л.А., Дедов А.В.
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Воронеж
marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

Сельскохозяйственная деятельность человека во все периоды развития земледелия характеризовалась и характеризуется высокими нагрузками на почву, выполняющую главную роль в функционировании любой наземной экосистемы. Отчуждение из биологического круговорота значительной части созданной в агроценозе биомассы и ежегодные отвальные обработки почвы привели к нарушению равновесия системы, к существенному снижению количества поступающих в почву источников органического вещества, к ярко выраженным изменениям его качественного состава, усилению процессов минерализации.

Для оптимизации гумусного состояния почв необходимо все мероприятия хозяйственной деятельности направлять на формирование таких условий, когда получение высоких и стабильных урожаев будет протекать без деградации почвенного плодородия. В связи с этим кафедрой земледелия Воронежского ГАУ в 2010 году был заложен многофакторный опыт по изучению влияния различных приемов повышения плодородия почвы и основной обработки почвы на его основные показатели. При этом основное внимание было уделено динамике органического вещества в почве под подсолнечником.

Схема опыта представлена следующими вариантами:

Фактор А – приемы повышения плодородия почвы: 1) пожнивно-корневые остатки и солома ячменя (фон) – контроль; 2) фон + пожнивный сидерат редька масличная + донник желтый в качестве бинарного компонента подсолнечника; 3) фон + пожнивный сидерат редька масличная + люцерна синяя в качестве бинарного компонента подсолнечника.

Фактор Б – приемы основной обработки почвы: 1) отвальная вспашка на глубину 20-22 см; 2) дисковая обработка на глубину 10-12 см; 3) безотвальная обработка на глубину 20-22 см.

Возделывание подсолнечника осуществлялось в севообороте пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник / кукуруза по общепринятой для ЦЧР технологии за исключением изучаемых приемов. Минеральные удобрения не вносились.

Исследования проводились на черноземе типичном, глинистом. Агрохимическая характеристика участка на момент закладки опыта (2010 г.) была следующая: содержание гумуса 5,3%, содержание обменного калия – 184 мг/кг почвы (по Чирикову), содержание подвижного фосфора – 113 мг/кг почвы (по Чирикову), содержание гидролизуемого азота – 52,9 мг/кг почвы, сумма обменных оснований – 34,1 смоль-экв/кг, кислотность почвы (рНсол) – 5,6.

Исследования проводились в 2011 – 2016 годах, которые характеризовались различными агроклиматическими характеристиками: согласно значению гидротермического коэффициента, 2011 год был слабо засушливым (ГТК = 1), 2014 и 2015 годы – засушливые (ГТК = 0,7 – 0,8), а 2012, 2013 и 2016 годы – избыточно влажные (ГТК = 1,6 – 2,3).

Важнейшим фактором формирования запасов органического вещества в почве являются растения. Наши исследования показали, что на момент всходов подсолнечника наибольшее количество растительных остатков в слое почвы 0 – 30 см было отмечено на вариантах с применением пожнивной сидерации. Если на варианте контроля в почву поступило 4,64 т/га пожнивно-корневых остатков ячменя и 4,0 т/га злаковой соломы, то применение пожнивной сидерации обеспечило дополнительное поступление в почву 17 т/га зеленой массы редьки масличной. В результате на момент

полных всходов масличной культуры содержание растительных остатков в почве на вариантах применения приемов биологизации превышало контрольные показатели в среднем на 2,64 т/га по фону вспашки, 3,97 – по фону дисковой обработки и 4,18 т/га – по фону безотвальной обработки. При этом стоит отметить, что при проведении безотвальной обработки почвы содержание растительных остатков в слое 0 – 30 см в среднем было на 0,11 т/га больше, чем при дисковой обработке и на 1,14 т/га больше, чем при отвальной.

В течение вегетационного периода динамика содержания растительных остатков в почве под одновидовыми посевами подсолнечника была отрицательной: снижение данного показателя составило 1,52 т/га при вспашке, 1,06 и 1,03 т/га – соответственно при дисковой и безотвальной обработке почвы.

На вариантах возделывания подсолнечника в совместных посевах с многолетними бобовыми травами содержание растительных остатков в почве увеличилось, что, по-нашему мнению, было обусловлено дополнительным поступлением в почву корневых остатков возделываемых культур. При этом применение в качестве бинарного компонента люцерны синей обеспечило более высокую прибавку по сравнению с донником желтым.

После поступления в почву растительные остатки подвергаются деструкции, интенсивность которой зависит как от биологической активности почвы, так и от качественного состава поступающих в почву растительных остатков. Совместное использование в качестве источника органического вещества соломы зерновой культуры и пожнивной сидерации редьки масличной обеспечило формирование хорошего качественного состава поступающих в почву растительных остатков, благоприятного для их последующего интенсивного разложения и доступности почвенным микроорганизмам.

И действительно, исследования показали, что скорость разложения смеси соломы ячменя и сидеральной массы редьки масличной существенно превышала темпы разложения соломы в чистом виде: в первый год практически в 1,6 раза, на третий год – на 14,7 абс.%, на четвертый год – на 4,3 абс.%.

Положительную роль в увеличении темпов разложения растительных остатков сыграли и многолетние бобовые травы (донник и люцерна), совместно заделанные в почву с растительными остатками подсолнечника. Так, в первый год такая растительная смесь разложилась на 47,3 – 49,0%, что было выше разложения одних стеблей подсолнечника на 2,2 – 3,9 абс.%. На второй год разложение данной смеси растительных остатков протекало быстрее уже на 3,7 – 10,2, на третий год – на 1,9 – 5,0, на четвертый год – на 2,6 – 4,1 абс.%.

Таким образом, совместная заделка в почву соломы ячменя с пожнивным сидератом (крестоцветной культурой) и растительных остатков подсолнечника с бобовыми травами обеспечивает более высокие темпы разложения растительных остатков по сравнению с применением малоазотистых растительных остатков (соломы, стеблей подсолнечника) в чистом виде.

Применяемые при возделывании подсолнечника приемы биологизации оказали положительное влияние на динамику детрита под пропашной культурой. Так, все варианты возделывания подсолнечника в совместных посевах с бобовыми травами по изучаемым приемам основной обработки почвы характеризовались увеличением содержания детрита к концу вегетационного периода культуры.

Наиболее существенный прирост массы детрита в почве отмечен под бинарными посевами подсолнечника с люцерной синей по вспашке и безотвальной обработке – соответственно 0,039 и 0,051 абс.%. Таким образом, на данных вариантах к полной спелости масличной культуры содержание детрита в почве составило 0,201 и 0,219%, т.е. 168,9 и 184% по отношению к контролю.

Согласно проведенному анализу, качественный состав детрита из растительных остатков ячменя характеризовался низким содержанием азота (0,60 – 0,77%) и высоким содержанием углерода (22,8 – 27,1), что определило широкое соотношение этих двух элементов, варьирующее в пределах от 30,1 до 35,7. Совместное использование с соломистыми остатками ячменя зеленой массы пожнивного сидерата, характеризующейся узким соотношением углерода к азоту (16:1), позволило улучшить качественный состав поступившей в почву растительной массы, обеспечив сужение соотношения C: N до 17,1 – 18,8: 1. Последующее поступление в почву корневых остатков многолетних трав не сыграло существенной роли в изменении качественного состава растительных остатков: соотношение C:N составляло 16,1 – 18,7: 1.

Основным показателем, характеризующим уровень плодородия почвы и эффективность применяемых приемов, является урожайность. За годы исследований показатель урожайности подсолнечника сильно варьировал под влиянием погодных условий вегетационных периодов, что позволило нам более полно оценить изучаемые приемы.

При засушливых условиях 2014 и 2015 гг., а также в слабо засушливый вегетационный период 2011 г. существенно более высокая урожайность подсолнечника была получена при его совместных посевах с люцерной синей по всем фонам изучаемых приемов основной обработки почвы: прибавка урожайности по отношению к контролю составила 0,26 – 0,54 т/га. В 2015 г. также существенно более высокой урожайностью маслосемян характеризовался вариант с донником желтым (прибавка – 0,15 – 0,24 т/га), что объясняется более равномерным выпадением

осадков в течение вегетационного периода. Снижение урожайности подсолнечника в совместных посевах с донником желтым по сравнению с контролем в 2011 и 2014 годах является несущественными.

В избыточно влажные годы (2012, 2013 и 2016) урожайность подсолнечника при возделывании его с применением приемов биологизации существенно превышала контрольные показатели только по фону вспашки: на 0,14 – 0,29 т/га.

В среднем за годы исследований прибавка урожайности подсолнечника отмечается при его бинарных посевах и с донником, и с люцерной по фону вспашки – на 0,12 и 0,16 т/га, а по фону дискования и безотвальной обработки – только при совместных посевах с люцерной синей (на 0,13 и 0,16 т/га).

Исходя из вышеизложенного, мы можем сделать вывод: применение таких приемов биологизации, как совместное использование на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации редьки масличной, а также применение многолетних бобовых трав в качестве бинарных компонентов подсолнечника являются одним из альтернативных путей воспроизводства почвенного плодородия. Повышение количества поступающих в почву растительных остатков с оптимальным качественным составом обеспечивает ускорение темпов их разложения, увеличение содержания в почве детрита и формирование хорошей урожайности подсолнечника.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОУГЛЯ В РАМКАХ КОМПЛЕКСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.

Орлова Е.Е., Гуртовая А.В.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
orlova55@mail.ru

Борщевик Сосновского *(Heracleum sosnowskyi* Manden.*),* являясь агрессивным инвазионным видом, представляет серьезную опасность как для населения, так и для естественных экосистем. С 80-х годов прошлого века борщевик проник практически во все регионы Российской Федерации и европейских стран. За прошедшие 60 лет после интродуции с Кавказа борщевик стихийно распространился вне зоны его культивирования и занимает значительные площади по обочинам дорог, в неудобьях и на залежах. При этом борщевик крайне негативно влияет на другие компоненты фитоценозов, в которые он внедряется, быстро вытесняя из них естественных обитателей.

В настоящее время эффективного и экологически безопасного способа остановить экспансию этого агрессивного инвазионного вида не найдено. До

сих пор, несмотря на все прилагаемые усилия, ареал *H. sosnowskyi* продолжает расширяться. Одним из распространенных в нашей стране приемов борьбы с борщевиком является скашивание, в процессе которого образуется большое количество растительного материала с ярко выраженной фитотоксичностью.

В связи с этим, в рамках комплексных мероприятий по борьбе с борщевиком, была предпринята попытка использовать его зеленую биомассу в качестве материала для производства органических удобрений. Поскольку одной из причин столь успешной инвазии *H. sosnowskyi* является, как известно, наличие у него аллелопатических свойств, было необходимо оценить изменение в процессе гумификации фитотоксичности компостов, получаемых из наземной массы *H. sosnowskyi*.

Зеленая масса *H. sosnowskyi* компостировалась в безгумусовой среде с добавлением в начале эксперимента различных минеральных и органических агентов, повышающих скорость трансформации растительного материала и усиливающих процессы гумификации. В качестве таких агентов испытывались хлорид аммония, глюкоза, карбонат кальция, а также биоугль, полученный из древесины березы и осины быстрым пиролизом при 550°С.

Было изучено 14 вариантов опыта. Компостирование проводилось при температуре 20-22°С и оптимальной влажности компоста (60% от полной влагоемкости). Длительность компостирования составляла от 30 до 90 дней. Повторность опыта четырехкратная.

Скорость минерализации зеленой массы *H. sosnowskyi* оценивали по содержанию органических форм углерода, результаты гумификации – по содержанию гумусовых веществ (ГВ) и гуминовых кислот (ГК). Определение содержания ГВ проводили в 0,1 М NaOH-вытяжке; ГК – в 0,1 М NaOH-вытяжке после осаждения их 0,5 М H_2SO_4. Степень химической зрелости ГК оценивали по индексу их оптической плотности ($E_{Сгк}^{мг/мл}$). Фитотоксичность водной вытяжки из зеленой массы борщевика и полученных из этой массы компостов оценивали по ГОСТ 12038-84. Фитотестирование проводилось с использованием семян пшеницы.

Показано, что наземная масса *H. sosnowskyi* активно подвергается трансформации во всех вариантах опыта, чему способствует высокая обогащенность растительного материала азотом. За 30 дней компостирования было минерализовано от 20 до 25% органического вещества, что свидетельствует о высокой активности микробиологических процессов в компосте, несмотря на сильные исходные аллелопатические свойства *H. sosnowskyi*.

В то же время полученные компосты существенно различались по содержанию общего и водорастворимого органического углерода, содержанию и качеству новообразованных ГВ и ГК. Наиболее активно минерализация протекала в компостах с добавлением хлорида аммония и

глюкозы. В этих вариантах опыта за 30 дней было минерализовано органического вещества на 10-12% больше, чем в контроле.

Максимальное действие на гумификацию оказали хлорид аммония, карбонат кальция и биоуголь. Содержание ГВ составляло 32, 28 и 30% от общего углерода, а ГК – 18, 16 и 19% соответственно. Причем, если содержание ГК в органическом веществе компостов было максимальным при добавлении биоугля и хлорида аммония, то максимальной степенью бензоидности характеризовались ГК, сформированные в варианте с карбонатом кальция. Следовательно, добавление карбоната кальция в процессе трансформации наземной массы *H. sosnowskyi* уже на ранних этапах гумификации увеличивает долю ароматических фрагментов в молекулах ГК.

В то же время как степень гумификации компоста, полученного при добавлении биоугля, была ниже, чем в вариантах с кальцием. По-видимому, в присутствии биоугля новообразованные ГК становятся более устойчивыми к микробиологическому воздействию, и следовательно, медленнее подвергаются дальнейшей трансформации. Вероятно, наиболее рациональным использование этих компостов будет получение на их основе гуминовых удобрений и физиологически активных препаратов.

Несомненный интерес представляют результаты изучения фитотоксичности компостов, поскольку прежде, чем использовать полученные компосты в качестве органических удобрений, необходимо было убедиться в отсутствии у них аллелопатического действия, свойственного сырой зеленой массе *H. sosnowskyi*. Результаты фитотестирования свидетельствуют о значительном снижении токсичных свойств исследуемого материала (на 45-70%), а в вариантах опыта с добавлением биоугля и о полном устранении токсичности.

Проведенные исследования дают основание для дальнейшего более подробного изучения как агроэкологических свойств компостов из биомассы борщевика Сосновского с целью его утилизации и получения органических удобрений, так и влияния биоугля на процессы минерализации и гумификации растительных материалов при компостировании.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-016-00208а).

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗА АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

***Орлова Н.Е.* [1], *Поляк Ю.М.* [1, 2], *Орлова Е.Е.* [1], *Каплан А.В.* [1]**
[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
[2]Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург
norlova48@mail.ru

Биоугль (БУ) является новым видом органических мелиорантов почв. БУ получают из различных органических отходов путем пиролиза при температуре 350-900°С в отсутствие кислорода. Потенциальная возможность решения ряда экологических проблем, таких как утилизация органических отходов, секвестрация углерода и увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур, обусловливает пристальное внимание исследователей к БУ. Однако до сих пор сведения о влиянии БУ на свойства почв и почвенные процессы достаточно противоречивы. Наиболее остро стоит вопрос о влиянии БУ на трансформацию органического вещества почв, поскольку при внесении в почву БУ может активизировать минерализацию гумуса. В этой связи необходимо уделить особое внимание изучению влияния БУ на интенсивность биохимических и микробиологических процессов в почвах. Одним из наиболее чувствительных индикаторов состояния почвы является ее ферментативная активность.

Цель настоящей работы – исследование влияния биоугля на активность почвенных ферментов класса оксидоредуктаз и гидролаз.

Объектом исследования являлась агродерново-подзолистая супесчаная почва Меньковского филиала Агрофизического НИИ (Гатчинский район, Ленинградская область). Образцы почвы были отобраны из пахотного горизонта (0-20 см) в июне 2017 года. Реакция среды слабокислая (pH_{H2O} 6,6), содержание гумуса 2,62%, азота 0,13%. БУ, используемый в экспериментах, был произведен быстрым пиролизом из древесины березы и осины при 550°С. Содержание в БУ общего углерода 82% (сухое сжигание), содержание углерода, окисляемого мокрым сжиганием (по Тюрину) 1,3%, pH_{H2O} 7,2. Эксперимент проводили в пластиковых сосудах при температуре 25°С и влажности 60% от полной влагоемкости, длительность инкубации 90 дней. Масса почвы в сосудах составляла 200 г в пересчете на сухое вещество. Исследовалось 6 вариантов опыта: контроль (почва без добавок), почва + БУ, почва + бобовый сидерат, почва + злаковый сидерат, почва + БУ+бобовый сидерат, почва + БУ + злаковый сидерат. Концентрация БУ и растительных остатков в почве составляла 1%. Интенсивность почвенных микробиологических процессов оценивали по изменению активности почвенных ферментов – каталазы, дегидрогеназы и фосфатазы.

Изучение влияния БУ на ферментативную активность почвы показало, что во всех вариантах опыта она была выше, чем в контроле. На уровень активности почвенных окислительно-восстановительных ферментов – каталазы и дегидрогеназы – в наибольшей степени повлияло внесение бобовых и злаковых сидератов. Так каталазная активность в этих вариантах опыта по сравнению с контролем увеличилась более чем на 40%. Внесение БУ оказало стимулирующее действие на активность почвенных кислых фосфатаз (до 53% к контролю). Повышенная фосфатазная активность наблюдалась и в вариантах с бобовыми и злаковыми сидератами. Добавление БУ в варианты с сидератами не оказывало дополнительного стимулирующего действия на активность фосфатаз. В целом увеличение фофатазной активности свидетельствует об интенсификации процессов минерализации органического фосфора в присутствии как БУ, так и сидератов.

Таким образом, добавление в почву растительного материала способствует значительно большей активизации жизнедеятельности микробиоты и, соответственно, возрастанию активности почвенных окислительно-восстановительных ферментов – каталазы и дегидрогеназы, чем добавление БУ. На ферменты класса гидролаз, в частности, почвенную кислую фосфатазу, биоуголь оказывает стимулирующее действие, сопоставимое с действием сидератов. Полученные материалы свидетельствуют о возможном усилении минерализации органического вещества при внесении БУ в агродерново-подзолистые супесчаные почвы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-016-00208а).

ВЛИЯНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ РИСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ КУБАНИ

Осипов А.В., Слюсарев В.Н.
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар,
kubsoil@mail.ru

В настоящей работе рассматриваются основные показатели водно-физических свойств почв рисовых полей современной дельты Кубани и их изменение при сельскохозяйственном использовании. Предложены рекомендации по повышению плодородия и улучшению свойств почв рисовых севооборотов.

Условия периодического затопления почвы под рисом и последующего её просушивания определяют своеобразие почвообразовательного процесса. Возделывание риса приводит к направленному изменению почв рисовых

полей, приобретению ими особых режимов и свойств. Одной из важнейших характеристик агрофизических свойств почв является плотность сложения почвы, а также величины других показателей – плотности твердой фазы и пористости.

Динамика плотности затапливаемых почв рисовых полей существенно отличается от динамики плотности богарных почв. В течение вегетации риса восстановительные процессы в почве приводят к её набуханию, сопровождающемуся значительным повышением плотности пахотного горизонта от 1,04 до 1,21 г/см^3.

Исследования проводились на перегнойно-глеевых почвах в 2018 г. на рисовых чеках, подготовленных под посевы риса 1 года после люцерны, риса 3 года и люцерны 1 года. Различное использование почв определило большую вариабельность плотности изучаемых почв. Так, под рисом 1 года после люцерны и люцерной 1 года, верхняя 0-40 см толща достаточно рыхлая (1,04-1,13 г/см^3), ниже почва уплотнена (1,37-1,48 г/см^3). Почвы, используемые под рис в течение трех лет, характеризуются более высокими показателями плотности пахотного горизонта 1,24-1,36 г/см^3. Такое повышенное уплотнение почвогрунтов обуславливает неудовлетворительную порозность и затрудненную аэрацию почвы.

Для перегнойно-глеевых почв плотность твердой фазы составляет 2,66-2,89 г/см^3 с небольшим варьированием по профилю. Наименьшие значения плотности твердой фазы почвы в верхних горизонтах почвенного профиля – это связано с повышенным содержанием органического вещества пахотных и подпахотных горизонтов.

Порозность (пористость) является важной характеристикой агрофизических свойств почв, она определяет воздушный режим почвогрунтов и их водопроницаемость. Эти агрофизические показатели являются основными при рисосеянии.

Общая порозность исследуемых почв колеблется в пределах 44,2-61,8%. Наиболее высокие величины пористости отмечены для гумусовых горизонтов почв занятых люцерной и вышедших год назад из-под посевов люцерны – 52,5-61,8%. В более глубоких горизонтах общая порозность снижается. На участках с посевами риса третьего года – пористость почвы глубже 20 см меньше 50%. Для почв рисовых полей значение имеет соотношение различных видов пористости, так как активные поры и поры аэрации определяют возможность снижения засоленности и степень восстановленности почв.

В исследуемых почвах доля активных пор значительно ниже допустимой. Пористость аэрации пахотных горизонтов от 30,1 до 5,1%, с глубины 20 см она уменьшается до 2 %. Учитывая, что оптимальной величиной пористости аэрации в почвах является 25-30%, можно сделать заключение, что почвы исследуемого массива чрезмерно уплотнены, соотношение различных видов

пористости явно неудовлетворительное. Это обуславливает затрудненное промывание почв, и недостаточную их аэрацию.

Улучшение этих почв может быть достигнуто путем увеличения количества активных пор и пор аэрации. Для этого можем рекомендовать закладку на чеках кротового дренажа, основной целью которого является отвод избыточных поверхностных или грунтовых вод, а также обеспечение нормальной аэрации почвенной толщи.

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА ЛУКОВИЦ ТЮЛЬПАНОВ *TULIPA HYBRIDA HORT* ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Пась А.Н.
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь
annapass@mail.ru

Тюльпаны занимают одно из ведущих мест в современном ассортименте декоративных растений, используемых в городском озеленении. Это наиболее часто используемая луковичная культура для весенних цветников. Немногие декоративные растения могут соперничать с тюльпанами по разнообразию окрасок цветков. Одной из проблем интродукции тюльпанов является широкое распространение болезней луковиц, в результате чего происходит потеря ценного посадочного материала, а иногда и полная его утрата. Широко применяемым способом предупреждения заболеваемости является протравливание луковиц различными химическими препаратами. Однако в современных условиях экологически и экономически обоснованным является внедрение и использование микробиологических методов, как элементов экологизации технологии защиты посадочного материала в цветоводстве. Целью данной работы являлось изучение влияния обработки микробными препаратами на изменения в эпифитной микрофлоре луковиц и детки (луковицы IV-V разбора) тюльпанов при закладке на хранение.

Объектами исследований были растения тюльпанов *Tulipa hybrida hort* сорта Ancilla класса Кауфмана и сорта Golden Artist класса Зелёнолепестных из коллекции луковичных Ботанического сада им Н. В. Багрова КФУ им. В.И. Вернадского. А также комплекс ростстимулирующих микробиологических препаратов (КМП) – Диазофит (на основе азотфиксирующего штамма *Agrobacterium (Rhizobium) radiobacter* 204), Биополицид (на основе штамма *Paenibacillus polymyxa* П – микроорганизма антагониста фитопатогенных микромицетов) и Фосфоэнтерин (на основе

штамма фосфатмобилизирующей бактерии *Enterobacer nimipressurales* 32-3); микробный препарат Аурилл (на основе штамма *Bacillus sp.* 01-1 – микроорганизма антагониста фитопатогенных бактерий и микромицетов); перспективные штаммы микроорганизмов-антагонистов *Bacillus sp.* 19, *B. subtilis* D-26. Препараты и штаммы получены из коллекции Отдела сельскохозяйственной микробиологии НИИСХ Крыма. В качестве контроля использовали химический протравитель Фундазол.

Для сорта тюльпанов Ancilla характерны следующие показатели: высота растения 10-15 см, высота цветка до 6,5 см. Период цветения начинается со второй декады апреля и продолжается до 8–11 дней. Среднегодовой прирост луковиц неудовлетворительный – 40-59%. У сорта тюльпанов Golden Artist растения высотой до 38 см, бокал цветка высотой до 8 см, срок цветения – 10–12 дней. Коэффициент размножения и подверженность болезням – средние. Бактеризацию проводили опрыскиванием 2 % инокулята от массы обрабатываемых луковиц после выкопки и просушивания перед закладкой на хранение. Луковицы тюльпанов в контроле замачивали в 0,2 % растворе Фундазола с экспозицией 30 минут. Анализ численности эпифитных микроорганизмов (бактерий и микромицетов) проводили по методике Мишустина и Трисвятского. Общее количество микроорганизмов учитывали на среде рыбно-пептонный агар, микромицеты – на среде Чапека через 4 часа, 10, 20, 30, 60 и 90 дней хранения. Математическая обработка результатов проводилась по общепринятым методам. Пораженность болезнями определяли методом прямого подсчета и выражали в процентах от числа учтенных растений. Интенсивность повреждения луковиц определяли по пятибальний шкале визуально.

Общая численность бактерий в эпифитной микрофлоре луковиц тюльпанов сорта Ancilla в контроле с Фундазолом на десятые сутки хранения составляла 0,65 млн. КОЕ/г, на двадцатые сутки наблюдений уменьшалась до 0,17 млн. КОЕ/г и находилась около этого значения до окончания срока хранения. При использовании КМП численность бактерий на 10 сутки составляла 0,7 млн. КОЕ/г., на 20 и 30 сутки наблюдений существенно увеличилась до 2,0 и 1,3 млн. КОЕ/г и на 90 сутки снизилась до 0,1 млн. КОЕ/г. Количество микромицетов уменьшалось к концу хранения в 3 раза по сравнению с обработкой химическим протравителем (29,6 тыс. КОЕ/г). Численность бактерий в эпифитной микрофлоре детки при обработке Ауриллом и штаммами микроорганизмов-антагонистов *Bacillus sp.* 19, *B. subtilis* D-26 на порядок превышала показатели контроля. Численность микромицетов к концу хранения в микрофлоре детки увеличивалась во всех вариантах обработки по сравнению с начальной. Минимальное количество микромицетов к 90 дню хранения наблюдалось в варианте со штаммом *B. subtilis* D-26 – 9,0 тыс. КОЕ/г. Учет луковиц во время хранения показал, что

во всех вариантах опыта степень пораженного материала была незначительной и составляла 0,05%.

В эпифитной микрофлоре луковиц тюльпанов сорта Golden Artist число бактерий при обработке КМП на 10 день составляло 3,2 млн. КОЕ/г, на 20 день – 9,1 млн. КОЕ, на 30 – 0,8 млн. КОЕ, к 90 дню хранения – 0,1 млн. КОЕ/г и находилось на уровне варианта с Фундазолом. Количество микромицетов в начале закладки на хранение с Фундазолом составляло – 50,0 тыс. КОЕ/г, а при обработке КМП повышалось в 3 раза – 143 тыс. КОЕ/г. На 90 день исследований этот показатель в варианте с обработкой КМП значительно снизился – 3,7 тыс. КОЕ, в варианте с химическим протравителем Фундазолом составлял 26 тыс. КОЕ/г. Численность бактерий в эпифитной микрофлоре детки (луковицы IV-V разбора) при использовании Фундазола на 10 и 20 день составляла 0,3 млн., на 30 день хранения – 0,04 млн. КОЕ, потом значительно увеличивалась к концу срока хранения до 22 млн. При внесении референтного штамма *B. subtilis* D-26 максимальная численность бактерий зарегестрирована на 30 день – 34,2 млн. КОЕ. Количество бактерий при обработке Ауриллом *Bacillus sp.* 01-1 постепенно снижалась от начала обработки к концу хранения с 49 млн. до 5 млн. КОЕ. На детках этого сорта численность микромицетов на 90 день опыта с Фундазолом составляла 1,7 тыс. КОЕ, Ауриллом – 10,0 тыс. КОЕ/г, со штаммом *B. subtilis* D-26 – 1,3 тыс. КОЕ, со штамом *Bacillus sp.* 19 – 6,0 тыс. КОЕ/г. Учет луковиц по степени пораженности болезнями растительного материала показал 0,01%.

В течение наблюдений за динамикой численности эпифитной микрофлоры в период хранения посадочного материала луковиц сорта Ancilla в контроле не наблюдалось изменение численности бактерий, при внесении штаммов численность эпифитных бактерий постепенно снижалась. При хранении сорта Golden Artist установлена тенденция к сохранению численности бактерий и уменьшению количества микромицетов к 90 дню хранения при обработке КМП и штаммами полезных микроорганизмов.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ УСТЬ-ДОНЕЦКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Полторацкая Т.А., Приходько В.Д., Приходько В.Д., Камнева И.А., Якимова А.С., Казеев К.Ш.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
kamil_kazeev@mail.ru

Экологические свойства песчаных почв юга России значительно отличаются от таковых в зональных черноземах степей, что обусловлено

гранулометрическим составом. Почвы легкого гранулометрического состава редко вовлекаются в сельскохозяйственный оборот в условиях степной зоны юга России. Поэтому агрогенное воздействие на биологические свойства этих почв исследовано далеко не в полной мере. Плодородие этих почв крайне низкое вследствие неблагоприятных водно-физических свойств и дефицита питательных элементов.

Цель работы – провести сравнительный анализ биологической активности почв легкого гранулометрического состава Усть-Донецкого района Ростовской области. Полевые исследования были выполнены в 2017-2018 годах. В качестве объектов исследований были выбраны почвы легкого гранулометрического состава и используемые в качестве различных угодий: пашни, залежи, пастбища, лесонасаждения. Пастбищные участки заняты кустарниково-травянистой псаммофитной растительностью. Посадки сосны крымской имеют возраст до нескольких десятков лет. Пахотные участки исследовали после уборки озимой пшеницы. Активность почвенных ферментов уже в течение нескольких десятков лет служит индикатором плодородия и экологического состояния почв. В лабораториях кафедры экологии и природопользования Южного федерального университета были исследованы ферментативная активность (каталаза, дегидрогеназа), содержание гумуса, реакция почвенной среды, содержание легкорастворимых солей и интенсивности гидролиза флюоресцеин диацетата согласно традиционным для экологии и почвоведения методам (Казеев и др., 2016).

Результаты исследований показали значительные расхождения свойств почв между собой и зональными черноземами обыкновенными, которые на подавляющей части территории юга России представлены тяжелосуглинистыми и легкоглинистыми разновидностями. Реакция среды почвенной суспензии ниже, чем в зональных черноземах. Изучаемые почвы отнесли к слабокислым и нейтральным, в то время как зональные черноземы характеризуются нейтральными и слабощелочными значениями pH. Содержание гумуса в песчаных и легкосуглинистых почвах Усть-Донецкого района низкое – 1,5-2,9%. Песчаная почва под посадками сосны характеризуется крайне низкими значениями содержания гумуса. Сразу под слоем слаборазложившейся хвойной подстилки содержание гумуса составляет 0,8%. На травянистых участках пастбищ содержание гумуса значительно выше – до 1,7-2,9%. Это связано с развитием дернового процесса, который приводит к формированию маломощного дернового горизонта. Профильное распределение содержания гумуса при этом приобретает «степные» черты с постепенным снижением показателя по профилю. Под сосняком отмечен «лесной» характер распределения с резким снижением значений уже на глубине 10 см. Пахотные почвы легкого гранулометрического состава в Усть-Донецком районе содержат 1,5-2,2%

гумуса, что в 2-2,5 раза ниже, чем в черноземах тяжелого гранулометрического состава Ростовской области. О влиянии разного землепользования на гумусное состояние супесчаных и легкосуглинистых почв тяжело судить, поскольку сложно найти аналогичные почвы под естественной растительностью. Различия больше объясняются разным гранулометрическим составом. Более тяжелые разновидности почв, как правило, обладают большим содержанием гумуса.

Ферментативная активность исследуемых почв находится на низком уровне. Активность каталазы значительно ниже, чем в зональных черноземах. Значения активности этого фермента в 1,1-4,9 мл O_2/г/мин, что в 2-10 раз ниже, чем в тяжелосуглинистых черноземов ООПТ «Персиановская степь» и Ботанического сада ЮФУ – почв, которые чаще всего исследуются в качестве эталонов сравнения. Закономерных различий между почвами разного землепользования в активности каталазы также не выявлено. Однако выявлено, что с понижением содержания глинистых частиц активность каталазы снижается. Минимальные значения активности каталазы отмечены в песчаных почвах сосняка и расположенной ранее залежи около станицы Нижнекундрюченская. Однако именно в песчаной почве этой залежи отмечены максимальные значения активности дегидрогеназ. Однако эти значения также значительно ниже, чем в черноземе тяжелого гранулометрического состава. Минимальная активность дегидрогеназ, также как и для активности каталазы, отмечена в песчаной почве сосняка. Интенсивность гидролиза флюоресцеин диацетата, отражающего действие ферментов из класса гидролаз, максимальна в серопесках пастбища около хутора Тереховский, а минимальна снова в песчаной почве сосняка, где значения этого показателя ниже максимальных значений в 5,5 раз.

Объединение исследуемых показателей биологической активности в интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почв помогло обобщить полученные результаты. В результате исследований установлены минимальные значения ИПБС для песчаных почв сосняка, а максимальные для супесчаной почвы залежи около хутора Тереховский. Различия очень существенны для почв одного ряда, что связано с очень низкой биологической активностью песчаных почв сосняка. Здесь все исследуемые параметры находятся в минимальных значениях. Другие сравниваемые почвы, независимо от их землепользования обладают близкими значениями ИПБС.

Таким образом, установлены существенные различия исследуемых почв, которые в большей степени зависят от обогащенности почв глинистыми частицами, чем от типа землепользования. Все исследуемые почвы легкого гранулометрического состава обладают низкими значениями всех исследуемых биохимических показателей по сравнению с зональными черноземами Ростовской области.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ (5.5735.2017/8.9) и ведущей научной школы РФ (НШ-3464.2018.11).

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС С УЧАСТИЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ВЕЩЕСТВ ВТОРИЧНОГО ОБМЕНА

Полякова Л.В., Кузнецова Н.Ф.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронеж
Polyakova_lv@mail.ru

Лесные полосы и плантационное лесоразведение являются эффективным и экологичным способом смягчения климата, механизмом по сдерживанию развития парникового эффекта и восстановления плодородия земель. К факторам, связанным с изменением климата, относится возрастающая УФ-Б радиация, (280-315 нм), вызывающая депрессию ростовой активности, изменение регуляции генов, включенных в общий метаболизм, фотосинтез, защиты от болезней и вредителей (Tadeja, 2014). В Китае было проведено сравнительное изучение разных древесных пород, используемых для создания лесополос. По уровню депонирования углерода сосна (*Pinus tabulae formis* Carr.) оказалась на 30% более активной по сравнению с монокультурой тополя (*Populus davidiana* Dode) (Huitao et all, 2014). Для лесостепной и степной зоны России наиболее распространенными видами для лесополос являются – тополь и некоторые виды сосны. При облесении засушливого пояса Евразии наиболее оптимальной породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Это вид стрес-толерант, способный формировать полнотные насаждения на песчаных почвах, меловых отложениях, болотах и пр., мало потребляет воды и рационально использует ее в засуху.

При оценке качества лесных культур основное внимание уделяется вегетативной продуктивности насаждений (Азон, Чернышев, 2015). В этом случае практически не отражается изменчивость адаптивных признаков, от которых зависит их устойчивость к биотическим и абиотическим факторам. В качестве таких признаков чаще всего изучаются особенности метаболизма веществ вторичного обмена (Forrest et al., 1999). Одна из наиболее изученных функций вторичных веществ – это защита растений от патогенов и вредителей, УФ-Б-радиации, а также негативное влияние на ростовую активность, что связано с конкуренцией за включение углерода в первичные

и вторичные метаболиты (Caretto et al., 2015). Способность сосны обыкновенной формировать структуру насаждения, а также устойчивость к болезням и вредителям оценивались на основании изучения особенностей накопления вторичных веществ в разных по возрасту и происхождению культурах сосны. Для повышения достоверности, исследования проводились на популяционном уровне с выборкой по 20-40 деревьев с каждого объекта. Анализировалась хвоя деревьев, ткани побегов – перидерма, флоэма (луб). Из биохимических признаков определялось содержание – флавонолов (ФЛ, преимущественно производные кверцетина, изорамнетина, кемпферола), вещества структуры флаванолов (ПА – простые и полимеризованные катехины – проантоцианидины) (Полякова и др. 2012).

Установлено, что у всех изученных культур (разного возраста и происхождения) в хвое и лубе наблюдается заметное влияние уровня синтеза ФЛ и ПА на ростовые характеристики деревьев. Оказалось, что деревья низкой ростовой активности (угнетенные) характеризовались наиболее высоким уровнем синтеза в хвое и лубе веществ группы ФЛ – превышение составляло в разных культурах от 12% до 70% от среднего популяционного уровня. Самый низкий уровень обеих групп веществ оказался характерным для деревьев доминантных по ростовой активности и был ниже популяционного на 10%-60%. Вариабельность флавоноидов (обе группы) наиболее высокая в молодом возрасте – CV% составляет 50-60% в 5-6-летних культурах. К 21-летнему возрасту CV% снижается до среднего уровня – 20-25%. Вариабельность снижается, вероятно, за счет элиминации особей, имеющих значительные отклонения от оптимального для данного местообитания уровня синтеза этих веществ. Свойство флавоноидов влиять на ростовую активность проявляется в местных и интродуцированных по происхождению культурах (климатипах). В большинстве случаев корреляционный анализ показал заметную негативную связь между ростовыми показателями деревьев и накоплением в хвое или лубе веществ вторичного обмена (r= -0.330; -0.440).

Согласно концепции В.А. Драгавцева (Драгавцев, Кочерена, 2008) общее жизненное состояние и устойчивость растений и их сообществ во многом определяется в системе взаимодействия генотип-среда (ВГС). Со стороны генотипа, согласно нашим представлениям, дифференциация на генотипы-лидеры и генотипы-аутсайдеры начинается в период полового воспроизведения на базе энергетической линии репродуктивного цикла (Kuznetsova, 2018). Со стороны среды она усиливается при интеграции будущих растений в свою микронишу в момент выхода зародышей из состояния покоя при прорастании семян. Доказано, что наиболее качественные леса формируются в центре ареала, из семян местного происхождении при условии, что их генофонд и лесорастительные условия новой экологической ниши совпадают. Влияние абиотического фактора

отчетливо проявляется при смене условий произрастания культур – от оптимальных для сосны обыкновенной условий В2 на стрессовые засушливые условия А1, а также при интродукции климатипов из других регионов. Отличия в ростовой активности разных культур, сопровождаются также разной активностью синтеза вторичных веществ в хвое и лубе деревьев. Например, при заметном снижении ростовой активности в сухих условиях А1, в 5-летних культурах местного климатипа уровень синтеза ФЛ в хвое увеличивается на 68%, в перидерме побегов – на 34%, количество ПА в перидерме и флоэме возрастает на 17% и 20% соответственно. С возрастом (21-летние культуры) содержание ФЛ в хвое практически выравнивается, а во флоэме, напротив, заметно возрастает синтез ПА – на 47% по сравнению с культурой, выращиваемой в условиях В2. Это указывает на высокую пластичность и адаптивность вторичных веществ, что помогает данному виду занимать широкую экологическую нишу.

Считается, что рост и устойчивость является результатом сложных взаимодействий между биохимическими, энергетическими и средовыми факторами (Эзау, 1980). В работе обсуждается гипотеза связи между интенсивностью биосинтеза вторичных веществ и разным энергетическим статусом плюсовых и минусовых деревьев, который закладывается в период их полового воспроизведения. Биосинтез вторичных веществ требует значительных энергетических затрат, при этом основное количество доступных растению ресурсов использует первичный метаболизм. Если ростовая активность является высокой, то образование вторичных веществ может быть ограничено сокращением доступных для этих веществ субстратов (Caretto et al., 2015). Так как энергетический потенциал клеток апикальных и боковых меристем плюсовых деревьев по сравнению с минусовыми более высокий, то в онтогенезе это проявляется в возможности активнее использовать первичный метаболизм на повышение вегетативной продуктивности особи. Исходно более низкий энергетический уровень у минусовых деревьев не может обеспечить такую скорость ростовых процессов. С другой стороны, интенсивность образования вторичных метаболитов усиливается с возрастом. Продолжительность жизни минусовых деревьев, как известно, меньше. Признаком более быстрого старения является то, что с возрастом их клетки начинают синтезировать все больше вторичных веществ.

Детальный анализ состояния индивидуальных деревьев по их устойчивости к биотическим повреждениям показал, что помимо общего содержания количественно ведущей группы вторичных веществ сосны – ПА имеют значение некоторые качественные особенности строения этой сложной группы, состоящей из простых и полимеризованных катехинов. К наиболее важным свойствам этих структур относится их антиоксидантная активность, наиболее высокая характерна для (+)-катехина (Bors, Michel,

1999). Только при повышенном уровне (+)-катехина в структуре ПА проявляются защитные функции, как при заболевании шютте обыкновенным (*Lophodermium seditiosum*), так и устойчивости к сосновому шелкопряду (*Dendrolimus pini*). Анализ ANOVA показал достоверное влияние этого показателя на устойчивость к болезни шютте об.: снижение уровня (+)-катехина в составе ПА проявилось в повышении восприимчивости к заболеванию, которое составило 6% для белгородского климатипа; 10% для местного (юго-восточный) и 60% для восточного (кокчетавский). Это указывает на устойчивое сохранение особенностей синтеза этих веществ, характерного для исходного материнского насаждения.

Особенностью катехинов, составляющих основу ПА, является активное поглощение для их синтеза наиболее опасной УФ-Б части солнечного спектра (280-290 нм). Синтез наиболее распространенной группы ФЛ (кверцетин и его производные) осуществляется при менее опасной длине волны – 360 нм. В целом, вторичные метаболиты проявляют многофункциональное значение для растительного организма, так как могут оказывать влияние на ростовые показатели, функции защиты от болезней, вредителей, а также от УФ-Б радиации. Вероятно, насаждения, которые рассматриваются как источники получения семенного материала, желательно оценивать с точки зрения накопления вторичных веществ на популяционном уровне, то есть уровне, закрепленном генетически в данном местообитании и данном материнском насаждении.

Таким образом, при выборе древесных пород для создания полезащитных лесных полос желательно использовать породы, синтезирующие в листьях заметное количество катехинов и ПА, учитывая способность этих структур поглощать УФ-Б радиацию. Например, согласно инвестиционному проекту, составленному для Воронежской области в 2002 г. по теме «Поглощение парниковых газов лесополосами на сельскохозяйственных землях» (Москва, 2002), основную часть лесополос предполагается создавать из тополя (3350 га) и лишь незначительную часть из сосны (350 га). Если учитывать литературные данные (Huitao et al., 2014), показавшие более низкое депонирование углерода монокультурой тополя по сравнению с монокультурой сосны, а также отсутствие свободных катехинов в листьях распространенных видов тополя (Лобанова, Турецкая, 2011), в условиях изменения климата лесополосы из тополя могут быть менее эффективными, чем лесополосы, созданные из сосны обыкновенной.

УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРАДИЦИОННОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Белявская Ю.А.
Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь
seraya@tut.by

Основной задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь является обеспечение продовольственной безопасности страны. На данном этапе эту задачу невозможно выполнить без применения научно-обоснованных севооборотов и систем удобрения, химических средств защиты растений, высокоурожайных сортов возделываемых культур. В то же время интенсивное развитие традиционного земледелия связано с рядом экологических рисков. Это привело к внедрению в мировую практику хозяйствования форм альтернативного земледелия, одной из которых является органическое производство.

В Республике Беларусь на начало 2019 г. насчитывается 25 сертифицированных органических производств. Толчок развитию данного направления в республике, возможно, даст подписанный Президентом Республики Беларусь 9.11.2018 г. № 144-З «Закон Республики Беларусь о производстве и обращении органической продукции». В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси до 2030 г. предусмотрен рост доли органического земледелия до 3–4%.

Органическое сельское хозяйство – способ сельскохозяйственного производства, при котором не используются химические препараты, гормоны роста, антибиотики и методы генной инженерии. Результат достигается за счет агротехнических приемов, предупреждения возникновения болезней и распространения вредителей механическими и биологическими методами. Среди проблем, с которыми сталкиваются производители органической продукции в Беларуси до сих пор – отсутствие знаний по технологиям выращивания культур и ведению документации, недостаток материальных ресурсов и финансовых средств, маркетинговых навыков.

Органическое производство на территории Республики Беларусь имеет свои особенности, определяемые экономическими и почвенно-климатическими условиями. Это обуславливает необходимость проведения исследований по разработке агробиологических и агротехнических приемов органического земледелия для условий нашей страны со сравнительной оценкой урожайности, качества и экономических показателей органической продукции.

Полевой технологический опыт, состоящий из двух блоков с традиционной и органической технологиями возделывания культур, заложен

на опытном поле Института почвоведения и агрохимии, расположенном в Минском районе на дерново-подзолистой суглинистой почве. Исследования проведены в севообороте: овес сорт Юбиляр (2013, 2014 гг.) – картофель сорт Лилея (2014, 2015 гг.) – гречиха сорт Влада (2015, 2016 гг.) – кабачок гибрид F1 Каризма (2016, 2017 гг.). Предшественник – горох на зерно. В блоке с органическим земледелием солома овса и гречихи измельчалась и равномерно распределялась по вариантам; после уборки овса высевали люпин, после картофеля – озимую рожь на сидерацию. Повторность вариантов в опыте четырехкратная, размер делянки 29,4 м^2. Опыт заложен в двух последовательно открывающихся полях.

Пахотный слой исследуемой почвы перед закладкой опыта имел следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} 5,7–6,0, содержание гумуса – 2,52–2,99%, подвижных форм P_2O_5 – 733–818 мг/кг и K_2O – 375–404 мг/кг почвы, обменных соединений CaO – 1796–1878 мг/кг и MgO – 225–269 мг/кг почвы.

В опыте овес был первой открывающей севооборот культурой. В среднем за два года за счет плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы при соблюдении элементов традиционной технологии возделывания овса получено 44,7 ц/га зерна. Подобранный для опыта участок достаточно чистый от сорняков, поэтому при органической системе земледелия, исключение химической защиты посевов не привело к существенному недобору зерна (1,9 ц/га в среднем за два года) относительно урожая, полученного на неудобренном варианте при традиционной системе возделывания. Внесение минеральных удобрений в дозе N60+30P30K50 обеспечило дополнительный сбор зерна 9,9 ц/га при чистом доходе 25 USD/га. Применение бактериального удобрения Азофобактерин-АФ и вермикомпоста под овес, возделываемый по органической технологии, способствовало повышению урожайности относительно неудобренного варианта в среднем на 5,9 и 5,6 ц/га соответственно. Учитывая высокую стоимость применяемых удобрений (50 USD/кг и 100 USD/т), убыток от их применения составил 141 и 444 USD/га соответственно.

При органической системе возделывания содержание сырого белка в зерне овса имело выраженную тенденцию к снижению. В результате сбор перевариваемого протеина и кормопротеиновых единиц был на 75–79 кг/га и на 7,4–13,5 ц/га соответственно ниже, чем в варианте с минеральной системой удобрения.

Достоверную прибавку урожайности клубней при возделывании картофеля по органической технологии обеспечило только применение 40 т/га подстилочного навоза КРС. В целом урожайность картофеля при органической системе земледелия в среднем была на 29% ниже по сравнению с органоминеральной системой удобрения (подстилочный навоз КРС 60 т/га + N90P30K50).

Максимальное накопление белка в клубнях картофеля (10,8%) при содержании крахмала 13,5% отметили в варианте с органоминеральной системой удобрения; при органической системе земледелия в зависимости от удобрения данные показатели были на уровне 7,2–8,1% и 13,7–15,9% соответственно. При органической системе земледелия содержание незаменимых аминокислот в клубнях картофеля имело тенденцию к уменьшению, а содержание нитратов было в среднем на 42% меньше по сравнению с органоминеральной системой удобрения.

Возделывание гречихи по органической технологии на фоне запашки зеленой массы озимой ржи обеспечило урожайность зерна на уровне 24,6 ц/га. Достоверная прибавка к фону (2,6 ц/га) получена только в варианте с последействием подстилочного навоза КРС в дозе 40 т/га при урожайности зерна 27,2 ц/га. Недобор урожая за счет отказа от химических средств защиты гречихи по опытным вариантам составил 2,6–10,6 ц/га.

Максимальную урожайность кабачка в среднем за 2 года обеспечило применение N60P30K60 на фоне 60 т/га подстилочного навоза КРС – 146,2 т/га. В органической системе земледелия урожайность на фоне запашки соломы гречихи составила 88,3 т/га, достоверную прибавку урожая к фону обеспечило внесение 40 т/га подстилочного навоза КРС – 24,3 т/га (28%) и обработка соломы микробиологическим удобрением Жыцень – 7,1 т/га (8%); применение бактериального удобрения Байкал ЭМ1 способствовало снижению урожайности на 9,8 т/га; внесение полиФунКура и вермикомпоста в изучаемых дозах существенного влияния на урожайность кабачка по сравнению с фоном не оказало.

Содержание нитратов в кабачках в большей степени зависело от зрелости плода и срока сбора урожая и мало зависело от системы удобрения. Кабачок 3-го сбора при органической системе земледелия был пригоден для переработки на детское питание (ПДК 150 мг/кг). Весь урожай 4-го сбора по содержанию нитратов проходил на детское питание. В среднем содержание нитратов в плодах кабачка, выращенных в органической системе земледелия было на 35% ниже, чем при органоминеральной системе удобрения. Максимальное содержание белка в плодах кабачка (12,4%) отмечено в варианте с органоминеральной системой удобрения при традиционной системе земледелия. В органической системе земледелия в зависимости от удобрения содержание белка в плодах составило 9,0–11,2%, содержание незаменимых аминокислот имело выраженную тенденцию к снижению по сравнению с органоминеральной системой удобрения.

В звене севооборота (овес – картофель – гречиха – кабачок) наиболее благоприятный баланс элементов питания сложился при органоминеральной системе удобрения: по азоту приход превышал вынос на 461 кг/га, по фосфору – на 141 кг/га, и только по калию вынос с урожаем превышал поступление с удобрениями на 56 кг/га.

При органической системе земледелия бездефицитный баланс элементов питания сложился только в варианте с внесением подстилочного навоза по фону соломы с сидератами: за четыре года поступление в почву превышало вынос с урожаем: азота на 204 кг/га, фосфора – на 64, калия – на 49 кг/га. Во всех остальных вариантах получен отрицательный баланс элементов питания, что в дальнейшем отрицательно скажется на плодородии почвы, особенно на содержании подвижных форм калия.

Анализ почвенных образцов, отобранных перед закладкой опыта и в конце звена севооборота, показал, что увеличение содержания гумуса в почве при традиционной системе земледелия отмечено в вариантах с органоминеральной и органической системами удобрения. При органической системе земледелия бездефицитный баланс гумуса обеспечило внесение подстилочного навоза на фоне применения соломы и сидерата. В вариантах с применением полиФунКура, вермикомпоста и микробного удобрения Байкал ЭМ1 наблюдается тенденция к снижению содержания гумуса в почве. Аналогичные тенденции отмечены и в изменении содержания в почве подвижных форм фосфора. Следует отметить, что высоко окультуренная дерново-подзолистая суглинистая почва имеет высокую буферную способность, т.к. при довольно высоком отрицательном балансе калия, а в отдельных вариантах и фосфора, фактическое снижение подвижных форм калия и фосфора в почве было невысоким.

На дерново-подзолистой высокоокультуренной почве при органической системе земледелия в сравнении с органоминеральной системой удобрения урожайность была в среднем ниже: картофеля на 29%, гречихи на 30%, кабачка на 46%.

Содержание белка и незаменимых аминокислот в зерне овса, клубнях картофеля и зерне гречихи при возделывании по органической технологии имело тенденцию к снижению по сравнению с органоминеральной системой удобрения; содержание нитратов в клубнях картофеля было в среднем на 42% ниже, в плодах кабачков – на 35%.

При средней цене на продовольственный картофель – 100 USD/т, гречиху 2-го класса, закупаемую для государственных нужд – 229 USD/т, кабачок, закупаемый консервным комбинатом – 25 USD/т, потери денежной выручки в органическом земледелии в сравнении с традиционной технологией в зависимости от применяемых удобрений и биопрепаратов составили: при возделывании картофеля – 513–1816 USD/га, гречихи – 75,6–461,3 USD/га, кабачка – 1106–1511 USD/га. Поэтому, для того, чтобы сельхозпроизводители органической продукции находились в равных условиях с производителями традиционной растениеводческой продукции, цены на органическую продукцию должны быть, как минимум, на 30% выше.

Засоренность посевов при органической системе возделывания в среднем была в 2,4 раза выше, чем в блоках с химической защитой посевов.

Остаточных количеств пестицидов в урожае в блоках с химической защитой не обнаружено.

РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО АЗОВО-КУБАНСКОЙ РАВНИНЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Слюсарев В.Н., Осипов А.В.
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар,
kubsoil@mail.ru

В Кубанском государственном аграрном университете имени И.Т. Трубилина в 1992 году заложен длительный стационарный опыт. Основной целью и задачами агроэкологического мониторинга является изучение и разработка научно обоснованных приемов повышения плодородия почвы, эффективного использования удобрений в сочетании с другими средствами химизации земледелия при интенсивных и альтернативных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в зерно-травяно-пропашном севообороте.

В настоящей работе представлены результаты наблюдения за изменением состояния почвенного поглощающего комплекса (ППК) в зависимости от применения агротехнологий различной степени их интенсификации.

В 2018 году наблюдения проводились на 1 поле, где выращивалась сахарная свекла гибрид Евгения, и на 2 поле под озимой пшеницей, сорт Безостая-100. Изучались следующие показатели характеристики ППК почвы: сумма обменных оснований (S), виды кислотности: гидролитическая ($H_г$), обменная (pH_{kcl}), активная ($pH_{н2о}$), емкость катионного обмена (ЕКО), степень насыщенности основаниями (V). Анализы почв выполнялись в пахотном и подпахотном слое по общепринятым методикам. Исследования проводились на вариантах 000, 111, 222 и 333 на фоне безотвальной (D_1), рекомендуемой (D_2) и отвальной (D_3) с последействием глубокого рыхления основной обработки почвы.

Чтобы выйти на заданный уровень плодородия чернозема выщелоченного при закладке стационарного опыта в начале 1-й (1992 г.), 2-й (2004 г.) и третьей (2016 г.) ротации севооборота (1-е поле) на основе существующих нормативных показателей путем последовательного внесения возрастающих доз навоза КРС и суперфосфата создали четыре модели уровней плодородия почвы (фактор А): A_1 – 200 кг/га P_2O_5 и 200 т/га подстилочного навоза; A_2 – дозы удобрений удваивались; A_3 – утраивались; A_0 – естественный фон плодородия.

Норма удобрений (фактор В): без удобрений (B_0), минимальная (B_1), средняя (B_2) – в два раза больше минимальной и высокая (B_3) – в два раза больше, чем средняя норма удобрений. Минеральные удобрения, используемые в опыте в 2018 г.: аммофос, аммонийная селитра, калий хлористый, мочевина, азофоска.

Третьим фактором (С), изучаемым в опыте, была система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Она строилась с учетом экологического порога их вредоносности: Со – без применения средств защиты растений, C_1 – биологическая система защиты растений от болезней и вредителей, C_2 – химическая защита от сорняков, C_3 – химическая защита от болезней, вредителей и сорняков.

В 2018 году на поле № 1, где выращивалась сахарная свекла по озимой пшенице, было установлено, что с увеличением интенсификации технологий от экстенсивной (000) до интенсивной (333) независимо от способов обработки почвы физико-химические свойства в пахотном слое изменялись: гидролитическая кислотность ($H_г$) от 2,99-4,04 до 2,76-3,15 мг-экв на 100 г почвы, сумма обменных оснований (S) – от 33,9-35,9 до 37,0-38,1 мг-экв на 100 г почвы, емкость катионного обмена (ЕКО) – от 37,8-38,9 до 39,8-40,9 мг-экв на 100 г. почвы. Активная ($pH_{н2о}$) и обменная ($pH_{кcl}$) виды кислотности варьировали, соответственно, от 6,86-6,94 до 6,60-7,17 и от 5,60-5,81 до 5,59-5,96; а степень насыщенности основаниями − от 89,6-92,3 до 92,3-93,2%.

Близкие колебания величин изучаемых показателей установлены и в подпахотном слое: $H_г$ 2,79-4,60 – 1,44-4,14; S 34,8-36,3 − 36,3-38,3; ЕКО 38,8-39,0 − 39,7-40,9 мг-экв на 100 г. почвы; $pH_{н2о}$ 6,86-7,15 − 6,55-7,15; $pH_{кcl}$ 5,71-5,92 − 5,61-6,00; V 89,6-92,9 − 89,8-96,4 %.

Таким образом, по мере интенсификации технологий выращивания сахарной свеклы независимо от способов обработки почвы (D_1, D_2, D_3) установлена тенденция к увеличению суммы обменных оснований и ёмкости катионного обмена. Вероятно, плановое внесение фосфорных минеральных и органических удобрений оказало заметное улучшения состояния почвенного поглощающего комплекса (ППК) на вариантах с применением экологически допустимой (222) и интенсивной (333) технологий.

Результаты исследования на поле № 2, где выращивалась озимая пшеница, показали отличия в изменении состояния ППК по сравнению с полем № 1, где наблюдался эффект последействия созданный накануне (2016 г.), фоны по заданным уровням условного плодородия.

С увеличением интенсификации технологий от экстенсивной (000) до интенсивной (333) независимо от способов обработки почвы (D_1, D_2, D_3) физико-химических свойства в пахотном слое изменялись: гидролитическая кислотность ($H_г$) – от 2,76-3,24 до 1,58-1,80 мг-экв на 100 г. почвы, сумма обменных оснований (S) – от 35,0-35,9 до 36,3-37,9 мг-экв на 100 г. почвы, емкость катионного обмена (ЕКО) – от 37,8-39,1 до 37,9-39,7 мг-экв на 100 г.

почвы. В зависимости от изменения суммы обменных катионов и ёмкости катионного обмена изменялись и показатели активной ($pH_{н2о}$) и обменной (pH_{kcl}) видов кислотности. Они варьировали, соответственно, от 6,94-7,06 до 6,84-7,61 и от 5,90-5,96 до 5,66-5,94.

Степень насыщенности основаниями (V) изменялась соответственно от 91,8-92,6 до 95,5-95,8 %.

Близкие колебания величин изучаемых показателей установлены и в подпахотном слое: $H_г$ 2,18-3,06 – 1,57-2,07; S 35,2-35,9 − 36,8-37,6; ЕКО 37,4-39,0 – 36,8-39,7 мг-экв на 100 г. почвы. Степень насыщенности основаниями (V) изменялась соответственно от 92,0-94,1 до 94,7-95,9%.

Показатели активной ($pH_{н2о}$) и обменной (pH_{kcl}) видов кислотности варьировали, соответственно, от 6,87-7,02 до 6,86-7,01 и от 5,79-5,96 до 5,69-5,92.

Под озимой пшеницей при усилении интенсификации технологий сохраняется тенденция увеличения суммы обменных оснований и ёмкости катионного обмена.

Изучение физико-химических свойств чернозема выщелоченного в севообороте агроэкологического мониторинга в 2018 году позволило сделать следующие выводы:

1. Во второй год после создания заданных уровней плодородия (поле № 1) установлена устойчивая тенденция к улучшению состояния почвенного поглощающего комплекса чернозема выщелоченного: выявлены тенденции увеличения показателей суммы обменных оснований, емкости катионного обмена и степени насыщенности основаниями.

2. В завершающей стадии ротации севооборота (поле № 2) существенных изменений физико-химических свойств чернозёма выщелоченного в зависимости от применения альтернативных технологий выращивания озимой пшеницы не установлено.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ В ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЙ АГРОТЕХНОЛОГИИ ТАБАКА

Тютюнникова Е.М., Плотникова Т.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, Краснодар
vniitti.nir@mail.ru

Науке и земледельцам давно известны положительные свойства гуминовых веществ, которые существенно влияют на ростовые и формообразовательные процессы растений, повышают урожайность

сельскохозяйственных культур, устойчивость к стрессовым условиям выращивания благодаря своему безопасному происхождению. Из огромного списка препаратов данной природы получить крепкую, здоровую рассаду и, как следствие высокий урожай табака поможет безопасный стимулятор роста – Лигногумат. Это высокоэффективный и технологичный гуминовый препарат с микроэлементами в хелатной форме, имеет свойства стимулятора роста и антистрессанта, содержит оптимальное соотношение гуминовых и фульвовых кислот, которые включаются в механизмы реализации максимального потенциала растений.

Целью исследований препарата Лигногумат на табаке (ФГБНУ ВНИИТТИ) являлась оценка его влияния на посевные свойства семян сорта Юбилейный новый 142, качество и выход стандартной табачной рассады, урожайность культуры. В опыте использовались три марки препарата Лигногумат (производитель ООО «НПО «РЭТ» г. Санкт – Петербург): Лигногумат марка АМ калийный; Лигногумат марка А супер С; Лигногумат марка А супер Л.

В лабораторных опытах определяли оптимальные концентрации препарата Лигногумат (диапазон 1% - 0,00001% и 0,5% - 0,00005%) и время экспозиции семян (6, 12 и 24 часа) табака в растворах, в соответствии с «Методическим руководством по изучению эффективности применения регуляторов роста растений при проращивании семян табака» и ГОСТ 12038-84 - Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. На 12 сутки после замачивания и проращивания в чашках Петри, проростки семян табака взвешивали. Контроль – семена, замоченные в воде.

В результате проведенных лабораторных исследований было установлено, что набольшая масса проростков семян табака получена в результате 12-ти часового пребывании семян в растворах изучаемого стимулятора. Стимулятор роста Лигногумат в марке АМ в концентрации 0,5% увеличил массу проростков семян в сравнении с контролем на 12%, марка А супер С 0,001% на 29%, марка А супер Л 0,01% на 24%.

В парнике площадь учётной делянки составила 1 м^2, повторность опыты - четырёхкратная. Обрабатывали рассаду табака в фазу «ушки» и «годная к высадке» (перед выборкой), путём опрыскивания растений растворами марок АМ калийный (0,5% раствор получали из 5 г препарата и 1 л воды), А супер С (0,001% получали из 0,01 г препарата и 1 л воды) и А супер Л (0,01% получали из 0,1г препарата и 1 л воды). Рассаду после выборки из парника высаживали в полевые условия строго в соответствии со схемой парникового опыта.

Визуальная оценка развития рассады табака показала, что на всех вариантах опыта с применением препарата Лигногумат всходы были более дружными и равномерными, чем без обработки, рассада хорошо росла и развивалась. По окончанию рассадного периода определялось качество

рассады табака, которое было выше на варианте с использованием марки АМ, чем других марок стимулятора. Так, на варианте с использованием 0,5%-ного раствора марки АМ при замачивании семян табака и опрыскиванием препарата с такой же концентрацией раствора в фазу «ушки» и «годная к высадке», длина рассады до точки роста составила 12,5 см, что превысило контроль на 2,2 см или 21,4%, до конца вытянутых листьев 22,3 см, что выше контроля на 3,6 см или 19,3%, диаметр стебля увеличился на 18,5%. Сырая масса надземной части была выше контроля на 66,2%, масса корневой системы превысила массу корней необработанных растений на 9,6 г или в 3,3 раза. Такая схема применения стимулятора (семена 0,5% + рассада 0,5%) увеличила количество выровненной, крепкой, годной к высадке табачной рассады до 926 шт./м^2, что больше контроля на 35%.

Под действием препарата Лигногумат у табачной рассады хорошо развилась корневая система, в результате чего она отлично прижилась в поле, имела более короткий (на 3 – 5 дней), в сравнении с контрольными растениями период укоренения (появление первого настоящего листочка).

Первый учёт высоты растений в поле был проведён на 30-й день после посадки, который показал, что самые высокие и наиболее выровненные растения зафиксированы на варианте с использованием препарата Лигногумат марки АМ калийный, растения здесь превысили высоту необработанных на 32,8%. Стимулятор Лигногумат в этой марке способствовал увеличению площади листьев среднего яруса на 12% в сравнении с площадью листьев растений контрольного варианта, сырой вес этих листьев табака в третью (основную) ломку был в среднем на 17% больше в сравнении с контролем. Количество листьев на этом варианте увеличилось на 6 шт.

Рост этих показателей, несомненно, положительно сказался на урожайности табака, которая в наибольшей степени возросла на описываемом варианте опыта и составила 32,3 ц/га, что выше урожайности на контрольном варианте на 8,4 ц/га или 35%.

По итогам проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что среди испытанных марок препарата Лигногумат (АМ калийный, А супер С, А супер Л), на табаке целесообразно применять Лигногумат марки АМ калийный, так как замачивание семян в 0,5%-ном водном растворе в течении 12 часов увеличивает массу проростков на 12%, а дополнительная обработка рассады табака в фазы «ушки» и «годная к высадке» (перед выборкой) такой же 0,5%-ной концентрацией препарата, способствовала более дружному и равномерному появлению всходов в парнике, улучшению качества стандартной рассады и увеличению её выхода с единицы парниковой площади на 35%, росту урожайности культуры на 35%.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЦЕЛЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО

Фаизова В.И., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Лысенко В.Я.
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь
stavpochvoved@yandex.ru

Микробиота является незаменимой и неотъемлемой составляющей почвы и способна оказывать комплексное влияние на растения и почву в агроценозах, так как при ее непосредственном участии осуществляются природные процессы биологической азотфиксации, фосфатмобилизации, ростстимуляции, биопротекции, гумусообразования. Обладая антистрессовыми свойствами, биологические препараты поднимают устойчивость растений к избыточному переувлажнению или засухе, низким и высоким температурам, а также заморозкам. Именно поэтому обширное их использование важный фактор эффективности технологии возделывания кукурузы на зерно. В социально-экономическом развитии Центрального Предкавказья решающее значение приобретает увеличение производства зерна кукурузы и улучшение его качества. Однако до сих пор эти показатели остаются нестабильными, не до конца раскрыты потенциальные возможности сортов, недостаточно разработаны агротехнические приемы, которые применяются при выращивании данной культуры.

Цель исследований состоит в изучении биологического разнообразия и повышении плодородия почв при использовании биологических препаратов на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Объектом исследований являются черноземы обыкновенные и полифункциональные микробные препараты и их метаболиты: КБП - стандарт (комплекс биологических препаратов), КБП – инновационный (комплекс биологических препаратов), ПКМ (полиштамный комплекс микроорганизмов); КМП-92 (комплекс микробных препаратов - 92).

Наблюдения проводились в 2017 году на черноземе обыкновенном. Высевалась кукуруза на зерно, гибрид Машук 355. Отбор почвенных образцов проводили из ризосферы растений в посевах кукурузы из слоя 0–20 см по общепринятой методике (Методы почвенной микробиологии…, 1991) с соблюдением принципа одномоментности исследований. Из 5–7 точечных образцов составляли средний образец. Численность микромицетов (общее количество колониеобразующих единиц (КОЕ)) изучалась путем высева почвенной суспензии в разведении 10^{-2} на среде Чапека – Докса, подкисленной лимонной кислотой и с добавлением 100 мкг/мл стрептомицина для подавления роста бактерий с последующим прямым подсчетом колоний. Идентификацию грибов проводили на основе

культурально-морфологических признаков по традиционным определителям.

Комплекс микробных препаратов получают путем механического смешивания готовых препаратов Диазофит, Фосфоэнтерин, Биополицид в разных пропорциях. Диазофит – биопрепарат на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий, улучшает азотное питание растений. Фосфоэнтерин на основе микроорганизмов, мобилизующих труднодоступные фосфаты, увеличивает коэффициент использования фосфорных удобрений и почвенных фосфатов. Биополицид – биопрепарат, биоагентом которого являются микроорганизмы, подавляющие рост фитопатогенов. Биопрепараты являются также стимуляторами роста и развития растений, способствуют повышению устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

Доминирующие функции биоагентов: *Agrobacterium radiobacter 204* (азотфиксатор), биоснова микробного препарата Диазофит (ризоагрин), *Enterobacterium ipressuralis 32-3* (фосфатмобилизатор, продуцент фитогормонов), биоагент препарата Фосфоэнтерин (ФМБ), *Paenibacillus polymyxa П* (антагонист фитопатогенных микромицетов (14 видов, действует на уровне химических протравителей Витавакс 200ФФ, Максим) способен фиксировать азот атмосферы, очень слабый фосфатмобилизатор) – Биополицид (БСП). Полиштаммный комплекс препаратов (ПКМ) создан на основе бактерий - антагонистов фитопатогенов с ростстимулирующим эффектом: *Paenibacillus polymyxa* П + *Bacillus* sp.10 (ассоциативный с растениями риса, антагонист фитопатогенов, азофиксатор, стимулирует развитие проростков зерновых культур) + *Bacillus subtilis 01-1* –антагонист фитопатогенов. Микробные препараты разработаны в институте сельского хозяйства Крыма (г. Симферополь).

Опыт был заложен по следующей схеме: 1. Контроль (без обработки); 2. Комплекс биологических препаратов (КБП-стандарт); 3. Комплекс биологических препаратов (КБП - инновационный); 4. Комплекс полиштаммный микробный (КПМ); 5. Комплекс микробных препаратов -92 (КМП-92).

При анализе сезонной динамики численности микромицетов, выявили, что минимальные значения, приходятся на фазу 3-4 листа и составляют на контроле 72 тыс. КОЕ на 1 г почвы, а при применении биопрепаратов от 82 тыс. КОЕ/1 г почвы при обработке КБП-инновационным до 91 тыс. КОЕ/1 г почвы при применении ПКМ.

Выявлена четкая закономерность количества микроорганизмов в сезонной динамике. Наибольшее количество грибов по всем вариантам отмечено в сроки, соответствующие фазе цветения растений кукурузы. Это согласуется с общим представлением по динамике трансформации органического вещества почв. Наибольшее обилие пищи грибы получают именно в этот период, когда количество микромицетов на контроле

составило 337 тыс. КОЕ/г почвы. Наивысшая численность микроскопических грибов установлена при применении ПКМ и составляет 456 тыс. КОЕ/г. почвы, что в 1,4 раза выше, чем на контроле.

В фазу восковой спелости на всех вариантах произошло резкое снижение численности микромицетов. Вероятно, это связано с неблагоприятными погодными условиями, а именно с длительной засухой. На контроле было выделено 144 тыс. КОЕ/г. почвы, на варианте с применением ПКМ – 178 тыс. КОЕ/г, а на остальных вариантах опыта от 157 до 169 тыс. КОЕ/г.

В наших исследованиях определенный интерес представляет разнообразие микромицетов на контроле и по вариантам опыта. Чем более разнообразны почвы по микробному составу, тем они более экологически устойчивы, менее склонны к почвоутомлению и высоко плодородны.

Для выявления разнообразия микромицетов нами были идентифицированы все микроскопические грибы и по методике Шеннона определен коэффициент разнообразия (Мегарран, 1992). Анализируя полученный материал можно прийти к выводу, что на всех вариантах опыта коэффициент разнообразия на вариантах с применением биопрепаратов значительно превосходит этот показатель на контроле. Так, наибольшее значение исследуемой величины приходилось на варианты с применением КБП-стандарт и КБП-инновационный, где этот показатель составил 1,64 и 1,57 единиц соответственно. При обработке растений препаратами ПКМ и КМП-92 изучаемая величина составила 1,45 и 1,29 соответственно. На контроле изучаемый коэффициент приближен к единице и составляет 1,07 единиц по Шеннону.

Это свидетельствует о значительном экологическом прессе, который испытывает микробное сообщество на контроле. Однообразие культур и их выделения формируют менее разнообразное микробное сообщество, о чем и свидетельствует коэффициент разнообразия по Шеннону. Приведенные данные указывают на возможность возникновения на варианте без применения обработки почвоутомления и как следствие снижения продуктивности сельскохозяйственной культуры.

Таким образом, количество микромицетов увеличилось при применении биопрепаратов в наибольшей степени в фазу цветения на 100-150 тыс. КОЕ/1 г почвы по сравнению с контролем при абсолютных значениях на этом варианте 340 тыс. КОЕ/1 г. Варианты опыта с применением биопрепаратов демонстрируют высокое разнообразие почвенной микрофлоры при значениях коэффициента разнообразия Шеннона 1,29-1,64, что превышает аналогичный показатель на контроле в 1,3-1,6 раз.

«ЗЕЛЕНЫЕ» АГРОТЕХНОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

Хомяков Д.М.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва
khom@soil.msu.ru

С середины 1990-х годов в пахотных почвах РФ наблюдается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания сельскохозяйственных культур. На 74-81 млн. га посевов и 14-16 млн. га парующих полей по статистике ежегодно применялось всего 1,5-3,0 млн. действующих веществ (д.в.) минеральных удобрений (NPK). Для оптимизации гумусового состояния почв необходимо вносить в среднем по 6-7 т/га органических удобрений год (или порядка 650 млн. т суммарно).

Ресурсы органического вещества для введения в земледелие страны «зеленых» агротехнологий оценены – до 450 млн. т, из них 70-90 млн. т соломы (ботвы и других растительных остатков), а так же 40 млн. т сидератов с площади порядка 2 млн. га. Возможно использование торфа, органических отходов и биологического азота, накапливающегося при возделывании бобовых культур. Количество традиционных органических удобрений сокращается. Упало поголовье скота – в 1990 году насчитывалось 76,0 млн. условных голов, в 2019 – 35,0 млн. Изменились финансово-экономическая ситуация, материально-техническая база, появились административные барьеры и ограничения.

Согласно результатам двух Всероссийских сельскохозяйственных переписей в 2006 и 2016 годах, количество сельскохозяйственных организаций (СХО) уменьшилось с 59,2 тысяч до 36,4 тысяч (на 39%). Крупных и средних СХО – на 72% - с 27,8 до 7,6 тысяч предприятий. Численность крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) и индивидуальных предпринимателей в сфере сельского хозяйства (ИПСХ), составила менее 175 тысяч единиц, что на 39 % меньше, чем в 2006 году. Резко снизилось количество К(Ф)Х – с 253,1 до 136,6 тысяч. Количество ЛПХ в городских поселениях и округах сократилось в 2,5 раза – с 8,0 млн. единиц до 3,2 млн. единиц, зато выросло в сельской местности – с 14,8 до 15,0 млн. единиц.

К(Ф)Х в 2017 году с совокупной площадь посевов 23,1 млн. га или 28,7% из общей площади 80,6 млн. га, произвели всего лишь 12,7% продукции отрасли. На долю СХО, использующих «эффект масштаба», получающих свыше 90% объемов государственной поддержки (в 2019 году она достигнет 300 млрд. рублей), налоговые льготы, субсидии, имеющих доступ к кредитным ресурсам, рынкам и технологиям, располагающих

возможностью экспорта, приходится 54,4 млн. га посевных площадей (67,5%) и всего лишь 52,7% совокупной продукции отрасли. На 3,1 млн. га посевных площадей (3,8%), все ЛПХ страны в 2017 году произвели не менее 34% продукции, используя большей частью тяжелый физический, слабо механизированный труд. Эти факторы следует учитывать при разработке механизмов оптимального управления в сфере АПК РФ.

Ежегодный выход навоза и помета по всем категориям хозяйств составляет 294 млн. т физической массы (211 млн. т в пересчете на подстилочный навоз). Около половины (103 млн. т) навоза производится ЛПХ. Суммарное содержание NPK в органическом веществе составляет 2,9 млн. т. Их стоимость при текущих ценах на минеральные удобрения превышает 70 млрд. руб. В 1990 году внесение органических удобрений в расчете на 1 условную голову скота в хозяйствах всех категорий составляло 6,5 т (в том числе подстилочного навоза 5,2 т и 1, 3 т торфа), сейчас – менее 1,9 т. Торф не используется вовсе. Объемы минимального неучтенного оборота навоза в РФ можно рассчитать и оценить в 116 млн. т. Нужно понимать, что и 30 лет назад по статистике производилось 886 млн. т навоза, а вносилось 390 млн. т (44,0%), в настоящее время – 315 и 65 млн. т или 20 %.

Имеются международные, межгосударственные требования экологически безопасного использования органических удобрений и более 50 различных национальных российских нормативных правовых актов. В соответствии со ст. 1 Федерального закона от 19.07. 1997 № 109-ФЗ (ред. от 17.04.2017) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (далее – Закон) агрохимикаты - удобрения химического или биологического происхождения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Данное понятие не применяется в отношении торфа. Не допускается оборот веществ, не внесенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ (ст. 3). Государственная регистрация дает разрешение на производство, применение, реализацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, их ввоз и вывоз. Смесь из торфа и речного песка, не подлежит государственной регистрации. Гуматы калия и натрия, компосты, компостин и все органические удобрения подлежат.

Установлены требования к агрохимикатам (коды 3101-3105, 3824 ТН ВЭД ЕАЭС). Коды: 3101 – Удобрения животного или растительного происхождения, смешанные или несмешанные, химически обработанные или необработанные; удобрения, полученные смешиванием или химической обработкой продуктов растительного или животного происхождения. Их безопасность подтверждается заключением Роспотребнадзора о соответствии данных продуктов положениям р. 15 «Требования к

пестицидам и агрохимикатам» гл. II Единых санитарно-эпидемиологических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории Таможенного союза, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 «О применении санитарных мер в Евразийском Экономическом Союзе».

Следует отредактировать ст. 3 Закона и отменить необходимости регистрации органических удобрений животного и растительного происхождения (навоз, помет, иные органические вещества и материалы), образующиеся в результате хозяйственной деятельности и используемые для собственных нужд агропроизводителей. Они не являются товарной продукцией, а также отходом производства и потребления. Их оборот на должен регулироваться Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Приказ Минсельхоза РФ от 09.07.2015 № 294 (ред. от 06.12.2017) «Об утверждении Административного регламента Министерства сельского хозяйства РФ по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации пестицидов и (или) агрохимикатов» нужно изменить. Регистрация товарных видов органических, органоминеральных удобрений, почвенных грунтов должна существенно упроститься или заменена на уведомление от производителя. Проведение оценки их биологической эффективности необходимо исключить. Для ЛПХ все эти вопросы должны быть выведены из сферы государственного регулирования, что соответствует имеющейся мировой практике.

Эти вопросы имеют особое значение для реализации положений Федерального закона от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступающего в силу с 01.01.2020 года.

ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Цховребов В.С., Умаров А.Б., Фаизова В.И., Никифорова А.М., Новиков А.А.
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь
tshovrebov@mail.ru

Почвообразование – это процесс взаимодействия живой и костной материи. Основные изменения в агроценозах претерпевает живое вещество

почв и связанные с ним физико-химические процессы. Живая материя – это прежде всего корневая система растений и сопутствующая ей микрофлора.

Почвы пашни в начальный период эксплуатации мало чем отличаются от своих целинных аналогов. Они унаследовали от них состав, свойства и уровень плодородия. Только живая материя претерпевает значительные преобразования. В первую очередь это относится к растительным сообществам. Растительный покров целины обладает большим разнообразием. Здесь произрастает несколько десятков видов трав, а периоды прорастания, цветения, созревания и отмирания сменяют друг друга на протяжении всего периода вегетации.

На пашне монокультура. Это преимущественно зерновые злаковые и частично бобовые, а также пропашные культуры. Естественно, что на пашне фазы вегетации последовательно сменяют друг друга. Это накладывает свой отпечаток на периодичность поступления органического вещества с корневым опадом и корневыми выделениями, интенсивность которых зависит от фазы развития культуры. Это, в свою очередь определяет динамику развития почвенной микрофлоры.

Изменение условий почвообразования рассматривается на примере самых распространённых почв региона – чернозёмов обыкновенных карбонатных мощных малогумусных тяжелосуглинистых на лёссовидных суглинках. Исследование проведены на целине и сопряжёнными с нею участками пашни. Целинный травостой представлен разнотравно-злаковой ассоциацией. На пашне высевается преимущественно озимая пшеница, ячмень, кукуруза, сахарная свёкла.

В результате проведённых исследований выявили, что биомасса естественного травостоя и антропогенных угодий имеет существенные различия. Установлено, что естественные угодья производят 2,18 т/га вяленой массы целинного травостоя. Это 0,59 т/га кормовых единиц. В пересчёте на эту величину урожайность озимых пшеницы и ячменя почти в 10 раз выше. Урожайность кукурузы на зерно выше в 16,8, а сахарной свёклы в 29,5 раза по сравнению с целиной

Следует помнить о том, что на целине вся биомасса остается на месте минерализуется с помощью микроорганизмов, а продукты минерализации служат пищей для следующих поколений растений. Следовательно, отчуждения элементов питания с урожаем не происходит. На пашне почти вся продукции отчуждается с урожаем. Вынос азота со среднемноголетним урожаем составил 169,0 кг озимой пшеницей; 154,8 кг озимым ячменём; 22,2 кг кукурузой и 335,5 кг/га сахарной свеклой. Вынос фосфора составляет 48,3; 41,3; 7,4; 134,2, калия 96,6; 92,9; 14,8 и 469,7 кг/га соответственно. В среднем по четырем культурам это 170,4 кг азота, 57,8 кг фосфора и 169,2 кг калия с одного гектара. Меньше всего элементов питания отчуждает из почвы кукуруза на зерно и более всего сахарная свёкла. Если выращивается

кукуруза не на зерно, а на силос, то она вынесет из почвы в 10 раз больше элементов питания. Полного возврата макроэлементов с органическими и минеральными удобрениями нет. Более того, некоторые хозяйства вносят всего 40-60% удобрений от потребного количества.

Но если даже предположить бездефицитный баланс по элементам питания при внесении необходимых доз N, P, K то все равно восполнения утраченных химических элементов не происходит. Как известно в рацион питания растений входит не только азот, фосфор и калий, но и почти вся таблица Д.И. Менделеева. Огромный набор микроэлементов остается навсегда утерянным из почвы. В этих условиях идет интенсивное выветривание минералов следующими поколениями растений, для удовлетворения своих пищевых нужд. Эта цепь в условиях агроценозов нескончаема. Результат – резкое снижение почвенного плодородия.

Другой составной частью живого вещества почв является почвенная микрофлора. Находясь в тесной связи (иногда симбиотической, иногда метабиотической) с растением она растет и развивается согласно динамичным сезонным условиям в росте, развитии и питании растений.

По результатам многолетних исследований было проведено сравнение численности основных физиологических групп микроорганизмов черноземов целинных и пахотных угодий. Исследовалась микрофлора под кукурузой. В результате исследований выявлено, что общая численность микроорганизмов на пашне в несколько раз превосходит целину. Эта закономерность прослеживается по всем срокам вегетации культуры. Целинные участки имеют относительно стабильные показатели численности микробиоты в сезонной динамике. Причиной тому богатое разнообразие целинной растительности, в котором фазы развития трав последовательно сменяют друг друга на протяжении всего вегетационного периода. На пашне отмечены различия в сезонных показателях. Наименьшее количество аммонификаторов было в фазы начального роста и развития культуры и наибольшие – в фазу цветения кукурузы. Различия между минимальными и максимальными значениями достигало 10 раз. К концу вегетации и в послеуборочный период количество микробов резко снижается.

Изменения в количестве микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, аналогичны аммонитрификаторам. Это обусловлено тем, что аммонифицирующая и нитрифицирующая микрофлора находятся между собой в тесной метабиотической взаимосвязи, когда выделения одних бактерий служат пищей для других.

В пашне, при значительном дефиците свежего органического вещества разложению и выветриванию подвергается минеральная часть почвы. Сезонная динамика грибных популяций на целине выражена слабее, чем на пашне. Как правило, идет увеличение их численности от ранневесенних периодов к середине лета, а затем этот показатель снижается. Разница между

минимальными и максимальными показателями составляет в среднем 1,5-2 раза и лишь на черноземе обыкновенном 3-7 раз.

На пашне увеличивается численность микромицетов по сравнению с целиной. В течение сезона их количество возрастает от начала вегетации к фазе молочно-восковой спелости по злаковым культурам и к фазе цветения по кукурузе. Для целлюлозоразрушающих микроорганизмов характерно увеличение их количества к концу вегетации. Это согласуется с динамикой поступления целлюлозы в почву вместе с корневым опадом. В фазу цветения опада нет. После уборки появляется отмерший питательный субстрат в результате чего увеличивается количество микроорганизмов.

Надо отметить, что увеличение численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на черноземе агроценоза несоизмеримо со своими целинными аналогами. Превышение по сравнению с целиной составляет 8-12 раз.

Таким образом, на пашне по сравнению с целиной происходят существенные изменения в составе живой материи. Значительно возрастает биомасса растений, которая требует гораздо более усиленного питания, чем целинная растительность. При этом потребленные элементы минерального питания не возвращаются в почву, как на целине, а отчуждаются вместе с урожаем. Этим мы загоняем растения в условия минерального голода. Не является, в этом случае, спасением внесение минеральных удобрений, т.к. они не восполняют всего утраченного из рациона питания растений. Таким образом, мы провоцируем новый виток в цикле выветривания и новообразования почвенных минералов.

Значительно возрастает на пашне количество ризосферной микрофлоры. Численность азотпреобразующих бактерий увеличивается до 10 раз, а целюлозоразрушающих до 20 и более раз. Продукты метаболизма, которыми являются органические и минеральные кислоты способны воздействовать на минеральную часть почвы. Этим усиливается процесс выветривания и преобразования минеральной основы, с которой связаны не только питательный режим растений, но и весь комплекс почвенных свойств.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Черепухина И.В.[1,2], Безлер Н.В.[1], Громовик А.И.[2]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова, Воронежская область, п. ВНИИСС
[2]Воронежский государственный университет, Воронеж
vniiss@mail.ru

В Воронежской области при средней урожайности зерновых 35,4 ц/га на полях остается около 2 млн. т соломы. Такой объем может обеспечить ежегодное восполнение запасов органического вещества пахотных земель. В ЦЧР в условиях недостаточного увлажнения скорость микробиологического разложения соломы затягивается на несколько лет. В настоящее время активно разрабатываются и внедряются в практику альтернативные методы утилизации пожнивных остатков, предполагающие более полное их вовлечение в биологический круговорот с применением современных комплексных микробиологических препаратов. Эти препараты позволяют ускорить процесс деструкции и гумификации разнообразных органических, в том числе пожнивных остатков.

В лаборатории эколого-микробиологических исследований почв Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова из чернозема выщелоченного был выделен штамм целлюлозолитического микромицета (*Humicola fuscoatra ВНИИСС 016*), обладающего высокой активностью. Лабораторные исследования показали, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 50 %.

Поэтому целью исследований было установить степень влияния запашки соломы зерновых культур (озимой пшеницы и ячменя) с целлюлозолитическим микромицетом на процессы трансформации целлюлозы и других соединений соломы, динамику микробного сообщества почвы, ее ферментативную активность и формирование потенциального и эффективного плодородия почвы в зернопаропропашном севообороте.

В 2011 году на новом опытном поле ВНИИСС был заложен многолетний полевой опыт с запашкой соломы озимой пшеницы и ячменя в паровом звене зернопаропропашного севооборота (пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень). Почвенные образцы отбирали в посевах сахарной свеклы в динамике (май, июль, сентябрь) с глубины 0-15 см. В них был проведен учет численности микроорганизмов различных физиологических, таксономических и эколого-трофических групп методом высева почвенной суспензии разной степени разведения на элективные питательные среды.

Была установлена активность ферментов, принимающих участие в процессах синтеза-распада гумуса и азотного обмена.

Зимогенная группа микроорганизмов поставляет материалы, из которых синтезируются молекулы гумуса, а также ферменты, катализирующие синтез образующихся молекул. Автохтонные микроорганизмы являются типичными обитателями почвы и присутствуют там всегда. Они активизируют деструкцию гумуса. Соотношение зимогенной и автохтонной микрофлоры дает представление о направленности процесса трансформации гумусовых веществ в сторону их синтеза либо распада. В ходе проведенных исследований было установлено, что при внесении в почву с соломой зерновых культур целлюлозолитического микромицета значение этого соотношения в середине вегетационного периода было наибольшим – 4,29 (в контрольном варианте – 3,94, при запашке одной соломы – 3,87, соломы с азотным удобрением – 3,38).

Микромицеты в почве разрушают трудноразлагаемые органические вещества, но часть из них могут быть фитопатогенами. Грибы начинают разрушение таких стойких соединений как гумус, лигнин, хитин, дубильные вещества, клетчатка, делая возможным дальнейшее их использование другими организмами. Поэтому важно установить динамику их численности при запашке соломы зерновых культур и других компонентов. В результате проведенных исследований установлено, что численность микромицетов в мае составила 54,3 тыс. КОЕ в 1 г а.с.п., в июле и сентябре при снижении влажности и увеличении температуры воздуха (ГТК 0,68 и 0,53) количество мицелиальных форм микроорганизмов снижалось на 23,2 и 17,2 тыс. КОЕ соответственно. При запашке соломы микромицеты в мае и июле практически не изменили свою численность, а в сентябре их число возросло в 1,7 раза относительно контроля. Внесение с соломой азотного удобрения привело к активизации жизнедеятельности микромицетов в начале вегетационного периода, более резкому снижению их количества в июле, в сентябре их численность была на уровне запашки одной соломы – 66,3 тыс. КОЕ. Дополнительное внесение с соломой зерновых культур штамма микромицета *Humicola fuscoatra* способствовало росту числа микроорганизмов, разрушающих сложные органические соединения в мае: на 44,8% в сравнении с контролем, в июле погодные условия сказались на снижении численности группы микроскопических грибов. В сентябре в связи с тем, что органическое вещество соломы разлагалось быстрее, мицелиальные формы микроорганизмов развивались не так активно, как в начале вегетационного периода, когда было достаточно органического вещества для их питания.

Примерно 30% почвенной микрофлоры представлено актинобактериями. Основная их экологическая роль – разложение органического вещества на поверхности и в толще почвы, благодаря чему

они принимают участие в круговороте органических веществ и в углеродном цикле. Более активное развитие актинобактерий свидетельствует о более глубоких минерализационных процессах. Так, в контроле их количество достаточно резко снижалось от мая к июлю со стабилизацией к сентябрю: 2,26; 1,26; 1,36 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., что вполне закономерно связано с изменениями температурных условий и влажности почвы. Запашка соломы не привела к достоверным изменениям численности актинобактерий, при использовании соломы с азотным удобрением в мае отмечено увеличение количества актинобактерий – в 1,5 раза относительно контроля. При запашке соломы с целлюлозолитическим микромицетом отмечена самая низкая активность развития этой группы микроорганизмов, что возможно связано с сокращением содержания в почве трудноразлагаемых соединений.

Процесс распада целлюлозы представляет существенный интерес для познания процесса почвообразования. Хорошо известно, что микроорганизмы, разрушающие целлюлозу растительных остатков, выделяют в окружающую среду внеклеточные слизи (экзополисахариды), а также пигменты, сахара и органические кислоты, которые выполняют ряд важнейших биологических и экологических функций. Исследование численности целлюлозолитических микроорганизмов показало следующую динамику: в мае количество их по вариантам не менялось, в середине вегетационного периода оно увеличилось в 1,7 раза в контроле, в 1,4 раза при внесении соломы, в 1,2 раза при использовании соломы с азотом и в 1,9 раза при запашке соломы с целлюлозолитическим микромицетом, в сентябре рост численности целлюлозоразрушающей микрофлоры продолжился до 2,86 млн. КОЕ в контроле, однако внесение соломы в различных вариантах способствовало еще большему увеличению их числа: при использовании соломы + N – на 24,5%, соломы + N + *Humicola fuscoatra ВНИИСС 016* – на 32,4%.

Жизнедеятельность микрофлоры способствует изменению активности почвенных ферментов. Соотношение полифенолоксидазной активности к пероксидазной характеризует направленность процесса трансформации гумусовых веществ в сторону их синтеза либо деструкции. Так, в мае, июле и сентябре соотношение ПФО/ПО в почве контрольного варианта составило 1,03; 0,81; 0,80. Использование одной соломы снизило условный коэффициент гумификации в мае до 0,77, однако на протяжении последующих наблюдений он был на уровне с контролем. При внесении соломы с азотным удобрением значения коэффициента гумификации не изменились. При запашке соломы с целлюлозолитическим микромицетом, азотным удобрением и питательной добавкой процесс трансформации гумусовых веществ в мае был направлен в сторону синтеза: Кгум. составил 1,35, в июле и сентябре он оставался в пределах 0,85-0,89.

В результате исследований установлено, что запашка соломы зерновых культур с целлюлозолитическим микромицетом (*Humicola fuscoatra*), азотом и питательной добавкой способствует созданию благоприятных условий для развития микрофлоры, принимающей участие в трансформации соединений углерода в почве, а именно зимогенной и целлюлозоразрушающей. Использование соломы в качестве органического удобрения вместе с *Humicola fuscoatra* и дополнительными компонентами также способствовало накоплению специфических органических веществ в почве, что происходило за счет того, что специализированный микроорганизм и дополнительные компоненты пролонгируют активное развитие зимогенной микрофлоры в течение всего вегетационного периода. В среднем за сезон ее численность превышала автохтонную микрофлору, а условный коэффициент гумификации составлял 4,29, в то время как в контроле 3,94, при внесении одной соломы 3,87, соломы с азотным удобрением 3,38. Усиление гумификационных процессов подтверждается и увеличением условного коэффициента гумификации, рассчитанного по соотношению активности ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы. В целом, это может свидетельствовать о положительном влиянии целлюлозолитического микромицета на разложение соломы, так как продукты, образующиеся при ее трансформации, могут быть использованы для синтеза гумусовых веществ почве.

Секция 3

ОПТИМИЗАЦИЯ И БИОЛОГИЗАЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЛИВОВОЙ ПЛОДОЖОРКИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Васильченко А.В.
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар
plantprotecshion@yandex.ru

В течение последних лет мы наблюдаем глобальную трансформацию климата. В Краснодарском крае климатические изменения прослеживаются практически во всем спектре метеопоказателей. Современное потепление не имеет аналогов за последние 100 лет. Установлено, что интенсивное потепление началось после 1985 г. Наиболее значительное приходится на холодный сезон года. Средние температуры воздуха зимой выросли в равнинной части края на 2,1–2,8°С. Средняя годовая температура воздуха на Кубани повысилась на 0,8°С. В последние годы в крае отмечается практически повсеместное увеличение годовых осадков – их количество за 34 года в среднем возросло на 17,0%.

Атмосферные сдвиги непосредственно влияют на процессы, происходящие в биосфере. Эволюционная трансформация природы направлена на формирование жизненных форм, приспособленных к новым абиотическим условиям.

Сопоставление данных за 12–13 лет выявило целый ряд изменений морфологических и физиологических особенностей экологии сливовой плодожорки *Grapholita funebrana Tr*. Ранее жизненный цикл плодожорки проходил в двух поколениях, в последние годы фитофаг развивается в трех генерациях.

По данным Прах С.В. происходит смещение сроков наступления той или иной фенофазы по годам, в зависимости от погодных условий. Это процесс наблюдается в первой половине вегетации, далее сроки фенофаз приближаются к средним многолетним показателям. Наблюдения, проведенные в 2018 г., подтвердили эту выявленную ранее закономерность.

В 2018 г. температурные показатели Краснодарского края побили все рекорды, они были на порядок выше среднемноголетних. Зимний период

характеризовался температурными данными на 1,5–4,0°С выше нормы. Тепловой режим марта, апреля на 1,0–5,0°С выше нормы, и на 30 апреля по Краснодарскому краю сумма эффективных температур (СЭТ) воздуха выше +5,0°С составила 180,0–280,0°С, выше +10,0–30,0°С – 110,0ºС, что на 30,0−90,0°С выше нормы. В апреле наблюдается существенное отличие по годам в показателях продолжительности солнечного сияния. В первой и третьей декадах этот параметр был превышен практически в два раза.

Повышенный тепловой режим зимнего периода спровоцировал более раннее окукливание сливовой плодожорки.

По среднемноголетним данным лет фитофага происходит в III декаде апреля, однако, в вегетационном периоде 2018 г. первые бабочки перезимовавшего поколения сливовой плодожорки в феромонных ловушках в Центральной зоне края отмечены 12 апреля. Показатель СЭТ (+10,0°С) на эту дату составил 49,5°С, хотя по литературным данным начало лета проходит с набором СЭТ 105,0–120,0°С. Этот порог в условиях Центральной зоны края был достигнут 28–30 апреля (через 16–17 дней после начала лета) и совпал по факту с началом массового лета фитофага.

В дальнейшем погодные условия: резкие перепады температур, осадки ливневого характера, сильный порывистый ветер в мае; аномальные температуры летнего и осеннего периодов оказали влияние на сроки наступления тех или иных фенофаз сливовой плодожорки. Однако, сопоставление дат развития фенофаз в сезоне 2018 г., показало стремление приближения и совпадение со среднемноголетними показателями.

Новые знания о биологоэкологических особенностях развития сливовой плодожорки в условиях усиления абиотического воздействия, позволяют совершенствовать мониторинг сливового агроценоза и тактику проведения защитных мероприятий в целях оптимизации затрат на защиту и повышения фитосанитарной устойчивости биосистемы многолетнего агроценоза.

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ И ТИПА ПОЧВ НА АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

Васильченко Н.Г.
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
wnikita37@gmail.com

Постоянный рост населения приводит к ряду различных социальных и экономических проблем. Одной из главных проблем считается обеспечение населения качественной сельскохозяйственной продукцией. При этом в

числе основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на территории Российской федерации и на территории ЮФО, в частности, находится озимая пшеница.

Среди актуальных проблем в сельскохозяйственной отрасли известное место занимают грибковые болезни, главной в ЮФО, из которых является фузариоз колоса озимой пшеницы. Заболевание наблюдается в большинстве регионов, где выращивается пшеница и обусловливает потери 25,0–30,0% урожая.

Возбудителями выступают грибы рода *Fusarium*, которые находятся в различных частях растения, как в колосковом стержне и чешуях, так и в семенах, особенно в зародышевой части семян.

В настоящий момент заражение сельскохозяйственных культур грибами рода *Fusarium* приобрело глобальный характер и при благоприятных условиях представляет серьезную опасность для здоровья населения из-за продукции микотоксинов (трихотеценового ряда), которые накапливаются в семенах растений, угрозу как для людей при приеме в пищу, так и в сельском хозяйстве при кормлении скота.

Существуют различные способы защиты от фитопатогенных грибов, при этом наиболее часто применяемым из них является использование фунгицидов. Эффективность применения подобных веществ постоянно снижается по причине постепенного развития резистентности к действию различных фунгицидных веществ.

В настоящее же время, вектор проводимых исследований сместился с поиска химических веществ на поиск и применение бактерий и их метаболитов, обладающих антагонизмом к различным грибковым возбудителям болезней с/х культур.

Одной из перспективных групп микроорганизмов, отличающихся как способностью эффективно противостоять фитопатогенам, так и проявлять фитостимулирующие свойства, является группа почвенных бактерий, относящихся к порядку *Bacillales*.

В последнее время, бактерии данного порядка рассматриваются в качестве перспективных агентов биологического контроля болезней растений, а также в качестве организмов, проявляющих фитостимулирующую активность в силу их широкой распространенности, природного антагонизма ко многим фитопатогенным грибам и способности продуцировать вещества гормональной природы.

Механизм действия заключается в колонизации бактериями – антагонистами корней растений в период прорастания семян и подавление патогенных грибов за счет выделения хитинолитических ферментов, сидерофоров и специфических антимикробных пептидов.

Однако почвенные бактерии обладают высокой чувствительностью к локальным почвенно-климатическим условиям – типу почв, температурному режиму, влажности, составу местных микробных сообществ.

Исходя из чего, нами было изучено влияние на антагонистические свойства у бактерий таких внешних условий как:

1. Агроклиматические условия.
2. Тип почвы.

Цель исследования – оценить влияние различных внешних условий на выраженность антагонистических свойств у представителей данного класса бактерий по отношению к грибам рода *Fusarium*.

Объекты и методы исследования. Исследование проводилось на базе лаборатории экспериментального мутагенеза ЮФУ. Всего в ходе исследования было проанализировано 28 почвенных образцов, из которых было выделено 1040 штаммов бактерий-антагонистов, относящихся к порядку *Bacillales*.

Штаммы бактерий-антагонистов были получены нами путем совместного культивирования пастеризованной почвенной суспензии и грибов рода *Fusarium* на плотной среде Сусло агар. Штаммы фитопатогенных грибов были получены нами путем выделения из пожнивных остатков и последующим определением данных грибов микроскопированием, а затем и методом секвенирования.

Первичный скрининг, направленный на выделение штаммов, проявляющих антагонизм, проводился методом совместного культивирования при этом, использовалась культура гриба *F. graminearum*.

На плотную питательную среду Сусло агар газоном засевалась культура гриба, относительно которой производился отбор штаммов бактерий – антагонистов. Поверх культуры гриба наносилась полученная пастеризованная почвенная суспензия (в объеме 50 мкл) и растиралась с помощью шпателя Дригальского до полного высыхания поверхности среды. Инкубировали 3 суток при температуре 25,0°С.

Отбор производился по принципу есть антагонизм / нет антагонизма. Отбирались все бактерии, демонстрировавшие зону подавления роста гриба вокруг своих колоний. Всем штаммам присваивались названия на основании почвенного образца, из которого данный штамм был выделен.

В результате первичного скрининга нами было выделено 1040 различных штаммов бактерий – антагонистов, относящихся к представителям порядка *Bacillales*.

Полученные результаты были обработаны в программной среде STATISTICA10.

Результаты и обсуждение: Первоначальным этапом работы была оценка влияния агроклиматической зоны на антагонистическую активность

штаммов. Всего в ходе исследования было отобрано 28 почвенных образцов из 2-х агроклиматических зон: предгорная и степная.

Всего в ходе оценки влияния агроклиматических условий было выделено 720 штаммов из почвенных образцов предгорной и 320 штаммов из образцов почвы степной агроклиматических зон. При этом в среднем диаметр зоны подавления для штаммов, выделенных из почвенных образцов предгорной зоны, был выше в 1,8 раза, чем для штаммов, выделенных из почв степной агроклиматической зоны (10,3±0,68 мм против 5,7±0,39 мм).

Связано это с тем, что предгорный климат отличается более высокими показателями влажности, по сравнению со степным, а также с более благоприятным температурным режимом в летне–осеннее время года. Именно в эти периоды года происходит интенсивный рост, как фитопатогенных грибов, так и их антагонистов. В результате, при частом столкновении в естественных условиях бактерии приспосабливаются к более продуктивному освоению экологических ниш в ризосфере растений.

Выяснив, что наибольшая антагонистическая активность характерна для тех бактерий, которые были выделены из почв предгорной агроклиматической зоны, было решено проверить, есть ли корреляция между антагонистической активностью и типом почвы, из которой выделялись штаммы бактерий – антагонистов.

В ходе наших исследований при оценке влияния типа почвы на антагонистические свойства было выявлено, что наиболее сильная антагонистическая активность характерна для бактерий, выделенных из серых лесных почв (в среднем их диаметр зоны подавления составлял 17,21±1,89 мм, что в 1,66 выше, чем у штаммов луговых черноземов (10,36±1,09 мм), в 1,55 раза выше штаммов из черноземов выщелоченных (11,13±1,15 мм) и в 3,01 раза выше, чем штаммы типичных черноземов (5,72±0,39 мм).

Данная разница также связана с более благоприятными условиями для роста и развития микроорганизмов из-за повышенной влажности и более мягкого температурного режима, о чем было сказано ранее.

Статистическая обработка данных осуществлялась посредством дисперсионного анализа по методу one – wayANOVA, с использованием в качестве апостериорного критерия TukeyHSDtest (тест Тьюки).

В дальнейшем данным методом было подтверждено наличие статистически достоверного различия между антагонистической активностью штаммов, выделенных из почв различных агроклиматических зон. Также данный анализ по сравнению антагонистической активности штаммов в зависимости от типа почвы подтвердил достоверное отличие штаммов, выделенных из серых лесных почв от других штаммов выделенных из черноземов различных типов.

Все данные были обработаны в программной среде STATISTICA10 и являются достоверными при уровне значимости при $p < 0.05$.

Выводы

Таким образом, в ходе работы было выявлено, что на частоту выделения штаммов-антагонистов влияют как агроклиматические условия, так и тип почвы. Всего в ходе оценки влияния агроклиматических условий было выделено 720 штаммов из почвенных образцов предгорной и 320 штаммов из образцов почвы степной агроклиматических зон. При этом в среднем диаметр зоны подавления для штаммов, выделенных из почвенных образцов предгорной зоны, был выше в 1,8 раза.

Наиболее сильная антагонистическая активность была характерна для бактерий, выделенных из серых лесных почв. В среднем их диаметр зоны подавления составлял 17,21 мм, что в 1,66 выше, чем у штаммов луговых черноземов, в 1,55 раза выше штаммов из черноземов выщелоченных и в 3,01 раза выше, чем штаммы типичных черноземов. Согласно выше изложенному наибольшее влияние на степень антагонистической активности оказал тип почвы с максимальным различием в 3,01 раза.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что наибольшая антагонистическая активность характерна для штаммов, выделенных из тех образцов почвы, которые приурочены к регионам с более высокой влажностью. Связано это с тем, что данные условия наиболее благоприятны для развития фузариоза, что обеспечивает более частое столкновение патогенных грибов и их антагонистов в естественных условиях, тем самым стимулируя выработку более выраженных антагонистических свойств у почвенных бактерий порядка *Bacillales* для более успешной колонизации ризосферы растений.

САМОРЕГУЛЯЦИЯ АКАРОКОМПЛЕКСА В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ КАК ПРЕДПОСЫЛКА К РАЗВИТИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДАРСТВА НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Волкова М.В., Волков Я.А.
Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Ялта
frog_marisha@list.ru

Крымский полуостров является одним из признанных в мире центров биологического разнообразия. Особое географическое положение, рельеф, климат, относительная изолированность от континента способствовали формированию уникальной и обильной флоры и фауны (Красная книга., 2015). В ботанико-географических работах указывается на принадлежность

Горного Крыма, и в особенности Южного берега Крыма (ЮБК), к средиземноморской флористической области, характеризующейся высокой концентрацией видового разнообразия. Это объясняется тем, что Горный Крым входит в крайние восточные границы Средиземноморья и в прошлом имел общность территории с «древним Средиземноморьем» (Гаркуша, 2012). Кроме того, в состав крымской флоры и фауны входят представители и других географических групп с высокой долей эндемичных и реликтовых видов. В условиях изменения климатических условий и антропогенной нагрузки одной из главных экологических проблем является сохранение видового и ландшафтного биоразнообразия.

Современной тенденцией в мировом агропромышленном производстве становится развитие экологических технологий, в том числе, органического земледелия, основанного на применении природных саморегулятивных процессов, предполагающего отказ от применения пестицидов, минеральных удобрений и получение экологически чистой продукции (Altieri and Farrell, 1995; Willer, 2015). Данные современной статистики показывают стремительное увеличение площадей, занятых под органическими виноградниками. Такие виноградники составляют 8,0% площади от мирового органического производства, из которых почти 90,0% находится в Европе (Віллер, 2013). В России Закон «Об органической продукции…» принят в 2018 г. и направлен на развитие отечественного органического рынка. Органическое виноградарство в Крыму актуально с точки зрения сохранения и улучшения ландшафтного и видового разнообразия агроценозов. Кроме того, большинство виноградников на ЮБК находятся вблизи рекреационной зоны в связи с чем органическое виноградарство должно стать актуальным направлением в регионе.

Ключевой проблемой выращивания органической продукции является нестабильная эффективность средств защиты, разрешенных в органическом производстве, особенно в условиях высокой интенсивности развития вредных организмов. Сегодня на виноградниках ЮБК применяют в среднем 1–2 обработки акарицидами и 6–10 фунгицидных обработок. Известно, что выращивание монокультуры и интенсивное применение пестицидов в агроценозах приводит к существенному сокращению видового разнообразия насекомых, клещей, по сравнению с окружающими природными биоценозами, в первую очередь хищных видов, чувствительных к действию пестицидов (Кузнецов, 2001), что делает агроэкосистемы неустойчивыми и неспособными к саморегуляции.

Особенностями агроландшафта виноградников Крыма, в особенности ЮБК, являются небольшие по площади массивы, окруженные дикорастущей растительностью, что обуславливает мозаичность местообитаний и, следовательно, высокое видовое разнообразие насекомых и клещей, в том числе аборигенной хищной фауны, имеющей большое биоценотическое

значение в естественной регуляции численности популяций фитофагов (Никитенко, 1990). Дикорастущая растительность на обочинах виноградников, где отсутствует пестицидная нагрузка, имеет важную роль в сохранении и накоплении хищной биоты и общего видового разнообразия в агроценозе (Кузнецов, 2001; Юрченко, 2010). На исследуемых виноградниках наиболее многочисленными в колониях растительноядных клещей отмечены хищные насекомые: кокцинеллиды (*Stethorus punctillum* Ws. и др..), клопы *Orius sp.*, личинки галлицы *Arthrocnodax sp.*, трипсы (*Scolothrips acariphagus* Junh.) и хищные клещи семейства Stigmaeidae (*Zetzelliamali* Ewing.), Pronematidae (*Pronematus rapidus* Kuzn.) и Phytoseiidae (*Typhlodromus cotoneastri* Wainst., *Phytoseius plumifer* Cat. Et Fanz., *Euseiusfinlandicus* Oud. и др.).

Отмеченная высокая фаунистическая общность комплекса хищных клещей Phytoseiidae, основных регуляторов численности растительноядных клещей, на виноградниках и в граничащих природных биотопах с дикорастущими виноградными растениями (K_i = 0,6–0,8), свидетельствующая о миграции хищников на виноградники в очаги развития популяций фитофагов. На основе многолетних исследований была показана возможность восстановления саморегуляции численности садового паутинного клеща в условиях промышленного виноградника при исключении пестицидов, используя «краевой эффект». Так, многолетнее исключение средств защиты от фитофагов на краевых 6 рядах виноградника площадью 1 га, позволило создать благоприятные условия для миграции хищных видов клещей и насекомых из прилегающих природных биотопов и значительного увеличения их численности на периферии виноградника. На третий год исключения пестицидов отмечали проникновение и закрепление на краевых рядах хищной галлицы *Arthrocnodax sp.*, клопов *Orius spp.*, клещей Stigmaeidae. На четвертый год численность хищных насекомых и клещей увеличилась не только на периферии виноградника, но и на всей площади, даже на фоне применения пестицидов. Доля хищных клещей в структуре акаромплекса через 5 лет исключения пестицидов увеличилась с 0,3 до 12,5% (Stigmaeidae) и с 1,7 до 19,6% (Phytoseiidae). При этом максимальная численность основного фитофага во время пиков активности популяции снизилась с 30,5 до 6,5 экз./лист. Биотический индекс, характеризующий трофические взаимоотношения в акарокомпексе, увеличился с 1:47 до 1:2.

Таким образом, создание резерваций полезной биоты на части виноградника способствовало стабилизации акарокомплекса и созданию саморегулирующей системы, приближенной к природным ценозам, для которых характерно отсутствие массового развития фитофага, а также привело к увеличению видового разнообразия хищников на всей площади виноградника. Полученные данные свидетельствуют о возможности

применения природных механизмов саморегуляции численности популяции растительноядных клещей в технологии органического виноградарства на Южном берегу Крыма.

ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОРТОВ РОЗ МИНИАТЮРНОЙ САДОВОЙ ГРУППЫ КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Звонарева Л.Н.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
zaschitanbs@rambler.ru

Среди разнообразия различных садовых групп, представленных в коллекции Никитского ботанического сада, большой популярностью пользуются сорта миниатюрной садовой группы. Они культивируются в открытом грунте в садах и парках, в закрытом грунте и используются в селекционных исследованиях. В большом спектре морфологических и биологических признаков миниатюрных роз важную роль играет их устойчивость к болезням и вредителям.

Цель исследований – выявление доминирующих фитофагов и определение видового состава фитопатогенных возбудителей болезней сортов роз миниатюрной садовой группы.

Объект исследований. Объектом исследования являлись 49 сортов миниатюрных роз коллекции Никитского ботанического сада, из них – 46 интродуцированных и 3 сорта, созданных селекционерами Никитского сада. Все они различаются морфологическими особенностями вегетативных и генеративных органов и единично поражаются болезнями и вредителями.

Методы исследований. Видовой состав вредителей изучали путем визуального осмотра генеративных и вегетативных органов 1 раз в 7−10 дней. Образцы повреждений анализировали под бинокуляром (NikonSMZ745T) в лабораторных условиях. Частоту встречаемости видов определяли по 3-х бальной шкале:

+ – вредители встречаются единично;

+ + – вредители встречаются часто, но не наносят значительных повреждений;

+++ – вредители встречаются в массе.

Оценка поражаемости садовых роз грибными болезнями проводилась на естественном инфекционном фоне по 5-ти бальной шкале.

Результаты и обсуждения. В результате обследований сортов миниатюрных садовых роз выявлено три вида фитофагов, относящихся к трем отрядам класса *Insecta* – Homoptera, Lepidoptera и Acarina. Наиболее

массово в течение вегетации встречались зеленая розанная тля (*Macrosiphum rosae* L.), розанная листовертка (Archipsrosana L.), обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch) - единично. В 2016 г. на сорте миниатюрной группы Rouletii был впервые выявлен очаг размножения инвазивного вида австралийского желобчатого червеца (*Icerya purchasi* Maskell), которого ранее не этой культуре не было.

Зеленая розанная тля – широко распространенный вредитель роз. Колонии тли поселяются на молодых побегах, бутонах, листьях и высасывают сок. Зимуют яйца на побегах. Отрождение личинок отмечено в период со второй половины марта до третьей декады апреля.

Листовертка розанная – типичный полифаг. Мелкая бабочка этого вредителя желто-коричневого цвета с размахом крыльев 14–22 мм**.** Большой вред розам наносят ее гусеницы светло-зеленого цвета размером 15–16 мм, которые появляются рано весной, повреждая едва распустившиеся почки, затем побеги и листья.

Обыкновенный паутинный клещ – зимует под растительными остатками и под корой. Весной заселяют молодые листья, преимущественно с нижней стороны. Питаясь, плетут паутину и откладывают яйца. Поврежденные вредителем листья желтеют, деформируются и засыхают. При массовом заселении наблюдается преждевременный листопад. Бутоны не раскрываются. В течение вегетационного периода дает более десяти генераций.

Австралийский желобчатый червец – типичный полифаг. При массовом размножении колонии вредителя покрывают стебли, тонкие веточки и листья. На заселенных растениях наблюдается деформация и пожелтение листьев, а также начинается преждевременный листопад. На выделениях червеца поселяется сажистый гриб, в результате листья и ветки становятся черными. При постоянном заселении вредителем растения усыхают частично или полностью.

В период цветения существенный вред розам других садовых групп наносят оленка мохнатая – *Tropinota hirta* Poda и бронзовка золотистая – *Cetonia aurata* Linnaeus), в то время как сорта роз миниатюрной группы не повреждаются этой группой фитофагов, так как они по своим морфологическим признакам имеют мелкие, густомахровые соцветия и у большинства сортов отсутствует желтая окраска соцветий, привлекающая вредителей.

Установлен видовой состав фитопатогенных возбудителей заболеваний, наиболее вредоносными из которых являются: мучнистая роса (*Podosphaera pannosa* (Wallr) deBary), черная пятнистость (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolt), ржавчина (*Phragmidium tuberculatum* Jul. Mull.).

Несмотря на большую вредоносность грибных болезней, поражающих все садовые группы роз, сорта миниатюрной садовой группы наименее

подвержены поражению комплексом этих заболеваний. Ржавчина, проявляющаяся в конце лета − начале осени на других сортах коллекции, миниатюрные розы поражает единично. На сорте Maidy зафиксировано единичное поражение ржавчиной (2 балла). Единичное поражение черной пятнистостью (2 балла) проявилось на сорте Sunmaid. Присутствие у миниатюрных роз такого морфологического признака, как наличие глянцевых листьев, может быть признаком устойчивости к грибным заболеваниям.

Выводы. Таким образом, использование в коллекции роз Никитского ботанического сада садовой группы миниатюрных роз, которая практически не повреждается вредителями и не поражается болезнями, является перспективной для дальнейших селекционных исследований и может быть рекомендовано в озеленении парков Южного берега Крыма.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ УРОВНИ РАЗВИТИЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ В КРЫМУ

Иванова О.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», Ялта,
vip.polskaya@mail.ru

В Крыму эпифитотии парши отмечаются практически ежегодно, что приводит к снижению урожайности и товарных качеств плодов, несмотря на то, что затраты на борьбу с ней во многих хозяйствах составляют более 50,0% от общих затрат по защите сада. Благоприятные условия для развития комплекса фитопатогенных микроорганизмов и ухудшение иммунного состояния плодовых растений возникают на фоне техногенного загрязнения окружающей среды и возросшей нестабильности погодных условий.

Заболеваемость паршой яблони (возбудитель - в сумчатой стадии узкоспециализированный гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter.; с конидиальной стадией *Fusicladium dendriticum* Wallr.Fuck) зависит от возраста листьев и плодов; молодые ткани наиболее восприимчивы к болезни. Листья легко подвергаются инокуляции в период от 1 до 5 дней от начала фазы «распускания почки» и устойчивы к заражению спорами с момента завершения формирования листа. Плоды заражаются от листьев в течение 3-х−4-х недель после опадения лепестков. Инфекционный потенциал зависит от количества и интенсивности поражения листьев осенью, где возбудитель заболевания зимует в форме зачатков плодовых тел – псевдотеций, внутри которых созревают аскоспоры. Поражение паршой приводит не только к потере веса и товарного качества плодов, но и к снижению силы роста и развития растений. На ослабленных деревьях

уменьшается количество плодовых почек, что приводит к ощутимым потерям урожая в будущих сезонах.

Таким образом, исследования по изучению биологии возбудителя парши в зависимости от изменения климатических факторов среды на разных стадиях инфекционного процесса не теряют своей актуальности.

Цель исследований – изучение особенностей этиологии парши и состояния инфекции в разных климатических районах Крыма в зависимости от погодных условий.

Объект исследований: гриб *V. Inaequalis* – возбудитель парши яблони. Мониторинг болезни и изучение особенностей развития возбудителя проводили в 2015 - 2018 гг. в трех районах Крыма – Симферопольском, Бахчисарайском и Нижнегорском.

Методы исследования. Учет запаса инфекционного начала возбудителя парши анализировали осенью, после листопада на опавших листьях. Количество проб брали в зависимости от величины участка: по 2 пробы с участка площадью в 1 га, в каждой пробе по 20−25 листьев. Затем подсчитывали листья, имеющие признаки поражения паршой, и рассчитывали процент пораженных.

Краткосрочный прогноз развития парши яблони осуществляли с момента набухания почек. Учеты и диагностика заболевания проводились методами микроскопирования зараженных листьев, выявляли % зрелости и сроки наступления массового распространения аскоспор. Дату наступления зрелости сумкоспор определяли, пользуясь температурно-фенологической номограммой и фенопрогностическим календарем. В летнее время краткосрочный прогноз развития парши рассчитывали по таблице Миллса.

Пораженность паршой (%)учитывали по 100 молодым листьям с каждого из 10 учетных деревьев (по 25 листьев с каждой стороны дерева). Степень развития болезни определяли по формуле:

$$X = \frac{\sum(б \times р) \times 100,}{n \times 4}$$

где X – степень развития болезни; б – балл поражения, р – число листьев данного балла, n – общее число учтенных листьев, 4 – высший балл поражения.

Результаты и обсуждения. В цикле развития инфекции существует две формы, которым соответствуют следующие характеристики: ***первичная*** – зимне − весенняя, половая, сапротрофная, сумчатая, аскоспоровая и ***вторичная*** – весенне − летняя, бесполая, паразитическая, мицелиальная, конидиальная.

По интенсивности проявлений парши в Крыму за период наших исследований было выявлено три эпидемиологических уровня развития болезни. В 2015 и 2016 годах, в связи с длительностью прохладных и влажных периодов начала вегетации наблюдались эпифитотийные типы

развития болезни, когда созревание 75,0% аскоспор происходило до начала цветения. Массовое рассеивание аскоспор наступало уже с фенофазы «розовый бутон» − «начало цветения», приводя к заражению листьев и цветов. За сезон было реализовано 6−8 генераций сумчатой стадии и 15–17 конидиальной. Признаки поражения обнаруживались как на верхней, так и на нижней стороне листа, что свидетельствовало о возрастании агрессивности потенциала инокулюма и начале эпифитотийного распространения инфекции.

Метеорологические условия 2017 г. способствовали проявлению умеренного типа развития болезни, когда распространенность парши в первой половине вегетационного периода достигала 37,0%, а во второй – при доминировании вторичного инокулята до 85,0%. Конидиальная форма инфекции *F. dendriticum* может вызывать эпидемический эффект распространения болезни, так как летние споры имеют высокий уровень воспроизводства и виталитета и не так чувствительны к влаге и свету, как аскоспоры.

Погодные условия 2018 г. были засушливыми и отличались нетипичным для весеннего периода каскадом высоких температур и средних значений относительной влажности воздуха. Установлено, что с повышением среднесуточной температуры до 25,0°С и выше наблюдается замедление развития парши даже на фоне увлажнения листьев.

За период с марта по май месяц погодные условия способствовали депрессивному типу развития болезни. В первой декаде мая, а затем в третьей декаде июня было всего четыре существенных периода увлажнения продолжительностью от 9 до 12 часов, которые в соответствии таблице Миллса, по истечение инкубационного периода привели к возникновению среднего и слабого уровней инфекции в саду, где не проводились пестицидные обработки (чистый контроль). Первые признаки парши на листовом аппарате были выявлены 21 мая, с развитием болезни от 1,5% до 2,0% и степенью поражения листьев в среднем на 0,1–1,0 баллов. В дальнейшем процент поражения листьев удерживался на уровне 2,0% до третьей декады июня. Дожди в конце месяца спровоцировали третью волну поражения листьев до 28,0%, достигнув в последней декаде июля увеличения до 35,0%. Весь последующий период августа свежих «пятен» парши не выявлено, молодой прирост был чистым.

Поражение паршой плодов зафиксировано в конце второй декады мая, «пятна» на 1,0–2,0 балла обнаруживали на сортах Айдаред, Ева, Гала, Крымское, Кандиль, Ренет Симиренко. К середине августа было поражено 15,0% яблок.

Выводы. За период наших исследований по изучению особенностей этиологии парши в Крыму выявлено 3 эпидемиологических уровня развития вредоносности парши в зависимости от метеорологических условий. В 2015

и 2016 годах наблюдались эпифитотийные типы развития болезни. Метеорологические условия 2017 года способствовали проявлению умеренного типа развития инфекции. В 2018 году распространение и развитие болезни протекало по депрессивному типу: в первой половине вегетационного периода – до 2,0%, и по умеренному типу во второй половине – 35,0%.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*

Козицын А.Е.
Всероссийский научно-исследовательский институт
биологической защиты растений, Краснодар
KozicinAlexander@gmail.com

Интенсификация производства сельскохозяйственной продукции всё чаще ведёт к увеличению количества обработок пестицидами и повышению расхода средств защиты растений. Особенно остро это представлено при возделывании плодовых культур, где количество обработок может достигать 20 и более. Разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных культур в настоящее время приобретает всё больший масштаб и количество сельхозтоваропроизводителей, желающих выращивать продукцию под маркой органик растет с каждым годом. При планировании системы защиты растений, в первую очередь, как можно большее внимание следует уделять агротехническим и биологическим методам защиты растений. «Органическое сельское хозяйство» − технологическое направление, активно развивающееся в настоящее время в России и занимающее существенные сегменты рынка в развитых странах. Оно основано на применении только органических удобрений и биологических средств защиты растений. В связи с этим ученые в России и в мире активно проводят исследования, подтверждающие эффективность биологических средств защиты растений от болезней и вредителей.

Одной из приоритетных задач научно − технологического развития России, согласно Указу Президента РФ № 642 от 01.12.2016, является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, а также разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений. На сегодняшний день российский рынок биологических средств защиты растений составляет около 3,5% от рынка химических средств. По последним данным статистических исследований, проведённых компанией Research

techart, рынок Российских СЗР в 5,5 раз меньше рынка ЕС и в 10,5 раз меньше рынка США. В общей сложности в настоящее время в США действует порядка 2000 биотехнологических предприятий, в Китае – 600, в Индии – 300, а в России – всего около 50.

Сравнение объема Российского рынка биологических средств защиты растений с рынками других стран свидетельствует о значительном потенциале развития и необходимости увеличения доли биологических препаратов и соответственно технологий их получения и применения.

Несмотря на многочисленные исследования в данном направлении готовых биопрепаратов на российском рынке средств защиты растений крайне недостаточно. Это связано, в том числе, и с отсутствием современных стандартов и технологий получения биопрепаратов. В связи с этим, в условиях Российской Федерации, необходимо расширять спектр биопрепаратов различного целевого назначения и разрабатывать технологии защиты сельскохозяйственных культур на их основе.

Важным направлением агробиотехнологии является разработка способов производства биопрепаратов на основе полезных микроорганизмов.

Для производства микробного биопрепарата требуется разработать технологию его получения в лабораторных условиях и доказать его эффективность. После того, как определены оптимальные параметры роста и оптимизирован состав питательной среды для культивирования штаммов-продуцентов биофунгицидов в лабораторных условиях, необходимо переходить к следующему этапу исследований, масштабированию процесса культивирования. На практике редко удается перенести в масштаб производства технологию культивирования, разработанную для условий лаборатории, так как при увеличении объёмов производства более 100 литров необходимо использовать специальные биотехнологические устройства: биореакторы. Условия роста клеток микроорганизмов в биореакторах в некоторой степени отличаются от условий в лабораторных шейкерах, что вносит необходимость уточнять дополнительные параметры культивирования.

Цель работы − провести оптимизацию условий культивирования лабораторных образцов биофунгицидов на основе бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g и *Bacillus subtilis* BZR 517 в условиях биореакторов по таким параметрам, как аэрация и температура.

Материалы и методы.В качестве объектов исследований использовали штаммы бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g, *B. subtilis* BZR 517, которые были выделены сотрудниками лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР. Эти бактериальные агенты – основа лабораторных образцов биопрепаратов фунгицидного действия.

Для получения жидкой культуры (ЖК) бактерий − антагонистов осуществляли их культивирование в пилотных биореакторах BTC EDF−100.1 и BTC VRE 150.1 объёмом 100л и 150л. Маточную культуру получали методом внесения агаризованных блоков с исследуемыми штаммами в конические колбы и последующего культивирования в термостатированных шейкерах − инкубаторах New Brunswick Scientific Excella E25 при скорости вращения 180 об./мин и температуре 25,0–30,0°С, срок культивирования – 36−48 часов в зависимости от штамма.

Степень насыщения растворенным кислородом питательной среды в процессе культивирования клеток штаммов − продуцентов регулируется преимущественно количеством пропускаемого стерильного воздуха через питательную среду в процессе культивирования. Измерялся этот параметр в $м^3$/ч атмосферного воздуха, проходящего через емкость биореактора. Степень пропускания воздуха через питательную среду поддерживалась на установленном уровне, в пределах от 0,2−0,8 $м^3$/ч.

Влияние объёма проходящего воздуха в процессе культивирования оценивалось по количеству жизнеспособных клеток в готовой продукции биопрепарата и уровню антигрибной активности вторичных метаболитов, оцениваемой методом биоавтографии (с авторскими дополнениями) с использованием в качестве тест культуры *Fusarium oxysporum var. orthoceras* App. et Wr. из коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР.

Проводилась оптимизация процесса наработки опытного биопрепарата по параметру, регулирующему степень насыщения растворенным кислородом питательной среды в биореакторах в процессе культивирования клеток лабораторных образцов штаммов − продуцентов.

Данный параметр регулируется преимущественно количеством пропускаемого стерильного воздуха через питательную среду в процессе культивирования. Измеряется этот параметр в м3/ч атмосферного воздуха, проходящего через емкость биореактора. Степень пропускания воздуха через питательную среду поддерживалась на установленном уровне, в пределах от 0,2−0,8 $м^3$/ч.

Результаты и обсуждение. Исследовалась жидкая культура опытного биопрепарата в условиях пилотного биореактора при трёх уровнях постоянной температуры 20,0°С, 25,0°С и 30,0°С. Меньшее количество жизнеспособных клеток в конце ферментации демонстрирует группа образцов, культивированных при постоянной температуре в 30,0°С, однако один из трёх образцов продемонстрировал значительное отклонение от группы из категории в 30,0°С в сторону повышения количества КОЕ, что может говорить о том, что данная температура культивирования, хоть и является лимитирующим фактором накопления жизнеспособных клеток, позволяет получить препарат с высокими ростовыми характеристиками, но

вероятность этого меньше, чем в других представленных температурных диапазонах.

Средние ростовые характеристики продемонстрировали образцы, культивированные при 20,0°С. Можно сделать вывод, что данный температурный показатель кардинально не отличается от двух других и не является серьезным лимитирующим фактором роста. Оптимальные ростовые характеристики продемонстрировала группа образцов, культивированных при температуре 25,0°С, в условиях пилотного биореактора. Данные исследования подтверждают ранние работы авторов по оптимизации культивирования штамма *B. subtilis* BZR 336g. Можно сделать вывод, что увеличение масштаба и изменение способа культивирования существенным образом не отразилось на смещении теплового оптимума роста исследуемого штамма.

Установлена степень влияния аэрации атмосферным воздухом в процессе культивирования культуры клеток лабораторных образцов штаммов в условиях пилотных биореакторов. Для культуры штамма *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 оптимальный расход проходящего через культуру воздуха составил 0,6 $м^3$/ч, при этом расходе было зафиксировано как максимальное количество жизнеспособных клеток, так и максимальная антифунгальная активность.

Выводы

Для создания эффективных микробиологических биопрепаратов недостаточно иметь производительные штаммы − продуценты, необходимо, так же, разрабатывать производственные процессы, которые позволят эффективно пользоваться биопрепаратами на основе бактериальных агентов повсеместно. Поэтому важной задачей является разработка методов культивирования штаммов − продуцентов антибиотических веществ, а также масштабирование процесса культивирования от «лабораторных» к промышленным масштабам. В перспективе, увеличение количества и качества биопрепаратов на рынке позволит снизить химический прессинг на земли сельскохозяйственного назначения и повысит качество растительной продукции.

Установлены ростовые характеристики образцов на основе *B.subtilis* BZR 336g. Оптимальные ростовые характеристики продемонстрировала группа образцов из 3х параллелей, культивированных при температуре 25,0°С в пилотном биореакторе.

Установлены ростовые характеристики образцов на основе B.subtilis BZR 517. Количество жизнеспособных клеток находится в диапазоне одной степени. Требуется дальнейшее уточнение оптимума роста в диапазоне между 20,0°С и 25,0°С.

Установлена степень влияния аэрации атмосферным воздухом в процессе культивирования культуры клеток лабораторных образцов

штаммов, в условиях пилотных биореакторов. Для культуры штамма *B.subtilis* BZR 336g и *B.subtilis* BZR 517, оптимальный расход проходящего через культуру воздуха составил 0,6 $м^3$/ч, при этом расходе было зафиксировано как максимальное количество жизнеспособных клеток, так и максимальная антифунгальная активность.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ГРУШЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В КРЫМУ

Корж Д.А.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
Ent.protection@yandex.ru

Груша является одной из наиболее ценных по экономическому значению плодовых культур. Однако под влиянием ряда неблагоприятных факторов, одним из которых является вредоносная деятельность насекомых отряда Homoptera, семейства *Psyllidae,* в структуре плодоводства Крыма груша занимает всего 10,0% площадей. Так как ассортимент экологически приемлемых, разрешенных к применению на культуре груши средств защиты весьма невелик, существующие меры защиты базируются на многократном использовании высокотоксичных инсектицидов, а затраты составляют до 100,0 тыс. руб./га.

Фитофаги семейства *Psyllidae* повреждают грушу, поглощая сок из растений, что вызывает недоразвитие, пожелтение и скручивание листьев и цветоножек, осыпание бутонов, цветков, завязей. Развитие деревьев угнетается, существенно уменьшаются количество и размеры плодов, которые в свою очередь приобретают деревянистый вкус и становятся непригодными для еды и использования их в переработке. Насекомые выделяют сахаристые липкие экскременты. Эти выделения загрязняют листья, закупоривают устьица, на липких сахаристых экскрементах поселяется «сажистый» гриб и сплошным черным налетом покрывают листья, ветви и плоды. Ежегодно наносимый вред может привести к усыханию ветвей и даже целых деревьев.

Цель данных исследований заключалась в усовершенствовании схемы защиты грушевых насаждений от *Psillapyri* L. с помощью малоопасных и низкотоксичных инсектицидов.

Объект исследования − грушевые сады Крыма.

Работа выполнена с использованием общепринятых в энтомологии и защите растений лабораторных, полевых и статистических методов.

Для разработки оптимальной схемы защитных мероприятий груши, нами проанализирован широкий ассортимент инсектицидов из разных химических классов.

Определено, что обработка инсектицидами из класса синтетических пиретроидов с действующим веществом *дельтаметрин* в период лета перезимовавшей генерации *P. pyri* с нормой применения 0,015 г/кг/ га позволяет снизить численность имаго с 10–12 особей/дерево до 2–3 особей/дерево, что не превышает ЭПВ, а биологическая эффективность составляет 87,0%. (ЭПВ = 4–5 особей/дерево.).

Однако данная обработка не оказывает воздействия на отложенные яйца вредителя. В связи с тем, что после обработки препаратами из группы синтетических пиретроидов, основная масса имаго *P. pyri* погибает, но в расщелинах на коре и на побегах остаются множественные отложенные яйца, для предупреждения массового отрождения личинок применили вазелиновое масло. Установлено, что данная обработка позволяет снизить численность отложенных яиц *P. pyri* с 1,3 яиц / 10 пог. см. шт. до 0,37 яиц/10 пог. см, шт., что не превышает ЭПВ, а биологическая эффективность составляет 85,0%. (ЭПВ=0,2–0,3/10 пог. см., шт.) В контроле же численность сохранившихся яиц на десятые сутки составляла 2,4/10 пог. см, шт., что превышало ЭПВ в 8 раз.

Также для ограничения численности вредителя на стадии яйца были применены регуляторы роста и развития насекомых, которые отличаются овицидным эффектом. Установлена биологическая эффективность комбинированного препарата с действующими веществами *люфенурон + феноксикарб* – на 10-е сутки 88,0–93,0%, препарата на основе действующего вещества *дифлубензурон* – 90,0–95,0%, соответственно. При этом отмечено, что из яиц, отложенных на обработанную этими инсектицидами поверхность листа, отрождения личинок не происходило.

Установлено, что биологическая эффективность комбинации инсектицидов с действующим веществом *тиаклоприд* и *дифлубензурон* на десятые сутки составила 91,0%, численность личинок снизилась с 72,0 /10 пог. см, особей до 5,0–8,0 /10 пог. см, особей.

Применение баковой смеси *имидаклоприда* с действующими веществами *люфенурон + феноксикарб* позволило снизить численность вредителя в 4,5 раза с 45,0 /10 пог. см, особей до 7,0–10,0 /10 пог. См, особей на десятые сутки после обработки. Биологическая эффективность составила 88,0%.

Перед применением препаратов с действующим веществом *тиаметоксам* в чистом виде численность нимф составляла 63,0/10 пог. см, особи. На десятые сутки после обработки она снизилась почти в 10 раз до 6,0−8,0 / 10 пог. см, особей. Биологическая эффективность достигала 87,0%. В контроле количество нимф составляло 51,0 /10 пог. см, шт. в начале эксперимента и

79,0 /10 пог. см, шт. спустя десять суток, что кардинально превышало ЭПВ. (ЭПВ = 0,2–0,3/10 пог. см., шт.)

Полученные данные о воздействии инсектицидов на различные стадии онтогенеза *P. pyri* позволяют разработать экологически приемлемую схему защиты груши для контроля плотность ее популяции на протяжении вегетационного периода. При этом поврежденность съемного урожая находится в пределах 5,0%.

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНЫХ СХЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДА

Матвейкина Е.А., Волков Я.А.
Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Ялта
biohappy@yandex.ru

Современной тенденцией развития сельскохозяйственного производства во многих странах мира является программа органического земледелия, цель которого − получение экологически чистой растениеводческой продукции при отказе от применения минеральных удобрений и химических пестицидов. Экологизация защитных мероприятий на виноградных растениях снижает стресс от грибных патогенов и создает благоприятые условия для процессов роста и плодоношения.

Республика Крым с уникальными почвенно-климатическими условиями является благоприятным местом для производства экологически чистой продукции виноградарства и принятый Госдумой Закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» будет способствовать активному развитию отечественного органического земледелия.

Поэтому перспективным направлением исследований является изучение защитных свойств микробных препаратов, эффективных при высоком инфекционном фоне, а также комбинированных защитных схем, включающих в себя два или более препаратов, разрешенных для применения при производстве органической продукции.

Объектом исследований являлся оидиум – одно из наиболее вредоносных заболеваний виноградной лозы. Изучение эффективности препаратов от оидиума в полевых условиях проводили в 2015−2018 гг. на промышленных виноградных насаждениях ГП «Ливадия» на сорте Бастардо Магарачский (схема посадки – 3×1,5 м; формировка – двуплечий кордон; высота штамба – 80 см, со свободным свисанием побегов; культура привитая, неукрывная, неполивная).

Площадь участка – 0,5 га, варианта – 0,1 га. Количество учетных кустов в варианте – 45. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем фирмы «Jacto». Норма расхода рабочей жидкости – 800 л/га.

Географическое расположение Южнобережной зоны обуславливает формирование климата близкого к субтропическому: теплой, влажной зимой и жарким, сухим летом. Период с температурой воздуха выше 10,0°С продолжается 7 месяцев. Самые высокие температуры воздуха наблюдаются в июле-августе. Годовое количество осадков составляет 790−900 мм.

Закладка опытов была произведена на участке с равными почвенными и климатическими условиями, с одинаковой агротехникой и состоянием растений, что обеспечило получение достоверных данных о наличии эффекта при проведении исследований.

Опытные варианты включали девять обработок, первую проводили в фазу 5−7 листьев (ВВСН 15−17); три опрыскивания – до цветения и пять опрыскиваний после цветения.

В 2015−2018 гг. было испытано 19 микробиологических препаратов, биологическая эффективность которых колебалась от 8,0 до 74,0%. В результате проведённых исследований установлено, что эффективность 16 испытуемых биопрепаратов не превышала 50,0%, что недостаточно для внедрения в современные схемы производства органической продукции виноградарства. Это подтверждает, что проблемой экологически безопасных систем защиты, является их нестабильная эффективность, особенно в условиях эпифитотийного развития вредных организмов.

Как показывают наши исследования, для успешного внедрения биопрепарата в систему защиты в условиях Крыма, его эффективность должна составлять не менее 50,0%. В результате четырехлетних исследований отобрано 2 биопрепарата с эффективностью от 50,0 до 75,0% (Экстрасол, Фитоп-Флора-С) и препарата серы – Тиовит Джет, ВДГ, разрещённых для применения в органическом земледелии.

Поэтому нами была изучена эффективность комбинированных схем на основе препаратов Экстрасол и Фитоп-Флора-С и Тиовит Джет, ВДГ. Комбинированные схемы имеют важное преимущество, т.к. в большинстве стандартов, определяющих производство органической продукции, применение серы, меди и др. веществ может строго лимитироваться, в связи с чем, применение одного препарата в течении всего периода вегетации недопустимо. В результате полевых испытаний биологическая эффективность данных схем составила от 60,0 до 80,0%.

Для защиты виноградных насаждений от оидиума, наиболее эффективной в условиях ЮБК являлась технологическая схема, включающая 3 опрыскивания препаратом на основе серы – Тиовит Джет, ВДГ и 6-кратное опрыскивание растений микробиологическим препаратом Экстрасол (эффективность – 78,6%).

Таким образом, в результате четырехлетних исследований установлено, что технологические схемы защиты виноградных насаждений от оидиума, состоящие из нескольких препаратов имеют высокую эффективность на уровне 80,0% и могут быть рекомендованы для производства органической продукции виноградарства.

ПОИСК И ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР *VENTURIA INAEQUALIS* (COOKE) G. WINTER ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ

Насонов А. И., Якуба Г. В.
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар
nasoan@mail.ru, galyayaku@gmail.com

Высокая вредоносность парши яблони при товарном производстве плодов основной семечковой культуры мира, в том числе Северного Кавказа, обуславливает необходимость всестороннего изучения патогена − источника. Заболевание вызывает микроскопический гриб − монофаг из отдела *Ascomycota*, широко распространённый в ареале произрастания растения − хозяина в зоне умеренного климата, – *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. Для успешного контролирования вредоносности паразита важно знать его биологию, особенности популяционной структуры и её динамики.

Изменение состава и разнообразия фенотипов в популяции патогена парши яблони, как отмечают некоторые учёные, может определяться различной степенью развития болезни, видовым и сортов разнообразием хозяина, сезонной динамикой и др. Так, в периоды, когда количество поражённых растений было значительно большим, происходило увеличение внутрипопуляционного разнообразия патогена. При этом было замечено возрастание высокоагрессиных форм гриба. Трансформация популяционной структуры была выявлена в связи с возникновением и распространение новых вирулентных рас (например, шестой и седьмой рас возбудителя парши яблони, преодолевших гены устойчивости растения − хозяина Rvi 6 и 7).

Изучение популяционной структуры патогена может быть осуществлено с использованием различных подходов, среди которых можно отметить молекулярно-генетический и фенотипический. Фенотипический анализ чистых культур гриба достаточно доступный метод, позволяющий исследовать большие выборки. Применимость такого подхода зависит от наличия легко анализируемых и широко варьирующих качественных морфолого-культуральных признаков. Варианты проявления таких признаков называют фенами. Важным условием при поиске пригодных для

популяционных исследований признаков (фенов) является их многовариантность и альтернативность проявления, когда присутствие одного варианта исключает наличие другого.

При анализе культуры микромицетов могут учитываться такие её макроскопические особенности как размер, форма, профиль, плотность, фактура и цвет воздушного мицелия, особенности центра и края, цвет и структура реверсума. Кроме этого, оцениваются и микроскопические параметры: характер ветвления и уровень спороношения воздушного и субстратного мицелиев, размер спор и спороносящих структур. Характеристики размера специализированных органов размножения и пропагул (спор) имеют значение при определении таксономического положения патогена, в текущем исследовании внимание было сконцентрировано на особенностях макроморфологии возбудителя, имеющих внутривидовое значение. При фенотипической оценке популяционной структуры преимуществом обладают неметрические либо имеющие дискретный характер признаки.

Цель работы заключалась в поиске легко диагностируемых качественных признаков, имеющих альтернативный характер проявления.

Объектами исследования выступали чистые культуры *V. inaequalis*, полученные моноспоровым посевом по оригинальной методике. Источниками спор для посева служили листья яблони прошлогоднего опада со зрелыми псевдотециями гриба, собранные в различных промышленных насаждениях. Изоляты выращивали на картофельно − глюкозном агаре в чашках Петри при 20,0°С в течение месяца и оценивали морфолого − культуральные характеристики: размер, форму, цвет и фактуру воздушного мицелия, а также особенности края колонии. Цвет оценивали с использованием общедоступной цветовой шкалы (палитры цветов) Tikkurila «Почувствуй цвет» (http://www.lkm66.ru/Tikkurila_Feel_Color). Такие показатели, как форма, фактура и цвет оценивали как на нативных культурах, так и на их фотообразах с использованием инструментов редактирования изображений в программах Microsoft Office Word, Microsoft Excel, Paint. Расчёты частотных распределений осуществляли с помощью статистического пакета программы Excel. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, рассчитывали с помощью статистического калькулятора интернет − ресурса https://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman.

Изучение 150 изолятов возбудителя парши яблони позволило выявить широкую изменчивость их морфолого-культуральных характеристик. В вариации проявления признаков вносила вклад общая структура колоний гриба. Особенности этой структуры характерны для любой колонии микроорганизмов и связаны с её радиальным ростом, который приводит к градуальным различиям от центра к краю чистой культуры. Характерные структурные единицы при таком росте – центр, основная часть и край. Центр

колонии имел характерную для изолятов *V. Inaequalis* структуру: центральный бугорок (ЦБ), образующийся за счёт обрастания небольшого блока агара, на котором переносилась одиночная проросшая спора при моноспоровом посеве культуры. При оценке морфологических показателей культуры особенности ЦБ характеризовались отдельно. Форма изолята могла быть правильной (круглой) или неправильной, без ярко выраженного ризоидного края и с таковым. Под ризодным краем подразумевалась такая структура периферии колонии, когда субстратный и воздушный мицелии имели более рыхлую фактуру, по сравнению с остальной частью культуры, и были различимы отдельные гифы. Обособленным феном выделяли ризоидную форму изолятов, которые не имели сплошной зоны плотного воздушного и субстратного мицелия в центре, а представляли собой отдельные крупные тяжи гиф, идущие от центра к периферии. В целом, вариации признака формы были представлены 5 фенами. Наиболее распространённым были фены неправильной формы, доля которых составила 40,0%. Далее по уменьшающейся шли колонии правильной формы, без и с ризоидным краем, 28,0 и 23,0% соответственно. Всего 1,0% суммарно была доля изолятов неправильной формы с ризоидным краем и ризоидной формы.

Плотность мицелия отражала интенсивность роста, в основном, воздушного и субаэрального мицелия. Этот показатель колебался от форм со слабым развитием воздушного мицелия, представленного лишь разрозненными гифами на поверхности субстрата, до экземпляров с интенсивным развитием аэрального мицелия, который формировал плотную дерновинку из тесно переплетённых гиф. В целом, плотный мицелий формирует сухую кожистую пластину. Средние варианты имели мицелий с разной степенью рыхлости, в котором участки пучками переплетённых гиф чередовались с пустотами, формируя ноздреватую структуру. Часто рыхлым в той или иной степени был край культуры, и возникали множественные переходные формы между плотным центром и рыхлым краем с разной долей того или другого элемента, носящей количественный характер. Для придания дискретности вариантам признака считали, что он проявляется при количественном преобладании над другим. Например, если доля плотного мицелия была выше, чем рыхлого, то такой вариант считали плотным и, наоборот, если преобладал рыхлый мицелий. При этом выделяли также промежуточный вариант признака, когда соотношение обоих компонентов было примерно одинаковым. При оценке признака не учитывали центральный бугорок колонии. Для этого признака было выделено 4 фена: очень рыхлый (со слаборазвитым воздушным мицелием), рыхлый, плотный, промежуточный. Основную массу фенотипов составляли изоляты с плотным мицелием (50,0%), чуть больше четверти – с рыхлым фенотипом. Менее 10,0% приходилось на изоляты промежуточной формы. Редкими фенотипами являлись культуры с очень редким мицелием (4,0%).

Окраска воздушного мицелия изолятов *V. inaequalis* представляла собой вариации серого цвета от светлого до тёмного (грифельного) с различными вариантами теплого или холодного тона, а также зеленоватыми, желтоватыми или коричневатыми оттенками. Цвет субстратного мицелия имел существенно меньшую полиморфность и характеризовался различной интенсивностью оливкового цвета от светлого до почти черного. Колонии патогена могли быть однородными по цвету или иметь несколько цветов, в том числе, встречались индивидуумы с цветовой зональностью. Цвет воздушного мицелия был одним из самых изменчивых признаков культуры патогена. Был выделен 21 фен с однородным цветом, а также варианты с двумя и тремя цветами. Наиболее распространёнными были фенотипы цвета «монастырь» (по методике Tikkurila) и двухцветные изоляты, количество которых составило 12 и 14 соответственно. Известно, что цвет мицелия возбудителя парши яблони определяется уровнем синтеза меланина. Также в ряде исследований было показано участие меланина на этапе проникновения патогена через кутикулу хозяина. Присутствие больших концентраций меланина определяет более тёмный цвет. Общий анализ популяции по интенсивности цвета показал преобладание в выборке изолятов со средними значениями окраски (54,0%), светлые изоляты составляли 29,0%, тогда как тёмные только 18,0%.

Оценка коррелятивной связи между признаками показала их взаимозависимость. Так культуры неправильной формы с ризоидным краем и полностью ризоидной формы имели более рыхлый морфотип, при этом окраска воздушного мицелия была более светлой. Также двухцветные и трехцветные культуры часто имели ризоидный край со светлым мицелием. Кроме этого такие варианты имели более высокую интенсивность спороношения. С другой стороны, изоляты правильной формы с менее развитым ризоидным краем или без такового, имели плотный морфотип со средним или тёмным по интенсивности цветом воздушного мицелия, а также слабым или отсутствующим спороношением. Эти наблюдения позволяют сделать предположение, что в формировании цвета чистой культуры микромицета вносит вклад не только количество меланина (цвет гиф), но и плотность и структура самого мицелия (воздушный и субаэральный), что может быть обусловлено оптическими эффектами преломления света в разной по плотности среде грибной культуры. Взаимосвязь между плотностью мицелия и спороношением может говорить о реализации различных приспособительных тактик патогенного гриба, условно сапротрофной (при сильном развитии стерильного мицелия) и паразитной (энергетические ресурсы организма расходуются на преимущественное развитие пропагул).

Проведённые исследования таких морфолого-культуральных характеристик, как форма, фактура (плотность) и цвет изолятов возбудителя

парши яблони показали их относительно высокую полиморфность и дискретность. Однако присутствие коррелятивной связи между ними говорит о возможности использования их в фенотипическом анализе в основном в виде композиций фенов, а не по отдельности.

РОЛЬ АКТИНОМИЦЕТОВ – АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕНОВ

Норовсурэн Ж.
Институт общей и экспериментальной биологии АНМ, Улан-Батор, Республика Монголия
norvo@mail.ru

В первоначальных исследованиях микробов − антагонистов значительное место уделяли актиномицетам (Красильников, 1953, 1954). Эти представители обитателей почвы отличаются способностью продуцировать широкую гамму антибиотиков в чистых культурах, что значительно облегчает промышленное производство препаратов для защиты растений от болезней.

Актиномицеты способны продуцировать антибиотические вещества не только на искусственных питательных средах, но и в почве, что имеет большое практическое значение с точки зрения использования их в борьбе с болезнями растений (Красильников, 1953).

О роли бактерий − антагонистов в защите растений от болезней указывалось еще в 1939 году (Красильников, Корняков, 1939).

Известно, что актиномицеты помимо выделения антибиотических веществ воздействуют на другие микроорганизмы комплексом литических ферментов. Было показано, что у ряда стрептомицетов во время спорообразования происходит активное выделение экстрацеллюлярных ферментов − глюканазы и хитиназы – которые разрушают мицелий фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum.*

Среди них очень вредоносны бактериозы, а также фузариозы, которые приводят к угнетению роста растений, быстрому отмиранию пораженных тканей или полной гибели всего растения, прямым потерям урожая, ухудшению товарности продукции и снижению сроков ее хранения (Захаренко, 2005).

Цель исследований – поиск высокоактивных штаммов актиномицетов с широким спектром антагонистического действия к различным тест-организмам и возбудителям болезней сельскохозяйственных растений.

В работе использовано 80 штаммов актиномицетов, выделенных из почв разных экосистем Монголии, и изучались наличие антибиотической активности и спектр ее проявления.

Антагонические свойства определяли методом блока и измеряли диаметр (мм) зоны отсутствия роста к тест организмам ифитопатогена − возбудителя болезней сельскохозяйственных культур, таких как *Fusarium culmorum* и *Fusarium oxysporum.*

Антипатогенная функция актиномицетов, очевидно, улучшает развитие растений и способствует развитию дернового процесса почвообразования.

По полученным нами данным, выделенные из почв штаммы стрептомицетов, подавляют рост следующих микроорганизмов: *Escherichia coli, Bacillus subtilis, Staphylococus aureus, Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus niger* ис высокой антагонистической активностью в отношении фитопатогенных грибов *Fusarium culmorum* (19 мм) и *Fusarium oxysporum* (20 мм).

Исследованные штаммы могут послужить основой для разработки новых, практически ценных антибиотических препаратов, которые могут быть использованы в медицинской практике, а также для создания экологически безопасных биопрепаратов для борьбы с грибными инфекциями сельскохозяйственных растений и последующего сохранения урожая.

Работа выполнена при поддержке гранта АН Монголии 2018/10.

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ АНТИГРИБНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ШТАММОВ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БИОФУНГИЦИДОВ

Сидорова Т.М., Асатурова А.М.
Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар,
0166505@mail.ru

Актуальность. Грибные болезни растений – самые широко распространенные заболевания сельскохозяйственных культур, приносящие большой ущерб урожаю. В мире важное место отведено менее опасным средствам защиты растений от вредных организмов, среди которых особо выделяются препараты микробиологического происхождения, обладающие селективностью и меньшей опасностью для окружающей среды. Наибольшее применение они нашли в борьбе с корневыми гнилями, которые отличаются сложной и разнообразной структурой патогенного комплекса, насчитывающего десятки видов грибов.

В последние годы усилились исследования по разработке биологических препаратов на основе таких природных полезных организмов как бактерии рода *Bacillus.* В качестве агента биоконтроля вид *B. subtilis* наиболее пригоден в связи с тем, что этот представитель рода имеет много

супрессивных качеств по отношению к большому набору фитопатогенов благодаря способности продуцировать множество химически разнообразных вторичных метаболитов.

Цель исследований: изучение потенциальных возможностей перспективных штаммов *B. subtilis* накапливать при культивировании биологически активные компоненты, обладающие антигрибной активностью, что очень важно при разработке технологии получения эффективных биофунгицидов.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись два штамма *B. Subtilis* BZR 336g и *B. Subtilis* BZR 517 из коллекции микроорганизмов лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ Всероссийский НИИ биологической защиты растений. Выделение синтезируемых метаболитов проводилось путем экстракции этилацетатом культуральной жидкости изучаемых штаммов, выращенных при различных сроках культивирования. После упаривания сухой остаток растворяли и хроматографировали с использованием препаративных хроматографических пластин Kieselgel 60 (Merck, Германия), подвижная фаза: этилацетат – этанол − вода 40:15:15. Пластины разгонялись на высоту 12 см, а затем анализировались под УФ светом при λ = 366 нм. Степень фунгитоксичности выделенных компонентов оценивалась методом биоавтографии с применением в качестве тестовых грибов − возбудителей вредоносных болезней сельскохозяйственных культур *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* и *Alternaria* sp. Обнаружение соединений с различной химической структурой проводили с использованием специфичных детектирующих реактивов.

Результаты и обсуждение. Выявлено, что оба исследуемых штамма накапливают антигрибные метаболиты по отношению к грибу *F.oxysporum* var. *orthoceras* уже к четырем часам культивирования. При использовании в качестве тест − гриба *Alternaria* sp. антигрибные свойства метаболитов начинают проявляться только к 16 − 20 ч культивирования. При этом нарастание антигрибной активности культуральной жидкости штамма *B. subtilis* BZR 336g происходит на более высоком уровне и при накоплении большего набора активных метаболитов, чем у штамма *B. subtilis* BZR 517. Визуальный анализ пластин под УФ 366 светом и применение детектирующих реактивов позволили получить предварительные данные о наличии в структуре антигрибных метаболитов свободных аминогрупп, ароматических аминов, фенолов, фенольных стероидов.

Выводы

Штаммы *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 способны синтезировать при культивировании в короткие сроки набор разнообразных по структуре антигрибных метаболитов, в связи с чем могут служить основой для создания эффективных биофунгицидов.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию № 075−00376−19−00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686−2019 –0013.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД СДЕРЖИВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСИКОВОЙ ТЛИ НА ТАБАКЕ

Соболева Л.М., Плотникова Т.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий, Краснодар
vniitti.nir@mail.ru

Табак, как и многие сельскохозяйственные культуры, является привлекательным пищевым объектом для многих фитофагов, что предполагает проведение обязательных мероприятий по защите культуры. Персиковая тля *Myzodes persicae* Sulz. является одним из актуальных сосущих вредителей культуры в центральной зоне Краснодарского края. Данный фитофаг помимо того, что высасывает сок из листьев, бутонов, цветков и семенных коробочек табака, также является переносчиком наиболее вредоносного вируса огуречной мозаики (ВОМ). При сильном заселении вредителем урожайность табака снижается на 20,0–25,0%.

В современных условиях система защиты табака от фитофагов направлена в сторону экологизации и строится на биорациональных препаратах, профилактических и малоопасных химических средствах.

Профилактические мероприятия включают в себя борьбу с сорняками, пространственную изоляцию посадок табака от плодовых и овощных культур, обработку почвы, соблюдение севооборотов. Использование химических препаратов на сегодняшний день затруднительно в связи с тем, что из разрешенных для использования в нашей стране против сосущих вредителей на табаке остался лишь один химический инсектицид Новактион, ВЭ (д.в. *малатион*, 440 г/л), которого явно недостаточно для эффективной защиты, поскольку из-за большого количества поколений у тли (16–20), возникает риск резистентности. К тому же, отнесение табака к пищевкусовому продукту меняет тактику борьбы.

С этой целью необходимо адаптировать на табаке биологизированные средства защиты растений, успешно применяемые на других культурах и позволяющие получать для требовательного курильщика экологически чистое табачное сырьё. В течение ряда лет в институте для снижения численности фитофагов табака испытаны и рекомендованы к использованию биологические препараты Индоцид, Лепидоцид, Боверин. В последнее время был разработан и внедрен способ борьбы с тлей на табаке с помощью

водного экстракта из табачной пыли, который хорошо себя зарекомендовал и защищал табак на уровне 80,0–90,0%. Но для успешного сдерживания и подавления сосущих вредителей на табаке, необходимо пополнять арсенал новыми современными и эффективными биопрепаратами.

Для снижения численности персиковой тли на посадках табака, на опытно − селекционном участке института в 2016–2018 гг. проведены испытания отечественных биологических препаратов: Биостоп (на основе бактерий рода *Bacillus thuringiensis, Streptomyces sp*. и гриба рода *Beauveria bassiana)*, Бикол (на основе бактерий *Bacillus thuringiensis* var. thuringiensis, штамм 98) и Рапсол (на основе рапсового масла). Эталоном в опыте являлся водный экстракт из табачной пыли. Повторность четырехкратная. Площадь каждой делянки – 21 м^2, расход рабочего раствора 2 л / делянку, расположение многорядное последовательное. Обработки осуществляли при заселении 20,0% растений табака (ЭПВ) ручным ранцевым опрыскивателем. Стоит отметить, что массовое заселение персиковой тлей табака начинается со второй декады июля. Проведено три обработки испытанными препаратами с недельным интервалом. Оценку эффективности биоинсектицидов определяли путем подсчета личинок и имаго на 2 листьях (из верхнего и среднего ярусов) 20 растений каждой повторности.

В результате проведённой трехкратной обработки посадок табака биоинсектицидами с недельным интервалом, удалось численность вредителя снизить на 88,0–91,0% (третьи сутки учета). На 7-е и 14-е сутки учёта произошло незначительное нарастание численности фитофага, и эффективность препаратов составила 85,0–88,0% и 81,0–87,0%, соответственно. Эффективность эталона (водный экстракт из табачной пыли) за время учета была на уровне испытанных инсектицидов и находилась в пределах 87,0–91,0%. Существенных отличий между вариантами с испытанными инсектицидами не установлено. Все они существенно отличались лишь от контроля ($НСР_{05}$ = 1,75; 1,82; 2,3 экз.). Применение биопрепаратов против тли позволило сократить и развитие вирусных инфекций на обработанных участках в 2,5–3,3 раза.

Таким образом, применение биоинсектицидов Бикол, Рапсол и Биостоп позволяет эффективно сдерживать численности фитофагов табака на фоне применения необходимых профилактических и агротехнических приёмов.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕРОМОННЫХ ПРЕПАРАТОВ АО «ЩЕЛКОВО АГРОХИМ»

Стулов С.В., Вендило Н.В., Плетнев В.А., Каракотов С.Д.
АО «Щелково Агрохим», Щелково, Московская обл.
stulov.s@betaren.ru, nvvendilo@inbox.ru

Исследованием феромонов вредных насекомых и разработкой препаратов на их основе АО «Щелково Агрохим» занимается с момента своего создания. За этот период были отработаны основные методы синтеза, диспенсеры и ловушки для феромонных препаратов основных вредителей сада – яблонной, сливовой и восточной плодожорок, многих видов листоверток и совок – вредителей сельского и лесного хозяйства.

Работа по созданию новых феромонных препаратов продолжается, поскольку востребованность в них в настоящее время растет по нескольким причинам. Первая – принятие Закона (ФЗ № 280) об органической продукции, при выращивании которой нельзя применять пестициды и ядохимикаты, в то время как использование феромонных препаратов для мониторинга и массового отлова вредителей способно защитить урожай без химических обработок. Вторая – из-за увеличивающегося товарообмена между странами происходит завоз вредителей − инвайдеров, для обнаружения которых и контроля за их распространением феромоны просто необходимы.

Примеров вспышек массового размножения инвазивных видов множество, один из последних завезенных в Россию злостных вредителей – коричневый мраморный клоп *Halyomorpha halys*. Его родиной являются страны Юго-Восточной Азии. С 1996 г. вид начал активно расселяться по территории США и Канады. В 2007 г. был выявлен в Швейцарии, а в 2010 г. – в Новой Зеландии. В 2014 г. нимфы были найдены на территории России в Сочи, а с 2015 г. была отмечена вспышка массового размножения клопа во влажных субтропиках России и на территории Абхазии, что в 2016 г. вызвало существенные потери урожая плодовых и субтропических культур. АО «Щелково Агрохим» занимается синтезом компонентов феромона мраморного клопа с прошлого года. Совместно с коллегами из Института тропических культур удалось испытать феромонный препарат мраморного клопа в Сочи в прошлом году, были получены положительные результаты. Испытания этого года направлены на увеличение компонентов в феромонной смеси, что должно повысить аттрактивность препарата, а также на разработку конструкции ловушки.

Кроме разработки феромонных препаратов для новых вредителей, ведется работа по совершенствованию препаративных форм феромонов основных вредителей, разработанных ранее. Усилия направлены на создание

новых диспенсеров, применяемых как для мониторинга вредителей, так и для борьбы методом дезориентации. Такие диспенсеры должны обладать равномерностью испускания компонентов феромона и длительностью действия (в течение всего сезона без замены), а также защищать феромон от воздействия влаги и УФ − излучения. На разработку новых трубчатых диспенсеров для феромонов вредителей садов и виноградников были направлены исследования последних двух лет. Лабораторные и полевые испытания показали, что трубчатые диспенсеры действительно работают гораздо дольше, чем резиновые и фольгапленовые, и что самое важное, применяя некоторые добавки к феромонной смеси можно для разных вредителей сделать диспенсеры с определенным сроком испускания веществ.

Авторы выражают глубокую благодарность Балыкиной Е.Б. и ее коллегам, а также Митюшеву И.М. за проведение испытаний феромонных препаратов на высоком научно-техническом уровне.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИФАГОВ В РЕГУЛЯЦИИ ВИНОГРАДНОГО ВОЙЛОЧНОГО КЛЕЩА

Юрченко Е. Г., Кононенко С. В.
Северо-Кавказскийфедеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар
yug.agroekos@yandex.ru

Эриофиидные (четырехногие, микроскопические) клещи (Arachnida: Prostigmata: Eriophyoidea: Eriophyoidea) – одна из самых обширных групп членистоногих паразитов растений, включающая более 4000 видов (Amrine et al., 2003). Они же и самые мелкие членистоногие фитофаги, но, несмотря на свои небольшие размеры, представляют реальную угрозу для сельского хозяйства во всем мире. В регулярном фитосанитарном мониторинге ампелоценозов Западного Предкавказья зарегистрировано 3 вида четырехногих клещей, все они имеют экономическое значение для культуры. Это виноградный почковый клещ *Colomerus (Eriophyes) vitigineusgemma* Maltch., виноградный листовой клещ *Calepitrimerus vitis* Nal. и виноградный войлочный клещ *Colomerus (Eriophyes, Phytoptus*) *vitis* Pgst. Повреждения винограда эриофиидами значительно отличаются от повреждений другими видами растительноядных клещей. В онтогенетическом цикле растения-хозяина, винограда, раньше всего по времени из эриофиид начинает вредить *виноградный почковый клещ*. В почках и при их распускании повреждает зачатки листьев, зачатки соцветий, листья, побеги. Сильно поврежденные почки как бы приостанавливаются в развитии, позднее распускаются, медленно развиваются, побеги – с укороченными междоузлиями, листья мелкие, курчавые, сморщенные, разорванные (деформация листовой

пластинки) с некротическими точками в местах питания клещей. Количество развившихся соцветий бывает меньшим (при повреждении зачатков соцветий). Иногда сильно поврежденные побеги засыхают полностью, тогда на растении вырастают новые побеги из замещающих почек, однако продуктивность куста снижается. Потери урожая могут достигать 30% и более. *Виноградный листовой эриофиидный клещ* также может стать причиной задержки роста побегов, однако он слабее повреждает зачатки соцветий, поэтому в дальнейшем на соцветиях при их развитии осыпается лишь часть цветков; поврежденные листья могут буреть, особенно вдоль средней жилки. Все поврежденные листья деформированы в разной степени. Характерные повреждения этого вида – некротические точки, очень мелкие обесцвеченные пятна с точечным некрозом внутри на всей листовой поверхности. *Виноградный войлочный клещ* – самый известный вид из этой группы клещей. В настоящее время распространен очень широко во всех зонах промышленного виноградарства Краснодарского края и имеет большое количество очагов массового размножения. Повреждает преимущественно европейский виноград (*Vitis vinifera*). При питании этого клеща поврежденные клетки эпидермиса с нижней стороны листа разрастаются, образуя войлочный трихомный покров, так называемых эринеумов или галлов. Войлок защищает и от внешних врагов, и от высыхания, при этом снижает акарицидное действие контактных препаратов, которые составляют подавляющее большинство. При большой исходной (перезимовавшей) численности популяции уже во второй половине мая могут заселить первые 5-6 листьев, рост побегов тормозится, междоузлия укорачиваются. При массовом размножении могут заселять и верхнюю сторону молодых и верхушечных листьев, и даже усики и соцветия. Вредоносность проявляется в снижении урожайности (при сильном хроническом заселении до 30 %), но в основном в снижении качества винограда (снижение сахаров, биохимические изменения) и адаптивного потенциала растений – способности противостоять различным стрессам. С 80-90-х годах 20-ого столетия на виноградниках Западного Предкавказья из эриофиид отмечался только виноградный войлочный клещ (*Colomerus vitis* Pgst). Присутствуя в виноградных агроценозах как вид, он не причинял сколько-нибудь значимого вреда растениям и поэтому не имел экономического значения в производстве виноградо-винодельческой продукции. Изменения в акарокомплексах виноградной лозы стали наблюдаться с начала нынешнего столетия. Расширению видового состава эриофиидных клещей и росту хозяйственно значимой вредоносности способствовала активная интродукция зараженного посадочного материала, изменение климатических условий, структурно-качественные изменения в системе защиты винограда от вредных организмов. Присущая эриофиидам высокая экологическая пластичность способствует их массовому размножению. Необходимо отметить, что

интродуцированные популяции клеща имеют признаки снижения чувствительности к акарицидам, в том числе и к широко используемым препаратам на основе авермектинов. Из-за растущего экономического значения виноградного войлочного клеща возникла необходимость более тщательного изучения биоценотических особенностей формирования эриофиидокомплексов и разработки методов адаптивного контроля. Разработка и применение классических биологических методов контроля фитофагов («живое против живого») в данном случае имеет особое экологическое значение.

Цель исследований заключалась в выявлении видового состава полезных насекомых и клещей, формирующих консорцию вокруг *Colomerus vitis* (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) на виноградной лозе и оценке значения естественных акарифагов в регуляции численности этого вредителя при применении биологического метода его контроля. Эксперимент проводили на винограднике сорта Совиньон блан (ООО Фанагория Агро, Темрюкский район). Для регуляции численности зудня в качестве биологического метода использовали комплекс искусственно разведенных акарифагов, которых выпускали в начале июня в течение 2-х лет. Насекомые – хищная галлица *Acaroletes tetranychorum* Kief. (Diptera: Cecidomyiidae), виды хищных сколотрипсов *Scolothrips* Hinds (Thysanoptera: Thripidae: Thripinae) – эти виды являются новыми агентами биоконтроля, которые впервые были массово разведены и применены в биологической защите растений. Также в комплекс входили фитосейидные клещи (Parasitiformes: Phytoseiidae). Хищники применялись методом сезонной колонизации и наводняющего выпуска. В опытах сравнивали два варианта применения акарифагов: комбинированный – обработка вертимеком, 1,5 л/т + выпуск хищников последовательно (вариант БИО 1) и биологический – выпуск хищников без дополнительной обработки акарицидом (вариант БИО 2). В качестве стандарта был выбран химический вариант двукратного опрыскивания вегетирующих растений вертимеком, 1,5 л/т. В контрольном варианте акарицидные обработки и выпуск хищников отсутствовали. Размер опытной делянки (одного варианта) составлял 10 га. Наблюдения за развитием *C. vitis* в экспериментах проводили по интенсивности галлообразования на основе трофодинамического подхода оценивали соотношение хищных клещей к средней площади эриниумов на лист в динамике, по специально разработанной методике. На каждом варианте опыта выделялось и регулярно осматривалось по 40 модельных кустов (по 10 на повторность). На одном модельном кусте учитывали по 2-5 листьев с каждого яруса (верхнего, среднего и нижнего), в зависимости от длины побега, на 3-х побегах; не менее 12 листьев с одного куста. В полевых или лабораторных условиях измеряли площадь каждого листа с помощью экспресс-метода Мельника, а также количество и общую площадь галлов на лист в см^2. Затем

рассчитывали среднюю площадь листа и среднюю площадь эриниумов. На основании этих данных определяли площадь эриниумов на единицу листовой поверхности или галлообразование (заселенность) в %. Трофодинамический подход в наблюдениях за акарокомплексом позволил более точно отследить динамику повреждений (галлообразования) с учетом состояния кормовой базы, т.е. взаимодействие растения-хозяина и его реакцию на повреждения, связанную с биологическими особенностями сорта, средовыми условиями произрастания винограда, возрастом кустов, агротехникой и т.д., которая выражается в скорости нарастания и объеме листовой массы. Динамику акарокомплекса отслеживали с помощью маршрутных учетов, регулярно раз в 7-10 дней, виды устанавливали в лаборатории под бинокуляром. Балльную оценку состояния популяции виноградного войлочного клеща проводили по методике ВИЗРа (г. Санкт-Петербург). Опытный участок виноградника был заложен привитыми саженцами, интродуцированными из Австрии. Посадочный материал изначально был заражен виноградным войлочным клещом. В течение 4-х лет выращивания применялись акарицидные обработки 2-3-хкратно за сезон. Использовались следующие акарициды – демитан (200г/л феназахина), СК (0,36 л/га); омайт (570 г/л пропаргита), ВЭ (16 л/га), вертимек (18 г/л абамектина), КЭ. Полностью отрегулировать популяцию вредителя не удавалось. Распространение виноградного войлочного клеща на участке достигло 96,4 %, средняя интенсивность заселения кустов вредителем составляла 3,1 балла, в очагах - до 4,2 баллов. Опыт по изучению эффективности комплекса хищных насекомых и клещей был начат на 5-й год эксплуатации виноградного насаждения. Биологический способ регулирования клеща на основе одновременного выпуска нескольких видов массово разведенных хищников в течение 2-х лет позволил полностью восстановить экологическое равновесие в акарокомплексе ампелоценоза. В течение первого года применения биометода наиболее интенсивное снижение численности наблюдалось в комбинированном варианте БИО 1, но к концу сезона в обоих вариантах выпуска хищников (БИО 1 и БИО 2) наблюдали одинаковый уровень заселенности вредителем. На второй год применения комплекса хищников численность виноградного войлочного клеща в обоих вариантах биометода находилась в отрегулированном состоянии на протяжении всего сезона вегетации. На 3-ий год выпуск комплекса хищников не производили, отмечали слабое заселение виноградника вредителем – распространение на уровне 23,4 %, средний балл интенсивности галлообразования – 0,7, в ограниченных очагах достигал 1,8 балла, без экономического ущерба; на 4-ый год наблюдались редкие единичные галлы с распространением в насаждении до 12,5 %. Снижение численности эриофиид произошло, в значительной степени за счет эффективного включения механизма естественной регуляции – полезной энтомо-акарофауны. При изучении трофической структуры восстановленных

эриофиидокомплексов в условиях опыта наибольшее видовое разнообразие было выявлено в группе хищных клещей, идентифицированы следующие виды – клещи-фитосейиды (Parasitiformes, Phytoseiidae): *Euseius* (син. *Amblyseius*) *finlandicus* Oud., *Phytoseius bulgariensis* Wainst., *Phytoseius* (син. *Dubininellus) echinus* Wainst. et Frut., *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Amblyseius andersoni* (син. *Typhlodromus potentillae)* Chant., *Kampimodromus* (син. *Amblyseius, Thyphlodromus*) *aberrans* Oud., клещи-амеросейиды: (Parasitiformes, Ameroseiidae): *Ameroseius euphormus* Breg., клещи-анистиды (Acariformes, Anystidae): *Anystis baccarum* L., 2 вида клещей-тидеид (Trombidiformes, Tydeidae) и 2 вида клещей-тарзонемид (Trombidiformes, Tarsonemidae), последние обнаруживались в основном в старых «ржавых» галлах. Таким образом, было выявлено 12 видов клещей, в большей или меньшей степени обладающих хищнической активностью. Наряду с клещами был выявлен новый специализированный хищник эриофиид в ампелоценозах – хищный трипс *Phloethrips sp*. Взрослые особи *Phloethrips sp* обитают в основном под отслаивающейся корой в трещинах, складках древесины рукавов и штамбов виноградных кустов, а личинки этого вида отмечены как листообитающие, хищничающие на зудне. Установлено также несколько видов многоядных хищных насекомых, в рацион которых входит виноградный войлочный клещ – это личинки и имаго златоглазки *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae), коровки *Coccinella septempunctata* L., (Coleoptera: Coccinellidae), реже встречались верблюдка *Raphidia sp.* (Raphidioptera: Raphidiidae), златоглазка *Chrysopa perla* L., пауки (Aranei) *Phillodromus spp., Diaea spp., Araneus marmoreus* Clerck. В течение третьего сезона вегетации в продолжение опыта наблюдали за влиянием естественных акарифагов на регуляцию численности виноградного войлочного клеща по показателям интенсивности галлобразования (по средней площади эриниумов в см^2 на лист); в качестве основных акарифагов учитывали комплекс хищных клещей – фитосейид. Наблюдения показали высокую регуляторную активность полезной энтомо-акарофауны в отношении вредителя.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АГРОПРИЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ

Юрченко Е. Г., Савчук Н. В., Буровинская М. В.
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар
yug.agroekos@yandex.ru

В ампелоценозах Западного Предкавказья интенсификация производства и климатические изменения привели к усилению агрессивности

доминирующего заболевания винограда – оидиума (*Erysiphe* (син. *Uncinula*) *necator* Schwein. (сумчатая стадия); *Oidium tuckeri* Berkl. (конидиальная стадия), у которого наблюдается увеличение продолжительности активного развития на растении, увеличение субстратной базы за счет расширения органотрофической специализации и освоения толерантных евроамериканских сортов. К заметным изменениям в микопатосистемах наземных частей растений винограда относится и появление новых экономически значимых патогенных грибов из полупаразитной микрофлоры (*Alternaria spp., Fusarium spp*.), а также различные адаптации грибной патофлоры, повышающие вредоносность и затрудняющие контроль заболеваний. Функционально-структурные изменения в грибных сообществах потребовали изменений в тактике защитных мероприятий – появилась необходимость в проведении дополнительных обработок, сокращении интервалов между ними, применении фунгицидов широкого спектра действия, активного использования баковых смесей. Объективно это увеличило пестицидную нагрузку на экосистему виноградников и фитотоксичность для растений, что негативно отразилось на их иммунном статусе и в конечном итоге привело к большим экономическим издержкам. Задача повышения эффективности контроля заболеваний винограда при сохранении адаптивного потенциала растений привела к пересмотру стратегии и совершенствованию тактики защитных мероприятий. Основным путем адаптации защитных технологий стала биологизация, т.е. обоснованная интеграция химических и биологических, в т.ч. иммуноиндуцирующих методов, способов и средств, направленная на эффективный контроль микопатогенов.

Целью работы было обосновать возможность применения микробиологических препаратов с фунгицидной активностью на виноградниках в послеуборочный период для повышения эффективности контроля экономически значимых заболеваний на основе изучения их биологической и экологической эффективности. В качестве объектов исследований были выбраны 2 микробиологических препарата отечественного производства (ООО «Агробиотехнология», г. Москва) – Витаплан (штамм-продуцент *Bacillus subtilis*) и Стернифаг (штамм-продуцент *Trichoderma harzianum*). Оценивалось 2 различных варианта применения опытных препаратов: 1. Стернифаг 80 г/га – обработка опавших листьев; Витаплан 100 г/га – обработка виноградных кустов (БИО I); 2. Стернифаг 80 г/га – обработка опавших листьев; Витаплан 160 г/га – обработка виноградных кустов (БИО II). Для сравнения был выбран стандартный препарат, ранее принятый в хозяйственных обработках – Железный купорос, 5%-ный раствор, обмывка виноградных кустов (Стандарт) и вариант без обработки (Контроль). Работа выполнялась на основе системного методологического подхода полевыми и лабораторными методами в течение

двух послеуборочных сезонов 2014-2015 гг. и 2015-2016 гг. на высоко восприимчивом к оидиуму сорте Рислинг рейнский. Фенофаза обработки – «наступление периода покоя: опало около 50 % листьев». Фитосанитарный мониторинг и оценку биологической эффективности препаратов в борьбе с основным заболеванием винограда проводили по методике ВИЗР (Санкт-Петербург, 2009) в период сезона вегетации, следующего за обработкой. Экологическую эффективность агроприема определяли по структурным изменениям комплексов микромицетов в почве, на растительных остатках (листовом опаде, усохших гроздях, оставшихся после механизированной уборки) и коре виноградных кустов. На опытном участке виноградника через месяц после обработки отбирались образцы почвы, коры и растительных остатков через месяц после обработки по всем вариантам. В микробиологических исследованиях использовали методы посева на твердые питательные среды, учеты вели по числу колониеобразующих единиц грибных зачатков в тысячах единиц на 1 грамм сухого вещества (КОЕ тыс. шт./1 г).

В условиях Западного Предкавказья источниками первичной инфекции оидиума на винограде служат толстостенный мицелий на однолетних побегах и тонкостенный мицелий в почках. Влияние естественных механизмов (сапротрофные микроорганизмы, низкие температуры зимнего периода) на ограничение запаса инфекции недостаточно. В системах защиты промышленных виноградников от болезней эту задачу выполняют обильные опрыскивания в период покоя, так называемые «обмывки», специальными средствами в повышенных дозировках, имеющими ограниченный ассортимент. Из зарегистрированных препаратов для таких работ на сегодняшний день остался только Препарат 30 Плюс, ММЭ, но он с инсектоакарицидным действием. Фунгицидные препараты больше не разрешены к применению из-за их неэкологичности, а между тем снижение инфекционного запаса в период покоя играет важную роль в контроле возбудителей болезней в агроценозе. Исследования, проведенные по изучению возможности использования микробиологических фунгицидов в послеуборочный период, показали их перспективность. Инновационный биотехнологический агроприем, в основе которого лежит проведение обработок виноградников комплексом биопрепаратов в период покоя, разработанный несколько лет назад в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства виноградарства и виноделия (г. Краснодар). Впервые в открытых многолетних агроценозах на насаждениях винограда для снижения запаса инфекции было предложено использовать комплекс грибных и бактериальных фунгицидов. Такие биокомплексы позволяют расширить спектр целевых вредных объектов. Послеуборочный срок проведения обработок наиболее целесообразен, так как зимующий запас фитопатогенов, находится в стадии формирования и доступен для

подавления, что позволяет эффективнее ограничивать накопление инфекции, которое активно идет вследствие прекращения всех фунгицидных обработок. В обсуждаемых исследованиях данная биотехнология была модифицирована, кроме обмывки кустов, обработке биопрепаратами была подвергнута и почва.

Анализ результатов показал, что под влиянием обработок изменяются пропорции комплексов олиготрофов, наиболее выраженно на листовом опаде – снижается численность микромицетов (в 1,5-3,8 раза) и соответственно возрастает численность бактерий. Увеличение доли олиготрофных бактерий способствует оптимизации процессов минерализации и может быть косвенным признаком увеличения плодородия почвы. При общем количественном снижении микромицетов под влиянием обработки Стернифагом качественная структура грибных сообществ экосистемы виноградников трансформировалась. Наиболее заметные изменения были выявлены в почве. Так, отмечена устойчивая тенденция снижения плесневых грибов (на 18-30 %) и роста численности дрожжеподобных грибов в варианте БИО I - в 1,5-2,5 раза, в варианте БИО II – и дрожжей в 4,3-5,4 раза по сравнению с контролем. В стандартном варианте численность дрожжей и дрожжеподобных грибов росла незначительно. На фоне снижения численности плесневых грибов под влиянием биообработок видовая структура данных микокомплексов также изменилась. Зафиксирована устойчивая тенденция в снижении численности фузариевых грибов по сравнению с контролем в варианте БИО I – в 6-10,5 раз; в варианте БИО II – в 4 -12,1 раз; в стандарте – в 1,5 раза. Такие изменения являются положительными, так как основной нишей для перезимовки инокулюма полупаразитных грибов и прежде всего фузариев является верхний слой почвы возле кустов. Под влиянием биообработок в образцах, взятых на анализ, стала обнаруживаться полезная микрофлора. Отмечено появление микофильных видов грибов, таких как гиперпаразит *Acremonium sp*. и видов антибиотической микрофлоры (*Trichoderma sp*.). В целом почвенный микоценоз в вариантах обработок биопрепаратами отличался бóльшим видовым разнообразием. На коре и остатках гроздей наоборот был отмечен рост плесневых грибов (сапротрофов) под влиянием обработок Витапланом на 15-20 %, что может служить механизмом регуляции источников первичной инфекции оидиума. Основную долю в структуре микромицетов во всех вариантах опыта, включая стандарт и контроль, занимали непатогенные для винограда кладоспориумные грибы (94,9 – 97,8%). При анализе образцов коры и засохших остатков гроздей (гребни) также отмечено увеличение видового разнообразия в вариантах обработок биопрепаратами, устойчивой тенденцией было появление триходермовых грибов. Фитосанитарный мониторинг опытного участка в течение 2-х лет проводился с начала вегетации (начало мая) до конца июля, наблюдения велись за основным

экономически значимым заболеванием европейского винограда – оидиумом. В условиях вегетаций 2015 и 2016 годов заболевание имело типичный для последних лет эпифитотийный характер. В 1-й год появление первых признаков заболевания в вариантах обработки биопрепаратами было на 2 недели позже, чем в контроле и на 8 дней позже, чем в стандартном варианте. В контрольном варианте заболевание развивалось продолжительно и очень интенсивно, пик патогенеза пришелся на начало 3-ей декады июля. В опытных вариантах заболевание удалось полностью купировать к этому времени. Пиковое развитие болезни в опытных вариантах отмечено в период 30 июня – 5 июля (R 1,8…1,6 %; P 5,0…7,0 %). В стандартном варианте пик развития болезни совпал с опытными вариантами, значения развития и распространения оидиума были на том же уровне, что и при обработке биопрепаратами. Во 2-й год первые признаки оидиума в контрольном варианте были отмечены 16 июня на ягодах в стадии «рисинки» (R 0,2 %; P 0,8 %), в стандартном варианте - 30 июня (R 0,6 %; P 1,5 %), в опытных вариантах проявления оидиума в период учетов не зафиксировано. В контрольном варианте заболевание развивалось до конца периода вегетации, сначала на ягодах основного урожая, затем на листьях и ягодах пасынкового урожая. В опытных вариантах заболевание контролировалось на уровне 100 %. В стандартном варианте отмечалось небольшое поражение ягод оидиумом, пик заболевания отмечен 21.07.16 (R 1,25 %; P 4,0 %). При расчете биологической эффективности осенних обработок фунгицидами была выявлена высокая эффективность всех опытных вариантов (выше 95,2 % в 2015 году и на уровне 100 % в 2016 году). Значения биологической эффективности вариантов БИО I и БИО II были очень близкими. В стандартном варианте отмечалось снижение эффективности, хотя и некритичное.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что применение биопрепаратов - Витаплана, 100 г /т для растений и Стернифага 80 -100 г/т для почвы в послеуборочных обработках: 1. Оказывает положительное влияние на микопатосистему наземной части винограда, снижая интенсивность развития оидиума и повышая эффективность его сезонного контроля; 2. Способствует формированию более сбалансированного микробиоценоза в объектах экосистемы промышленных виноградников и снижает запас инфекции (первичного инокулюма) фузариевых грибов - патогенов виноградных растений в почве. В целом использование данного биотехнологического агроприема в системах защиты винограда от болезней следует считать целесообразным, способствующим повышению фитосанитарной устойчивости ампелоценозов.

АКАРИЦИД ОБЕРОН РАПИД, КС − ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО В БОРЬБЕ С КЛЕЩАМИ − ФИТОФАГАМИ НА ЯБЛОНЕ

Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта,
zaschitanbs@rambler.ru

В садах Крыма, начиная с 2000-х гг., в число доминирующих вредителей яблони входят три вида паутинных клещей: боярышниковый (*Amphitetranychus viennensis* Zacher), красный плодовый (*Meta tetranychus ulmi* Koch.) и туркестанский (*Tetranychus turkestani* Ug et Nik.).

Применение пестицидов приводит к снижению естественных природных регулирующих факторов и, как следствие, резкому увеличению численности паутинных клещей. Использование в течение ряда лет одних и тех же акарицидов способствует появлению устойчивых к ним рас вредителя.

Цель исследований – оценить биологическую эффективность комбинированного препарата Оберон Рапид, КС в отношении подвижных стадий и яиц двух видов клещей – фитофагов.

Объект исследований – красный плодовый (*Meta tetranychus ulmi* Koch) и боярышниковый (*Amphitetranychus viennensis* Zacher) клещи.

Методы исследований. Исследования по определению биологической эффективности несистемного инсектоакарицида Оберон Рапид, КС проводили в АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района в отношении красного плодового клеща на фоне пороговой численности 5−6 особей/лист и в двух хозяйствах Нижнегорского района Крыма в отношении боярышникового клеща по численности 10−15 особей/лист. В качестве эталона служили инсектоакарициды Крафт, ВЭ, Вертимек, КЭ и Омайт, ВЭ. Сады яблони 2005–2010 гг. посадки, схема посадки 3 х 1 м, формировка кроны итальянская пальметта, основные сорта – Фуджи, Гольден Делишес и Ренет Симиренко.

Биологическую эффективность акарицидов в отношении клещей – фитофагов определяли согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» (СПб., 2009. 257 с.).

Результаты и обсуждения. На 3-и сутки после применения препарата Оберон Рапид, КС численность красного плодового клеща снизилась в 7 раз, биологическая эффективность составила 90,0%, на 7-е сутки – 100%. Единично на листьях встречались яйца красного плодового клеща, но они изменили окраску на коричневую и были нежизнеспособными. При использовании эталонного препарата Крафт, ВЭ плотность популяции вредителя была снижена в 5 раз, биологическая эффективность составляла 86,0%.

Жаркая и сухая погода, установившаяся в третьей декаде мая месяца в Нижнегорском районе Крыма, способствовала интенсивному развитию боярышникового клеща (*Amphitetranychus viennensis* Zacher.). Численность подвижных стадий данного вида в АО «Победа» на третьи сутки после обработки снизилась на опытном варианте в 62 раза, в эталоне (Вертимек, КЭ) в 12,5 раз. На седьмые сутки в опыте живые особи боярышникового клеща не зафиксированы, в эталоне на листьях встречались единичные экземпляры.

В АО «Совхоз Весна» инсектоакарицид Оберон Рапид, КС на 3-и сутки снизил численность вредителя с 6,3 до 0,2 особей/лист, а на 14-е и 21-е сутки особи боярышникового клеща не выявлены. Биологическая эффективность инсектоакарицида Оберон Рапид, КС на 7-е сутки составила 100 % и превысила уровень показателя эффективности эталона Омайт, ВЭ с нормой расхода 2,0 л/га на 10,0%.

В течение последующих двух месяцев, вплоть до начала сентября, вредитель в варианте применения инсектоакарицида Оберон Рапид, КС не обнаружен. В контроле плотность популяции клеща была высокой весь период исследований и на 21-е сутки составляла в среднем 28 особей/лист.

Следует отметить наличие на участке особей природной популяции хищных клещей *Amblyseius andersoni* Chant. как до, так и после применения инсектоакарицида Оберон Рапид, КС. На 3-и и 10-е сутки после обработки особи хищника на листьях не были обнаружены, так как акарифаг переместился под кору деревьев, а на 20 сутки на листьях появились взрослые особи хищного клеща, самки приступили к откладке яиц. На 30 сутки плотность популяции хищного клеща полностью восстановилась.

Выводы

Инсектоакарицид Оберон Рапид, КС позволяет эффективно сдерживать развитие клещей − фитофагов в течении двух − трех месяцев после применения, при этом сохраняются хищные клещи природной популяции из семейства фитосейид.

Препарат обладает и овицидным действием, так как яйца клеща от воздействия препарата меняют окраску и погибают. Инсектоакарицид Оберон Рапид, КС может быть применен для снижения численности резистентных к пестицидам рас паутинных клещей, как альтернатива 6 − 10 кратному применению акарицидов в яблоневом саду за сезон.

КОКЦИДЫ – ВРЕДИТЕЛИ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Яцкова Е.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
zaschitanbs@rambler.ru

Декоративные растения широко используются в озеленении парков, скверов, городских улиц, приусадебных участков. Некоторые виды растений, такие как лавр благородный, плющ крымский используются в пищевой промышленности и в лекарственных целях. Декоративный вид растений в большой мере зависит от степени их повреждения вредителями и болезнями. Наиболее существенный вред растениям в парке Никитского ботанического сада наносят фитофаги подотряда *Coccoidea*, включающего 10 семейств. Следует отметить, что в связи с активной интродукцией декоративных растений видовой состав вредителей постоянной увеличивается.

Целью исследований было уточнить видовой состав кокцид на декоративных растениях парка Никитского ботанического сада, выявить доминирующие виды фитофагов, установить степень вредоносности, пищевую специализацию,

Объект исследования. Фитофаги семейства *Coccidae*, продолговатая подушечница *Chloropulvinaria floccifera* Westw., мягкая ложнощитовка *Coccus hesperidum* L.

Методы исследований. Изучение биологии кокцид проводили на самшите обыкновенном, бересклете мелколистном, падубе остролистном, плюще крымском, лавре благородном, калине вечнозеленой, питтоспоруме Тобира путем биосъемок, которые осуществлялись один раз в 5−7 дней. Просмотр собранного материала проводили под бинокуляром в лаборатории. Определение видов *Coccoidea* проводили по Н.С. Борхсениусу.

Результаты и обсуждение. Из 27 видов кокцид, выявленных в парке Никитского Ботанического сада, наиболее массово были представлены два вида кокцид – продолговатая подушечница и мягкая ложнощитовка.

Продолговатая подушечница (*Chloropulvinaria floccifera* Westw.) широкий полифаг, в парке Никитского ботанического сада выявлена на тисе ягодном, питтоспоруме Тобира, падубе остролистном, лавре благородном, плюще крымском, бересклете мелколистном, бересклете японском, маслине европейской, и других породах. На *Pittossporum tobira* развивается в одном поколении. Установлено, что с сентября по май зимуют личинки второго возраста. В конце апреля появляются первые самки. В мае 2018 г. средняя плодовитость составляла 450 яиц/самку. С июня по сентябрь развиваются личинки первого возраста. Заселенность личинками первого возраста составляла до 36 шт. на молодой лист растения. В колониях выявлен

энтомофаг рода Coccophagus. Смертность вредителя после зимнего периода составляет 67%, из них 37% были повреждены энтомофагом.

Мягкая ложнощитовка (*Coccus hesperidum L.*) полифаг. В условиях Южного берега Крыма в 2010-2013 гг. на декоративной культуре *Hedera helix* развивалась в одном поколении. С июля по сентябрь отрождались личинки первого возраста, в период с первой декады июля и до мая следующего года развивались личинки второго возраста. Численность личинок первого возраста в летний период (июль – август) достигала 324 особей на лист. Превращение в самок происходило с мая по август. Установлено, что с апреля по июнь личинки второго возраста *Coccus hesperidum L.* были паразитированы энтомофагом рода *Micropterus*. Смертность вредителя после зимней диапаузы составила 78%, из них 50% от повреждения энтомофагом.

Выводы. В настоящее время основными вредителями декоративных растений в парке Никитском ботаническом саду являются представители отряда Homoptera, особенно многочисленно представлен подотряд *Coccoidea*, включающий 10 семейств. К доминирующим видам относятся продолговатая подушечница и мягкая ложнощитовка. Оба вида широкие полифаги. Перечень кормовых растений этих видов постоянно увеличивается. Поселяясь на разных органах растений вызывают деформацию молодого прироста, преждевременное опадение листьев, усыхание как отдельных органов, так и растения в целом. В связи с высокой степенью вредоносности необходимо проводить регулярный мониторинг за динамикой их численности с целью оптимизации проведения защитных мероприятий.

Секция 4

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ, ПОДВИЖНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ Zn, ВНЕСЕННОГО В КАЧЕСТВЕ МИКРОЭЛЕМЕНТА В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ»

Анисимов В.С., Анисимова Л.Н., Фригидова Л.М., Корнеев Ю.Н., Фригидов Р.А., Санжаров А.И., Дикарев Д.В., Кочетков И.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск
vsanisimov@list.ru

Данная работа[1] посвящена важным с точки зрения физиологии растений, агрономии и токсикологии аспектам поведения Zn в агроэкосистемах: оценке миграции металла в системе «почва – почвенный раствор – растение». Целью работы являлось изучение в динамике процессов прироста биомассы кормовых бобов, изменения концентрации Zn в надземных частях и корнях растений, выноса металла с надземной биомассой в условиях оптимального (для развития растений) содержания его в почве, а также оценка параметров процесса массопереноса ионов цинка в корни растений с конвективным потоком влаги. В *качестве тест-культуры* были выбраны кормовые бобы (*Vicia faba* L.). В почву вносили Zn (водный раствор нитрата) в количестве 50 мг/кг.

В результате проведенных исследований установлено, что уменьшение концентрации Zn в почвенном растворе в зависимости от времени можно удовлетворительно описать с помощью экспоненциальной зависимости. Получены доказательства наличия недиффузионного механизма закрепления («фиксации») Zn в минеральной дерново-подзолистой почве. По-видимому, наблюдающийся эффект вызван одновременным протеканием 2-х процессов: 1) истощением запаса обменных и легкорастворимых форм Zn в почве в результате непрерывного поглощения корнями растений, не компенсируемого десорбцией Zn из **ППК** в почвенный раствор и 2) «фиксацией» Zn в почве в результате трансформации более подвижных и

[1] Полный текст статьи опубликован в журнале «Агрохимия», 2019, № 3, с. 72-84

доступных растениям форм нахождения металла в малоподвижные и, соответственно, труднодоступные растениям, причем превалирующим является последний процесс.

В рамках исследования динамики перехода, транслокации, накопления и интегрального показателя – выноса Zn разными частями исследуемых растений были определены: параметры прироста надземной биомассы и корней кормовых бобов, изменения концентрации и выноса Zn разными частями растений, а также транслокационные отношения **ТО** = $[Zn]_{надз.ч.}/[Zn]_{корни}$. Исследована динамика общей ($S_{уд.общ.}$) и рабочей ($S_{уд.раб.}$) удельной поверхности корней кормовых бобов.

Прирост надземной биомассы и корней кормовых бобов вплоть до фазы образования семян хорошо описывается логистической функцией с 3-мя параметрами: M_{max} (г), M_0 (г), μ (сут$^{-1}$). Эти параметры отражают особенности динамики накопления биомассы данным видом растений и для надземной биомассы и корней составляют, соответственно, 24.50, 1.20, 0.075 и 7.26, 0.61 и 0.051. Зависимости изменения концентраций Zn в вегетативных органах кормовых бобов от времени носят асимптотический характер, приближаясь к максимальному значению $[Zn]_{i,max,раст}$, зависящему от концентрации Zn_i в почве. В нашем случае значение $[Zn]_{max,раст}$ = 500 мг/кг. Вторым параметром, с помощью которого описывается уравнение зависимости изменения концентраций Zn в вегетативных органах бобов от времени, является постоянная времени β, характеризующая скорость изменения концентрации Zn в биомассе бобов. Установленное значение β составило 0.060 сут$^{-1}$. В то же время, четкой зависимости концентраций Zn в корнях кормовых бобов, выращенных на дерново-подзолистой почве, от времени не наблюдалось ($[Zn]_{корни}$ оставалась постоянной, незначительно варьируя в течение эксперимента в пределах 900÷1000 мг/кг сухой массы). В итоге, зависимости $[Zn]_{раст} = f(t)$ удалось удовлетворительно описать с помощью регрессионного уравнения полинома 2-й степени $[Zn]_{раст} = -0.57\times t^2+47.67\times t+213.7$ ($R^2 = 0.74$). Динамика выноса Zn с надземной биомассой и корнями (в пересчете на 1 растение) из дерново-подзолистой почвы при дозе цинка Zn_{50} также удалось удовлетворительно описать с помощью логистического уравнения с 3-мя параметрами: W_{max} = 1100 мкг, W_0 = 3.1 мкг, u = 0.181 сут$^{-1}$. Для корней соответствующие значения (W_{max}, $W0$, u) составили: 434 мкг, 26.1мкг и 0.11 сут$^{-1}$.

Удовлетворительно описать изменение общей ($S_{уд.общ.}$) и рабочей ($S_{уд.раб.}$) удельных поверхностей корней с помощью специально подобранных аппроксимирующих уравнений не удалось. Поэтому пришлось ограничиться средними значениями: $S_{уд.общ.}$ = 0.74±0.48 м^2/г и $S_{уд.раб.}$ = 0.32±0.20 м^2/г. Определить тренд изменения значений транслокационных отношений **ТО** = $[Zn]_{надз.ч.}/ [Zn]_{корни}$ в течение периода вегетации растений также не удалось.

Полученные значения **ТО** практически не изменялись и составляли, в среднем, 0.43±0.13.

На заключительном этапе исследований были оценены параметры процесса массопереноса Zn в корни растений с конвективным потоком влаги в результате десукции. Рассчитанные на основании экспериментальных данных, значения скорости поступления влаги, $v(H_2O)$ в корни кормовых бобов составили $(3.3 \div 29.2) \times 10^{-3}$ мклH_2O/(см^2×с). Среднее значение $v(H_2O)$ за вегетационный период равнялось 19.3×10^{-3} мклH_2O/(см^2×с). Скорость массопереноса Zn к поверхности корней также изменялась в течение вегетационного периода в диапазоне $(0.56 \div 7.68) \times 10^{-8}$ мкг Zn/(см^2×с). Среднее значение v(Zn) для исследуемой почвы было равно 4.16×10^{-8} мкг Zn/(см^2×с).

Сопоставление фактически установленных значений выноса Zn надземными частями и корнями растений с рассчитанными, исходя из параметров процесса конвективного потока влаги в корни растений из почвы и значений концентрации Zn в почвенном растворе, позволило сделать вывод, что практически весь Zn, поглощаемый растениями, поступает через корневую систему в результате процессов массопереноса с конвективным потоком влаги. По-видимому, в условиях отсутствия дефицита металла в почве диффузионный механизм поступления Zn в корни растений играет незначительную роль.

ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЧВЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Брикманс А.В.[1], Семаль В.А.[1,2], Нестерова О.В.[1]
[1]Дальневосточный федеральный университет, Россия, г. Владивосток,
[2]ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Россия, г. Владивосток
anastasyach7@mail.ru

В настоящее время на Дальнем Востоке имеется множество закрытых в связи с ликвидацией шахт промышленных территорий, негативно влияющих на экологическую обстановку окружающей среды, в том числе и на почвы. В результате на месте естественных ландшафтов возникают новые формы рельефа и как результат влияния почвообразующих факторов формируются новые элементарные почвообразующие процессы, выражающиеся в морфологии и свойствах почв, отходов пустых горных пород в виде отвалов, терриконов – техногенные поверхностные образования (ТПО). Создание ТПО приводит к существенным изменениям экосистем: уничтожению почвенного покрова и растительности, загрязнению почв и отчуждению земель, изменению уровня грунтовых вод, усилению экзогенных рельефообразующих процессов. Целью исследования было оценка состояния почв и литостратов техногенно-природных систем (ТПС) юга Дальнего Востока. Объектами исследования являлись 3 ТПС (Подгороденская,

Артемовская, Тавричанская). Каждая система состоит из компонентов – ТПО (материал литостратов) и естественных почв.

Результаты показали, что по гранулометрическому составу почвы (подбелы серогумусовые конкреционные среднемощные глубокоосветленные легкоглинистые с мощным профилем (Подгороденская ТПС)) относятся к глинам легким в верхних горизонтах и глинам средним в нижележащих. Тёмно-гумусовый подбел глеевый мелкий глубокоосветленный тяжелоглинистый оносится по гранулометрическому составу к глинам тяжелым. По профилю с глубиной наблюдается утяжеление гранулометрического состава. Бурозем типичный среднемощный легкосуглинистый со среднеразвитым профилем (Артемовской ТПС) относится к суглинкам легким. Темно-гумусовая глеевая типичная мелкая поверхностно-оглеенная среднесуглинистая со среднеразвитым профилем почва относится к суглинкам средним. Буроземы типичные маломощные тяжелосуглинистые со среднеразвитым профилем (Тавричанской ТПС) по гранулометрическому составу относится к суглинкам тяжелым, их профиль характеризуется незначительной оглиненностью. ТПО – литострат самозарастающего террикона (Подгороденской ТПС) по гранулометрическому составу относится к суглинкам средним, переходящим в суглинок легкий. Литострат Артемовской ТПС относится к суглинкам средним, переходящим в суглинок легкий в нижележащем слое. В Тавричанской ТПС литлострат по гранулометрическому составу относится к суглинкам тяжелым.

Исследования показали, что естественные почвы Подгороденской ТПС обладают слабой водопрочностью, удовлетворительной и незначительной способностью к оструктуриванию и в связи с этим низкой противоэрозионной устойчивостью, что связано с непрочной структурой в естественном залегании. Однако высокая противоэрозионная устойчивость наблюдается в нижних горизонтах, поскольку они не подвержены смывающему действию ветра и капель дождя. В Артемовской и Тавричанской ТПС почвы обладают водопрочной структурой и удовлетворительной способностью к оструктуриванию, поэтому почвы обладают средними и высокими показателями противоэрозионной стойкости, что связано с тяжелым гранулометрическим составом, нахождением их в более низком и выровненном рельефе местности, а также с обильной густой растительностью. В ТПО – литостратах наблюдаются низкие показатели водопрочности, агрегированности и противоэрозионной стойкости, способность к оструктуриванию незначительная. ТПО не способны к образованию водоустойчивых агрегатов – их структура слабоводопрочная. Значение отношения фактора структурности к фактору дисперсности указывают на то, что почвы обладают низкой противоэрозионной

стойкостью, в связи с этим они легко будут реагировать на последствия муссонного климата, выражающиеся в первую очередь в виде эрозии.

Результаты по кислотно-щелочным свойствам показали, что естественные почвы всех ТПС имеют в верхних горизонтах нейтральную или близкую к нейтральной реакцию среды (6,4 – 7,4), а в нижележащих она резко падает до (4,4 – 6,2), а материал изученных литостратов всех ТПС обладает реакцией среды, близкой к нейтральной и слабо щелочной (7,0 – 8,2).

На основании результатов гранулометрического состава и кислотно-щелочных свойств была дана оценка содержания тяжелых металлов в почвах и материалах литостратов. Почвы Подгородинской ТПС по содержанию подвижных форм тяжелых металлов загрязнены свинцом. В почвах содержание свинца в поверхностных горизонтах достигает 12 мг/кг почвы, а это в 2 раза превышает ПДК, в нижележащих горизонтах содержание свинца значительно падает до 1 мг/кг почвы. Содержание свинца в литостратах составляет 1870 мг/кг, тогда как ПДК равен 6,0. Также в литостратах Подгородинского угольного бассейна превышения ПДК выявлены по содержанию цинка – 118 мг/кг почвы, что почти в 6 раз превышает ПДК (23,0 мг/кг). По Артемовской и Тавричанской ТПС превышений по подвижным формам тяжелых металлов выявлено не было. Валовое содержание тяжелых металлов в почве показало превышение ПДК по содержанию хрома по всем угольным бассейнам, также наблюдается большое содержание железа, что выявляет региональные особенности. В литостратах самой загрязненной является Подгороденская ТПС – данные по валовому содержанию превышают ПДК и ОДК по цинку, свинцу, хрому и меди. Содержание цинка в поверхностном слое литостратов превышает значения ОДК в 3 раза (779,5 мг/кг почвы), содержание меди в 1,5 раза (214,9 мг/кг почвы) превышает ОДК. Содержание свинца составляет 115,6 мг/кг почвы, а это в 3 раза больше ПДК. Если сравнить с ОДК, то превышений по этому элементу нет, однако очень близко к пределу (ОДК равен 130 мг/кг почвы). Во всех литостратах угольных бассейнов было выявлено завышенное содержание хрома по ПДК, однако самые его высокие значения были выявлены в верхнем слое литостратов Подгороденской ТПС – 33,2 мг/кг почвы.

Таким образом, исследования показали, что во всех ТПС наиболее подвержены эрозионному воздействию литостраты, их противозрозионная устойчивость очень низкая и данный материал под влиянием муссонных дождей и порывистых ветров разносится на сопредельные территории. Естественные почвы исследованных объектов обладают средними и высокими противоэрозионными свойствами, что связано с положением в более низких и выровненных участках рельефа, ненарушенностью поверхностного горизонта под воздействием природных и антропогенных

сил. Выявлено значительное превышение ПДК по свинцу, цинку, меди и хрому. Отмечается и то, что накапливаются они не только в поверхностных слоях материала террикона, но и в нижележащих, причем, в больших концентрациях. Установив факт наличия химических элементов-загрязнителей в составе литостратов, а также слабые противоэрозионные свойства, можно с уверенностью говорить, что под воздействием эрозионных процессов и муссонного климата Приморского края загрязненные тяжелыми металлами материал литостратов разносится на огромные расстояния и загрязняет почвы, находящиеся в непосредственной близости к ним.

ФРАКЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бурачевская М.В., Брень Д.В., Цицуашвили В.С., Барахов А.В.
Академия биологии и биотехнологии Южного Федерального университета, Ростов-на-Дону
marina.0911@mail.ru

Выбросы филиала ПАО «ОГК-2» Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС) составляют 1% от общего объема в Российской федерации (РФ) и до 58% от объема выбросов в Ростовской области, из которых основная часть (99%) приходится на Новочеркасск и его окрестности. Новочеркасск по величине аэрозольных выбросов загрязняющих веществ включен в приоритетный перечень городов РФ с наиболее высоким уровнем загрязнения (Minkina et al., 2013).

При сжигании топлива предприятиями энергоснабжающего комплекса основная масса химических отходов элементов оказывается в составе аэрозолей, вследствие чего в летучей золе выбросов содержание тяжелых металлов в несколько раз больше, чем в сырье. Угольная пыль содержит Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd, Cr, Ni, Co, V, Ti, Br, Zr, а также органические поллютанты (Masto et al., 2007).

Оценка экологического состояния почв, подверженных загрязнению тяжелыми металлами, сводится не столько к определению увеличения в них общей концентрации элементов, сколько к изучению их взаимосвязи с почвенными компонентами. Цель работы – исследовать фракционное распределение Cu в черноземе обыкновенном в условиях антропогенного загрязнения продуктами сгорания предприятия, основываясь на результатах последовательного фракционирования.

Мониторинговые площадки для наблюдений располагались на участках залежи, т.е. почва не подвергалась обработке, слои не перемешивались.

Почвенный покров исследуемой территории представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Мониторинговые площадки были заложены в 2000 г. Площадки расположены по линии «генерального направления» на расстоянии 1,6 и 15 км от источника эмиссии.

Анализ состава соединений Cu в почве проводили на основе последовательного фракционирования. Была использована метод Миллера (Miller, 1986) в модификации Берти, Джакобс (Berti, Jacobs, 1996) для получения водных (бидистиллированная вода), обменных (0.5 M $Ca(NO_3)_2$), связанных с карбонатами (0.44 M CH_3COOH + 0.1 M $Ca(NO_3)_2$), связанных с оксидами Mn (0.1 M $NH_2OH{\cdot}HCl$), органическим веществом (0.1 M $Na_4P_2O_7$), аморфными (0.175 M $(NH_4)_2C_2O_4$ + 0.1 M $H_2C_2O_4$) и кристаллическими оксидами Fe (0.175 M $(NH_4)_2C_2O_4$ + 0.1 M $H_2C_2O_4$, ультрафиолет), связанных с алюмосиликатами или остаточных ($HF+HClO_4$). Анализ содержания Cu в почвенных вытяжках проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС).

Установлено, что в исследуемых почвах наибольшее количество Cu находится в остаточной фракции, связанной с алюмосиликатами (35-55% от суммы фракций). Ионы ТМ, закрепленные в кристаллических решетках минералов, наиболее прочно связаны с почвой, вследствие этого они трудно извлекаемы и менее всего доступны для растений и вовлечения в биологический кругооборот. Однако при повышении содержания загрязняющих веществ увеличивается доля их подвижных соединений.

Отмечается (Bauer et al., 2018), что содержание ТМ, прочно связанных с глинистыми минералами, может составлять 50-70%. При этом металлы могут проникать внутрь решетки минералов и замещать Al, или образовывать внутрисферные комплексы типа $CuOH^+$. Методом синхротронной радиации доказана возможность замещения Al катионом Cu в октаэрической структуре монтмориллонита (Minkina et al., 2013; Minkina et al., 2015).

В незагрязненном черноземе при низкой концентрации ионов Cu значительная и равная доля металла (14 %) связывается с аморфными формами Fe и с органическим веществом. Содержание металла во фракции, связанной с оксидами марганца, составляет не более 1% от суммы фракций. Несмотря на высокую активность оксидов Mn в поглощении металлов в почвах (Manceau, 2002), их роль в закреплении металлов в карбонатных черноземах незначительна в связи с низким содержанием.

Таким образом, отмечается следующее распределение Cu по фракциям соединений в незагрязненной почве: остаточная > связанная с органическим веществом $\geq$ связанная с аморфными оксидами Fe > связанная с кристаллическими оксидами Fe $\geq$ связанная с карбонатами > обменная $\geq$ связанная с Mn $\geq$ водорастворимая.

В почве, подверженной техногенному загрязнению наибольшая доля Cu сосредоточена в остаточной фракции, как и при отсутствии загрязнения (35%). Однако процесс аккумуляции поступающих извне соединений металлов кристаллическими решетками глинистых минералов слишком медленный. Это происходит в связи со способностью металлов изоморфно замещать ионы Mg и Al (Minkina et al., 2013; Manceau, 2002).

В незагрязненной почве содержание Cu, связанной с органическим веществом, составляет 5,3 мг/кг, тогда как на близлежащей к НчГРЭС площадке содержание данной фракции увеличивается в 4 раза (21,3 мг/кг) и примерно соответствует доли доминирующей остаточной фракции металла. Физическими методами анализа подтверждена органофильность Cu на основе высоких значений констант устойчивости этого металла в соединениях с органическими лигандами (McBride, 1989; Manceau, 2010; Nielsen, 2015). В гумусовых горизонтах основная доля техногенной Cu связана с органическими соединениями.

Следующая после фракции, связанной с органическим веществом, по относительному и абсолютному содержанию идет фракция Cu, связанная с аморфным Fe. Наблюдается увеличение в 2,4 раза содержания Cu во фракции, связанной с аморфным Fe, в почве, расположенной вблизи источника эмиссии по сравнению с почвой, отдаленной от ГРЭС на 15 км. Большую роль в фиксации ТМ играют гидроксиды (Mellis, Casagrande, Cruz, 2003). Возможна сорбция металлов гидроксидами в количествах, превышающих ЕКО, даже на поверхностях с положительным зарядом.

При повышении уровня загрязнения в первую очередь возрастает количество наиболее подвижных ионов Cu. Доля наиболее подвижной Cu, к которой можно отнести обменную и водорастворимую фракции Cu, увеличивается с 3% в незагрязненной почве до 5% на загрязненной площадке.

Установлено, что сродство Cu зависит не только от состава фаз-носителей, но и от концентрации самого элемента в почве. Относительное распределение Cu по фракциям соединений в загрязненной почве следующее: остаточная > связанная с органическим веществом > связанная с аморфными оксидами Fe > связанная с кристаллическим оксидами Fe > связанная с карбонатами > обменная > водорастворимая > связанная с Mn.

Таким образом, под влиянием аэрозольных выбросов НчГРЭС существенно увеличивается общее содержание металла и количество всех образуемых им форм в почвах, прилегающих к источнику эмиссии. На этот процесс оказывает влияние как свойства исследуемой почвы, так и сродство самого металла к определенным типам реакционных центров. Выявлено ведущее значение органических веществ в поглощении Cu (до 28% при загрязнении).

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-4015.2018.5 и Проектной части госзадания № 5.948.2017/ПЧ.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

Голеусов П.В.[1], Малышев А.В.[2]
[1]ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород
[2]ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород
goleusov@bsu.edu.ru

Несмотря на внедрение новых агротехнологий, сводящих к минимуму механическое воздействие на агропочвы, нельзя ожидать даже в среднесрочной перспективе смещение баланса процессов деградации и воспроизводства почв в сторону воспроизводства. Но, вместе с тем, очевидна необходимость обеспечения природосообразных подходов к обеспечению режимов функционирования агропочв – для того, чтобы максимально использовать потенциал их естественного воспроизводства. Для чернозёмной полосы России, где вследствие действия климатических и геоморфологических факторов имеются предпосылки для ускоренной деградации агропочв при использовании традиционных агротехнологий, наиболее целесообразное природоподобное решение – это защита поверхности почвы растительными остатками с минимизацией механического воздействия. Это соответствует технологиям «mini-till» и «no-till». Но опыт их применения пока не позволяет утверждать, что они обеспечивают расширенное воспроизводство почвы – скорее (при многолетнем применении) нормализуют баланс процессов «деградация-воспроизводство», особенно – в отношении органического вещества.

Естественное воспроизводство почв обеспечивается комплексом почвообразовательных процессов, в которых в основную регенерационную функцию выполняют биологические агенты – напочвенная мёртвая органика, живые и отмершие корневые системы растений разных типов, почвенная фауна (особенно – дождевые черви), микробиота. Ни в одной из технологий «щадящего» земледелия не обеспечивается естественное соотношение активности почвенных организмов и естественное профильное распределение их пищи – мёртвого и живого органического вещества. Поэтому наиболее кардинальный и эффективный, проверенный веками, способ обеспечения естественного воспроизводства деградированных агропочв в регионах с высокой скоростью естественного воспроизводства почв (в частности, в ЦЧР) – это перевод их в залежь.

Экономическая ситуация в аграрном секторе России в 1990-2010 гг. привела к появлению значительных площадей залежных земель как в лесных, так и в степных регионах (Люри и др., 2010; Смелянский, 2012). Постагрогенные почвы этих земель стали объектами многочисленных исследований экологов и почвоведов. Основные результаты показали, что эффективное наращивание показателей плодородия происходит лишь в первые десятилетия забрасывания полей, причём наиболее интенсивно воспроизводство происходит в случае очень сильной эрозионной деградации агропочвы (менее 10 см остаточного гумусового горизонта, с припахиванием нижележащего) под разнотравно-злаковой растительностью в условиях лесостепной зоны. Согласно нашим данным (Малышев, Голеусов, 2019), в первые 30 лет воспроизводства почв в Белгородской области линейная скорость морфологической организации постагрогенного гумусового горизонта на сильноэродированном агрочернозёме достигает 0,45-0,55 см/год, при том, что нелинейная («мгновенная») скорость достигает 9 мм/год – в первое десятилетие существования залежи. Дальнейший (после 28-35 лет) прирост мощности постагрогенного горизонта замедляется и начинает соответствовать зональной модели формирования гумусового горизонта чернозёмов лесостепной зоны (Голеусов, Лисецкий, 2009) – наступает стадия «медленного роста». Быстрое воспроизводство морфологического строения гумусового горизонта в первые десятилетия залежного режима обеспечивается реализацией благоприятного варианта почвообразования – аппликативного, на почве-предшественнике, сохранившей морфологическое строение нижней части профиля и имеющей остаточный пул органического вещества в пахотном слое. Достаточно эффективно происходит восстановление и функциональных признаков постагрогенных почв – содержания гумуса (особенно – его лабильной части), подвижных форм азота и фосфора. Это позволяет вернуть регенерированные почвы в систему «щадящего земледелия» через 30-35 лет. Дальнейшее существование залежи также можно считать экономически обоснованным, так как возможно получение продукции – сена, мёда, лекарственных трав, а также выполнения ландшафтно-защитных функций в структуре экологического каркаса аграрных территорий.

В лесной зоне заброшенные поля зарастают древесной растительностью, после короткой стадии олуговения (Люри и др., 2010), и почвенные процессы также начинают соответствовать зональному – лесному типу. В результате после некоторого улучшения почвенных свойств начинается их деградация – вследствие попадания почвенной системы в область действия «плохого аттрактора» (Таргульян, 2013) – формирования элювиального профиля и развития свойств, неблагоприятных для биоты, и, конечно, для урожайности сельхозкультур – при возвращении таких земель в пашню. В историческом плане эту проблему решало подсечно-огневое земледелие, но в нынешних

условиях этот вариант может быть реализован лишь ограниченно. Отметим, что вследствие некоторых климатических изменений, а главное, – в результате прекращения использования балочных систем для сенокошения и выпаса скота, в лесостепной зоне также наблюдается расширение лесопокрытых территорий, но данный процесс нельзя считать неблагоприятным – вследствие острейшего дефицита лесных угодий.

Таким образом, перевод пахотных земель с высокой степенью эрозионного разрушения почвенного профиля в залежь (режим возвратной консервации) целесообразен, по нашему мнению, лишь в чернозёмных областях, где реализуется максимальный на ЕТР потенциал естественного воспроизводства почв (Голеусов, Лисецкий, 2009). В других регионах перевод в залежь агрогено деградированных почв будет иметь преимущественно экологическое значение – в отношении секвестрации атмосферного углерода, формирования экосетей, сохранения и воспроизводства биоразнообразия, и, в меньшей степени, – хозяйственное: расширение лесных, охотничьих ресурсов и т.п.

Следует отметить, что внедрение прогрессивных агротехнологий, достижений селекции, генной инженерии, искусственного интеллекта и, в целом, переход сельского хозяйства к пятому-шестому технологическим укладам, обеспечат рост эффективности сельскохозяйственного производства и гарантированное обеспечение России продовольственной безопасности и выдающийся экспортный потенциал. Это позволит более бережно подойти к национальному земельному фонду, сократить площадь пахотных земель и обеспечить разные способы воспроизводства агропочв, в том числе и в режимах консервации земель – для будущих поколений и как резерв для использования в случае планетарных катаклизмов.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ, проект № 18-05-00093-а.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ НИКЕЛЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Горбунова Н.С.[1], Громовик А.И.[1], Куликова Е.В.[2], Куликов Ю.А.[3]
[1]Воронежский государственный университет, Воронеж
[2]Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Воронеж
[3]ООО «ИнфоБиС», Саратов
vilian@list.ru

Орошение, как частный случай мелиорации почв, направлено на эффективное использование природного потенциала почв. Данное явление

достигается при соблюдении всех экологических требований, а также четким научным обоснованием. Несоблюдение требований может приводить к необратимым явлениям в почвенных процессах и к деградации почвенного покрова в виде переувлажения, уплотненения, оглинивания, ощелачивания, декальцинирования, дегумификации, обезиливании, вторичного засоления. Большинство исследований посвящено изучению орошения почвенного покрова аридных территорий с засоленными почвами. Процессам, происходящим в незасоленных почвах, уделено значительно меньше внимания. Проблеме, посвященной влиянию орошения на содержание, внутрипрофильное распределение, подвижность и возможное накопление тяжелых металлов (ТМ) в черноземах крайне мало.

Из большой группы ТМ был выбран Ni, благодаря своим биогеохимическим особенностям. О роли Ni в живых организмах существует множество противоречивых данных. Очень важно участие Ni во многих биогенных процессах. Но следует отметить, что исследуемый металл также отрицательно влияет на живые организмы – вызывает нарушение в функционировании ядра, приводит к хлорозам и некрозам. Известно, что основным источником поступления Ni в почвах не подверженных техногенному загрязнению, является почвообразующая порода. Геохимической особенностью почвообразующих пород Центрально-черноземного региона является обогащенность их Ni. Как следствие данным элементом обогащены природные источники, вода которых регулярно используется для орошения – непрерывного поступления элемента извне.

Химически Ni малоактивен, но элемент способен интенсивно сорбироваться органическим веществом почв. Так адсорбция Ni гумусом происходит с участием карбоксильных и фенольных групп, в результате реакции образуются хелаты. Помимо этого, Ni как поливалентный металл образует комплексно-гетерополярные соли при взаимодействии с гуминовыми кислотами, которыми обогащены верхние горизонты черноземов. Металл в комплексно-гетерополярных солях входит в анионную часть молекул и не способен к обменным реакциям. Поэтому целью настоящей работы было изучение влияния длительного орошения на основные химические, физико-химические свойства, а также на валовое содержание и подвижные формы соединений Ni в незасоленных черноземах выщелоченных.

Объектом исследования послужили черноземы выщелоченные среднемощные мало- и среднегумусные тяжелосуглинистые, расположенные в Хлевенском районе Липецкой области. Почвообразующими породами являются покровные карбонатные тяжелые суглинки и глины. Исследовались три участка – залежь, пашня без орошения и орошаемая пашня (площадь участка 250 га). Орошение производится в течение 25 лет дождевальными установками «Фрегат» по типу радиального полива. Поливная норма – 250

$м^3$/га. На участках закладывались почвенные разрезы, вскрывающие почвообразующую породу. Отбор почвенных образцов проводился через каждые 10 см (0-10, 20-30…140-150 см). В почвенных образцах определялись основные химические и физико-химические показатели по общепринятым методикам. Валовое содержание Ni определяли методом спекания почвы с карбонатом натрия, дальнейшей обработкой HNO_3 (1:1) и H_2O_2 (конц.). Его обменные соединения определяли в вытяжке ацетатно-аммонийного буфера (ААБ, pH = 4,8) в соотношении почва раствор 1:10. Химическому анализу подвергалась и поливная вода. Определенна общая минерализация поливной воды и ее ионный состав: HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, рассчитано отношение катионов Ca^{2+}/Mg^{2+}. В поливной воде определялось содержания Ni. Конечное определение металла проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре КВАНТ–Z.ЭТА, чувствительность определения 0,01 мкг/л, неопределенность измерения 4 %. Вариационно-статистическая обработка проводилась с использованием программы Microsoft Excel.

Используемая хозяйством вода для орошения, согласно группировке природных вод по степени минерализации, относится к пресным, поскольку величина солей плотного остатка составляет 0,4 г/л. Ионный состав поливной воды – гидрокарбонатно-кальциевый, среднее содержание катионов Ca^{2+} достигает 2,6 смоль(экв)/кг, в то время как количество Mg^{2+} и Na^+ не превышает 1,0 и 1,1 смоль(экв)/кг. Среди анионов доминирует HCO_3^- (3,1 смоль(экв)/кг), а содержание Cl^- и SO_4^{2-} составляет 0,8 и 0,9 смоль(экв)/кг соответственно. Количество Ni в поливной воде составляет 0,017 мг/л, что почти достигает значения ПДК = 0,02 мг/л. Вода, используемая для полива, по своему солевому составу обладает благоприятными химическими характеристиками для орошения всех сельскохозяйственных культур, но содержание Ni в ней близко к критическому.

Длительное орошение изучаемых черноземов выщелоченных привело к изменениям морфологического строения почвенного профиля, так увеличилась мощность гумусового профиля (А + АВ) в среднем на 13 см (по сравнению с фоновым участком). Границы перехода между горизонтами стали еще более постепенными и размытыми. В результате интенсивного сельскохозяйственного использования, сопровождаемого орошением, происходит уменьшение процентного содержания гумуса. Происходит усиление минерализации органического вещества и его перераспределение в профиле почв при орошении. На это указывает заметно большее содержание гумуса в слоях 60-70 см в орошаемом черноземе по сравнению с залежным участком. Кривая профильного распределения органического вещества орошаемых черноземов характеризуется растянутостью и более плавным снижением содержания гумуса, чем в почвах фонового участка.

В почвах залежного участка величина гидролитической кислотности составляет 1,3 смоль(экв)/кг почвы. В орошаемых черноземах количество

обменного водорода возрастает до 3,4 смоль(экв)/кг почвы. В орошаемых черноземах обменный H^+ проникает в более глубокие слои почвенного профиля и достигает глубины 70-80 см по сравнению с залежными участками. Известно, что H^+ гидролитической кислотности является pH зависимой величиной, а подкисление орошаемого чернозема связанно с более интенсивными процессами выщелачивания карбонатов, которые усиливаются при сельскохозяйственном использовании почв. Максимальное содержание обменного Ca^{2+} отмечается в верхнем 0-10 см слое залежи, в орошаемом черноземе его меньше. Данное явление объясняется связью обменных катионов с гуминовыми кислотами, которых больше в почвах фонового участка. Содержание обменного Mg^{2+} в почвах различных угодий мало отличается между собой, что связанно с подтиповой особенностью выщелоченных черноземов. В процессе сельскохозяйственного использования черноземов происходит изменение основных химических и физико-химических свойств почв в сторону их ухудшения. Но, поскольку черноземы обладают высокой буферностью, данные изменения не привели к их полной деградации.

В верхнем 0-10 см слое черноземов орошаемого участка отмечается большее количество Ni, чем в черноземах залежи. Данное явление связано с поступлением элемента с оросительными водами. Вниз по профилю происходит постепенное снижение содержания металла, а с глубины 80-90 см количество элемента вновь начинает увеличиваться и достигает максимального значения в почвообразующей породе. Обогащенность никельсодержащими минералами лессовидных пород, на которых сформировались исследуемые почвы, объясняется особенностями геохимической провинции данного региона, в пределах которой предположены богатые месторождения Ni.

Как и для валового содержания, наибольшее количество обменных форм соединений металла отмечается в орошаемых почвах. Кривая профильного распределения обменной формы Ni имеет аккумулятивный характер с максимумом содержания в верхнем слое (1,29 мг/кг) и постепенным снижением вниз по профилю. Такое поведение элемента на орошаемом участке объясняется регулярным поступлением его с оросительными водами. В залежных участках профильное распределение Ni также носит аккумулятивный характер, но концентрация элемента меньше. Явление объясняется биогенной аккумуляцией Ni, которая характерна как для валового содержания, так и для подвижных соединений металла. Согласно полученным нами данным Ni в изучаемых черноземах имеет невысокую степень подвижности.

Таким образом, длительное орошение черноземов выщелоченных привело к увеличению мощности гумусового профиля, границы перехода между горизонтами стали размытыми, но процентное содержание гумуса в

орошаемых почвах падает по отношению к залежи вследствие повышенной минерализации органического вещества и в результате процессов его перераспределения. В условиях орошения происходит заметное увеличение катионов H^+, что связанно с явлением декарбонатизации и подкислением реакции почвенного раствора. Выявлено, что максимальное количество Ni отмечается в верхнем горизонте орошаемых черноземов за счет регулярного поступления металла с поливными водами. Что касается профильного распределения валового содержания Ni, то отмечается два максимума: первый – в верхнем горизонте, за счет образования прочных органоминеральных комплексных соединений никеля с органическим веществом и второй – на уровне залегания почвообразующих пород, минералогический состав которых характеризуется наличием никелесодержащих минералов. Кривая профильного распределения обменной формы Ni имеет аккумулятивный характер с максимумом содержания в верхнем слое и постепенным снижением с глубиной.

Валовое содержание Ni и его обменных соединений во всех изучаемых черноземах не превышают ПДК, что говорит об отсутствии загрязнения почв данным элементом. Черноземы, являясь высокобуферными почвами, обладают хорошей устойчивостью к внешним воздействиям, осуществляют стабилизацию многих ТМ, в том числе и Ni. Стабилизация ТМ в почве является важным процессом, поскольку выполняет протекторные функции в результате перехода загрязняющих веществ в малоподвижные и малодоступные формы. Но достаточно высокое содержание металла в поливной воде может со временем вызывать накопление элемента в почвенном покрове. Поэтому необходим регулярный контроль содержания Ni как в поливной воде, так и в почвенном покрове.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Елькина Г.Я., Лаптева Е.М., Лиханова И.А., Холопов Ю.В.
Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар
elkina@ib.komisc.ru

В сельскохозяйственное освоение на территории Республики Коми (РК) вовлекались в основном подзолистые суглинистые почвы, формирующиеся под пологом хвойных и хвойно-лиственных лесов водоразделов. Эти почвы отличаются низким естественным плодородием. Окультуривание таких почв в условиях Севера занимает длительный период и требует значительных затрат.

В результате экономического кризиса начала 90-х годов прошлого столетия значительные площади пахотных, сенокосных и пастбищных угодий

РК перестали использоваться сельскохозяйственными предприятиями и начали зарастать травянистой и древесной растительностью. В почвах активизировались процессы постагрогенной трансформации, направленной на восстановление естественного профиля почв. В связи с этим актуальным становится изучение тренда и интенсивности изменения параметров почвенного плодородия почв после перехода пахотных угодий в стадию залежи с тем, чтобы определить пути их дальнейшего рационального землепользования, возможности возврата в сельскохозяйственное использование.

Целью наших исследований было изучить гумусовое состояние залежных земель на разных стадиях самовосстановительной сукцессии.

Наблюдения за самозарастанием пахотных угодий и трансформацией почв в постагрогенных экосистемах проводили в 2012-2018 гг. на бывших сельскохозяйственных угодьях Сыктывдинского района РК. Основным объектом исследования послужили участки пашни, выведенные из сельскохозяйственного оборота в начале 90-х гг. прошлого столетия. Анализы почв выполнялись в лаборатории отдела почвоведения и в Экоаналитической лаборатории Института биологии. Содержание гумуса определяли по Тюрину, фракционно-групповой состав гумуса – методом Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой.

Нами было выделено несколько типов и стадий зарастания, обусловленных исходным состоянием пахотных угодий, продолжительностью постагрогенной демутации, близостью расположения лесного массива и в значительной мере использованием залежи. Продолжительность процессов трансформации залежей измеряется десятками и первыми сотнями лет. В течение этого периода в профиле присутствуют как признаки агрогенной стадии, так и вновь приобретенные в процессе постагрогенного восстановления. В почвах на первых этапах демутационной сукцессии, как показали наши исследования, в основном сохраняются признаки, присущие пахотным аналогам. Вместе с тем в верхней части старопахотного слоя формируется серогумусовый (дерновый) горизонт Pwpa мощностью 3-5 см. В соответствии с принципами классификации и диагностики почв России почвы отнесены к агродерновым-подзолистым постагрогенным на моренном суглинке.

На залежи, сформировавшейся на посевах многолетних трав, при условии косьбы (в последние годы периодической) более 25 лет сохраняется луговая стадия зарастания. Плотный травяной покров и кошение препятствуют внедрению древесной растительности. Залежные участки, выведенные из оборота после однолетних и пропашных культур, зарастают березовыми и ольховыми молодняками. Появление древесных пород происходит со временем и на участках после многолетних трав. В реградированном пахотном горизонте под молодым лесом заметна потеря

структуры, что обусловлено снижением роли травянистой растительности, развитие которой сдерживается древесным пологом.

Изменившийся характер растительных остатков в отсутствии обработки, органических удобрений и поддерживающего известкования приводит к трансформации гумусового состояния почв. Максимальное содержание углерода (2.2-2.9 %) в залежных почвах приходится на горизонт Pwpa, различия с прилегающими к нему слоями составляют 1.5-2 раза, а с нижней частью ранее обрабатываемого горизонта – 3-4 раза.

Специфичность гумусообразования на стадии залежи приводит к изменению качественных его характеристик. В период интенсивного ведения сельского хозяйства при систематическом применении органических удобрений и известковании гумус в пахотном слое суглинистых подзолистых почв характеризовался фульватно-гуматным характером. Обогащение почвы двухвалентными катионами в результате известкования повышало количество гуминовых кислот, предположительно связанных с кальцием – ГК-2. Трансформация качественного состава гумуса шла в направлении увеличения содержания гуминовых кислот в составе комплексных соединений с полуторными оксидами и глинистыми минералами. В почве наряду с процессами деструкции органического вещества шел синтез прочносвязанных гуминовых кислот. При отсутствии мероприятий, направленных на поддержание плодородия в почвах начинаются процессы деградации пахотных почв.

Наиболее высокое содержание гуминовых и фульвокислот в постагрогенных почвах, также как и углерода, приходится на серо-гумусовый горизонт. Гумус дернового горизонта на луговой стадии, а также на начальном этапе зарастания древесными породами сохраняет гуматно-фульватный характер (Сгк/Сфк от 0.69 до 0.83). При этом количество фульвокислот в дерновом горизонте молодого леса значительно выше, чем в таковом на луговой залежи. В остальной толще реградированного горизонта происходит увеличение доли фульвокислот, гумус приобретает фульватный характер (Сгк/Сфк 0.458). На луговой залежи гуматно-фульватный характер сохранятся в верхней части ранее обрабатываемого горизонта до глубины 10-20 см, ниже он также становится фульватным. Среди гуминовых кислот сокращается доля ГК-2, в слое 3-10 см количество их составляет всего 0.011%. В почвах залежных участков, особенно при зарастании древесными породами идет формирование наиболее устойчивого в данных биоклиматических условиях типа гумуса. В прилегающем лесном массиве соотношение Сгк/Сфк в горизонте A2h, который вовлекается в обработку при освоении, составляет 0.509.

Формирующийся на луговой залежи в результате современных процессов дерновый горизонт имеет более высокое содержание не только углерода, но и азота (0.55%), чем остальная толща ранее обрабатываемого

горизонта. Различия составляют 3-6 раз. При этом относительное количество углерода в нем возрастает более интенсивно, о чем свидетельствует соотношение C/N. Его величина в серогумусовом горизонте составляет 11.1:1, тогда как в другой части бывшего пахотного горизонта – 9.4:1-9.8:1.

При зарастании березой в обособившемся в верхнем части пахотного слоя дерновом горизонте содержание азота и углерода также больше, чем в остальной его толще. Судя по соотношению C/N (12.1:1) формирующееся органическое вещество обеднено соединениями азота еще в большей мере, чем в почве с луговой стадией зарастания. По насыщенности органического вещества азотом постагрогенные почвы постепенно приближаются к почвам из-под леса, которые были освоены под пашню. В целинном аналоге (подзолистая почва на моренном суглинке под лесом) соотношение C/N составляет 18.7:1 в A2h и 12.3:1 в A2B1. Если на сельскохозяйственном этапе происходило обогащение органического вещества почв соединениями азота, то после перехода пахотных почв в залежь наметилась тенденция к их постепенной потере. Причины изменений, помимо агротехнических, связаны с последовательной трансформацией растительных сообществ, с изменением микрофлоры и интенсивности микробиологических процессов.

Выводы

1. Почвы постагрогенных экосистем на первых этапах в основном сохраняют признаки, присущие агроземам.
2. Обособившийся в верхней части ранее обрабатываемой толщи серогумусовый горизонт отличается более высоким содержанием углерода, азота, двухвалентных катионов, менее кислой реакцией среды.
3. Специфичность гумусообразования на стадии залежи приводит к изменению качественного состава органического вещества. Гуматно-фульватный характер сохраняется только в верхних слоях реградируемого горизонта, в нижней части стапропахотного горизонта он приобретает фульватный характер. Органическое вещество почв залежи обедняется азотом. Эти процессы усиливаются на древесной стадии зарастания.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 18-8-49-17 «Продуктивность сельскохозяйственных культур и ее связь с особенностями трансформации и стабилизации органического вещества в пахотных угодьях европейского Северо-Востока (на примере средней тайги Республики Коми)» Комплексной программы УрО РАН.

ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ СУХОСТЕПНЫХ ПОЧВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ИХ ПЛОДОРОДИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Ильина Л.П., Сушко К.С.
Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону,
iljina@ssc-ras.ru

В современный период аридные и субаридные территории юга России характеризуются развитием процессов деградации, которые обусловлены длительным периодом их сельскохозяйственного использования и высокой экологической уязвимостью, что в совокупности с климатической изменчивостью последних лет способствует снижению продуктивности биоценозов и потери плодородия почв. В условиях сухой степи скудное увлажнение положительных элементов поверхности в сочетании со значительным промачиванием отрицательных форм рельефа является основной причиной высококонтрастной структуры почвенного покрова и интенсивной дифференциации сопряженной с ней растительности (Минкин и др., 1986; Ильина и др., 2014, Ильина, Сушко, 2018). На юге России естественные ландшафты сухостепной зоны оказались практически полностью уничтожены вследствие распашки земель для сельскохозяйственного использования. Сохранившиеся ландшафты с растительным покровом, который характеризуется видовым разнообразием, высокой продуктивностью и богатым травостоем интенсивно эксплуатируются человеком как пастбища, реже как сенокосные угодья.

Деградация почв, связанная с опустыниванием, относится к наиболее интенсивным и широко распространенным негативным процессам на засушливых территориях юга России и в основном на 87% обусловлена нерациональным использованием природных ресурсов и только 13% – природными условиями (Проблемы деградации, 2007). В Ростовской области процессы опустынивания земель получили широкое распространение в восточных районах: Орловском, Зимовниковском, Дубовском, Ремонтненском, где ими охвачено более 50% территории. Основные площади опустыненных сельхозугодий: эродированные – более 3 млн. га, дефлированные – около 1 млн. га и засоленные – около 0,5 млн. га. (Безуглова и др., 2015).

Высокая антропогенная нагрузка на почвенный покров сухостепных ландшафтов приводит к развитию различных деградационных процессов – дегумификации (потеря гумуса и уменьшение мощности гумусового горизонта), эрозии, дефляции, слитизации, вторичного засоления и осолонцевания (при орошении водами повышенной минерализации) и др.

(Ильина, Калиниченко 2014; Сушко и др., 2015). В связи с этим актуальным является оценка степени деградации сухостепных почв в современных условиях землепользования.

Исследования проводили в 2009 – 2017 гг. в долине Маныча (Кумо-Манычская депрессия, 46°28' с.ш. и 42°40' в.д.) на территории Орловского района Ростовской области (охранная и заповедная зоны Государственного природного заповедника «Ростовский»), на базе Научно-экспедиционного стационара «Маныч» Южного научного центра РАН. Для определения степени деградации почв были заложены ключевые участки, охватывающие всю территорию исследования, на них выполнены анализы интегральных почвенных показателей, отражающих плодородие почв (содержание гумуса, мощность гумусовых горизонтов, плотность, количество агрономически ценных агрегатов и др.). Для ранжирования территории по степени деградации почв использовалась шкала Харрингтона (Закруткин, Шишкина, 1993), на основе которой было выделено пять зон деградации почв под влиянием хозяйственной деятельности с различным весом показателя: очень высокий, высокий, средний, ниже среднего, низкий. Ранжирование показателей выполнялось методом линейной интерполяции. Интегральная оценка района исследования относительно антропогенного воздействия включала оценку 6 групп факторов (28 составляющих) с различными показателями: сельскохозяйственную, промышленную, транспортную, демографическую и рекреационную нагрузки на исследуемые земли, а также экологические факторы состояния природной среды (Закруткин, Шишкина, 1993). В результате выполненной интегральной оценки было выделено пять почвенных зон с разной степенью деградации: не деградированные, слабо деградированные, средне деградированные, сильно деградированные и очень сильно деградированные.

В настоящее время в охранной зоне заповедника «Ростовский» разрешен выпас животных, однако выявлено, что нерегулируемая и несоответствующая нормам пастбищная нагрузка приводит к изменению растительного покрова и потере плодородия сухостепных почв. При возрастании пастбищной нагрузки в растительном покрове степные коренные сообщества замещаются рудеральными с доминированием мятлика *Poabulbosa* L., а также эфемеров и гемиэфимеров, при этом площадь проективного покрытия, высота травостоя и надземная фитомасса уменьшаются. Проведенными исследованиями установлено, что влияние выпаса на почвы в первую очередь отражается на показателях, характеризующих плодородие. В градиенте возрастания пастбищной нагрузки почвы подвергаются интенсивному иссушению в связи с изреженностью растительного покрова, а также деградационным изменениям: уплотняются верхние горизонты, при этом значение плотности практически может соответствовать этому показателю в солонцеватом

горизонте (1,37 г/см^3), существенные изменения в структуре происходят на агрегатном уровне – содержание агрономически ценных агрегатов уменьшается и происходит формирование столбовидных, призмовидных и плитчатых образований. Полученные данные свидетельствуют о физической деградации почвенной структуры при интенсивном выпасе, что подтверждается динамикой коэффициента структурности, который снижается в пастбищных почвах до 0,6–0,8. Почвы пастбищ с сильной степенью нагрузки характеризуются низким содержанием гумуса (не более 1,5 %) и его запасами (53–68 т/га). В связи с этим необходимо принятие срочных мер по рациональному использованию почв и строгому контролю за соблюдением условий оптимальной пастбищной нагрузки при выпасе сельскохозяйственных животных.

Пространственный анализ распределения почв по степени деградации показал, что недеградированные почвы распространены на заповедных участках «Стариковский» и «Краснопартизанский» (S=9560,0 га), именно там еще сохранились целинные каштановые почвы и сухостепные почвенные комплексы с ними. Растительный покров представлен типичными разнотравно-злаковыми ассоциациями с высоким видовым разнообразием и проективным покрытием до 80%. Выявлено, что не деградированные почвы встречаются на островах Водный и Горелый, где полностью отсутствует антропогенная нагрузка. Остров «Водный» входит в состав заповедного участка «Островной» и расположен в северо-западной части озера Маныч-Гудило. Уникальность этой территории состоит в том, что здесь сохранились природные ландшафты, которые представляют собой эталоны сухих степей, а также на острове более полувека обитает табун диких лошадей. На основании проведенных работ можно сделать вывод, что на острове в местах водопоя и интенсивного выпаса свободноживущего табуна диких лошадей почвы сильно сбиты и подвержены дефляции. В целом, на удаленных от выпаса участках сохранились не деградированные сухостепные почвы.

Слабо деградированные почвы (S=14660,0 га) характеризуются слабым проявлением процессов дегумификации, дефляции и водной эрозии. Естественная растительность представлена слабо нарушенной умеренно-сухой дерновинно-злаковой степью. Распространены луга остепненные житняково-типчаковые с примесью разнотравья. На участках с такими почвами введено ограничение сельскохозяйственной деятельности вплоть до временного изъятия этих земель из землепользования.

Массивы средне деградированных почв (S=195121,0 га) сосредоточены в охранной зоне заповедника «Ростовский» и характеризуются различными типами ведения сельскохозяйственной деятельности (склоновые ландшафты с с/х угодьями, земли с/х использования; выпас КРС и овец; развитие орошаемого земледелия). В почвах проявляются процессы дефляции, осолонцевания, а также дегумификации. Несмотря на то, что степень их

проявления не является интенсивной, развитие этих процессов в будущем может существенно снизить их плодородие. Естественная степная растительность представлена сухой дерновинно-злаковой степью. Преобладают растительные сообщества: житняково-типчаковые с примесью разнотравья в комплексе полынью солончаковой и ромашником на солонцах.

Сильно деградированные почвы (S=11473,0 га) приурочены к местам интенсивной антропогенной нагрузки, склоновым агроландшафтам, подверженным процессам ветровой и водной эрозии, а также к почвам, потерявшим значительную часть гумусового горизонта вследствие сильной пастбищной нагрузки. Естественная растительность представлена небольшими ареалами сухой полынно-дерновинно-злаковой степи. Отмечается преобладание растительных сообществ с рудеральными видами, мало поедаемыми животными, при этом много сбитых участков с изреженным травостоем (проективное покрытие 40%).

Очень сильно деградированные почвы (S=8923,4 га) занимают значительные площади на юго-востоке исследуемой территории, где они интенсивно используются для выпаса овец и КРС (пастбищная нагрузка значительно превышает допустимые нормы выпаса), к ним относятся участки вблизи кошар, сильносмытые склоновые почвы, засоленные участки с преобладанием солонцов и солончаков. Естественная растительность отсутствует. В растительных сообществах преобладают рудеральные и инвазионные виды, видовое разнообразие низкое, встречаются сильно сбитые участки без растительности или с изреженным растительным покровом, проективное покрытие менее 30%. При данной степени деградации интегральные показатели плодородия почв (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, запасы гумуса) по сравнению с эталонными (целинными) почвами снижены в 2,4 раза.

Таким образом, в результате выполненных исследований выявлено, что на долю средне деградированных почв приходится 40% исследуемой территории, сильно деградированные и очень сильно деградированные почвы занимают 32%, слабо деградированные 18% и участки с целинными (ненарушенными) почвами составляют всего лишь 10%.

В сложившейся ситуации необходимо разрабатывать перспективные агротехнологии восстановления деградированных земель на основе почвозащитных систем обработки почвы, использования агротехнических приемов и методов мелиорации, введение в структуру посевных площадей многолетних трав, создания лесополос и др. Для всех сухостепных почв, используемых при выпасе, необходим строгий контроль по соблюдению оптимальной пастбищной нагрузки, состоянию показателей почвенного плодородия и сохранению продуктивности фитоценозов в условиях недостаточного увлажнения.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ

Казеев К.Ш.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
kamil_kazeev@mail.ru

В степной зоне Европейской территории России агрогенное использование почв привело к практически полному преобразованию целинных черноземных степей. В лучшем случае в качестве природных территорий исследуют имеющиеся залежи разного возраста и пастбища разной степени дигрессии. В Ростовской области и Краснодарском крае остались единичные небольшие участки с разнотравно-ковыльной растительностью, занимающей ранее большую часть территории и сформировавшую самые плодородные почвы мира – черноземы. Оставшиеся участки в большинстве своем находятся на склонах с разной степенью экспозиции или в аридных животноводческих районах в угнетенном состоянии, связанном с дигрессией. Водораздельных участков с нетронутыми ландшафтами практически не осталось, а ведь только сравнивая с ними можно осуществлять экологический мониторинг агроладшафтов. Заповедник «Ростовский» находится в переходной зоне от степей к сухим степям с черноземами южными и каштановыми почвами. Его территория ранее подвергалась высокой антропогенной нагрузке. В Краснодарском крае с самыми плодородными почвами на Земле – предкавказскими черноземами вообще нет значительных степных целинных территорий. Поэтому возникают большие сложности при исследовании воздействия антропогенных факторов на степные ландшафты, так как практически не осталось эталонных участков, с которыми могли бы сравниваться антропогенно измененные ландшафты. В качестве эталонов приходится привлекать редкие залежные участки, участки под старыми кладбищами, военными полигонами и аэродромами. В качестве эталонов черноземов обыкновенных в Ростовской области используют ООПТ «Персиановская степь» (Октябрьский район), «Приазовская степь» (Мясниковский район), Ботанический сад Южного федерального университета и ряд других. ООПТ «Приазовская степь» в меньшей степени подходит для эталонного сравнения с антропогенно измененными почвами по сравнению с «Персиановской степью». Связано это с тем, что хотя он не пашется в течение последних 80 лет, биоразнообразие этого участка до сих пор полностью не восстановлено и уступает участку изначально целинному памятнику природы «Персиановская степь». Этому способствуют и малый размер «Приазовской степи» – около 2,4 га (66 на втором участке) и низкое содержание гумуса в почвах – около 3-4% (6-7% в Персиановской степи). Черноземы обыкновенные Ботанического

сада ЮФУ являются типичными для обширной территории почвами. Поэтому мониторинговые исследования и модельные эксперименты, проводимые здесь, являются репрезентативными для большей части юга России.

Одной из глобальных проблем современного мира является продовольственная проблема. Эта проблема состоит в дефиците продуктов питания, необходимых для нормального развития человечества. Решение этой глобальной проблемы обеспечения продуктами питания непосредственно связано с хозяйственной деятельностью человека и плодородием почв. Интенсивное землепользование должно быть обоснованным с рациональной позиции и поддерживать или обеспечивать улучшение потенциального плодородия почв. Черноземы занимают около 8% площади страны, они наиболее разнообразны на Европейской части России. Плодородие черноземов зависит не только от природных факторов (водной и ветровой эрозии, засоления и подтопления), но и от техногенных воздействий, таких как загрязнения тяжелыми металлами и металлоидами, типа обработки поверхности почвы, наличия и ротации сельскохозяйственных культур и многих других агротехнических факторов. В последние два десятилетия наблюдаются значительные потери ценных плодородных земель за счет интенсивного перевода пахотного фонда под различные виды строительства, причем очень часто по упрощенной процедуре. Следует отметить также повсеместные нарушения в обращении с плодородным слоем, который часто не складируется, а засыпается мусором и строительными отходами. В настоящее время в РФ сложилась крайне тяжелая ситуация с охраной и воспроизводством почвенного плодородия, зачастую ведется почворазрушительное земледелие. Выход из создавшейся ситуации возможен при условии перехода на адаптивную эколого-ландшафтную систему земледелия.

При возделывании сельскохозяйственных культур в большинстве регионов мира, в том числе и в России, в большинстве случаев используют технологию отвальной вспашки, которая обеспечивает более быстрое решение доступности элементов питания растений, плотности почвы и, как следствие, быстрого возвращения вложений в технологию. Вместе с тем, применение традиционной технологии имеет отрицательное воздействие как для биологического состояния почв, так и для водно-физических свойств почвы, которая в течение осеннего и зимнего периода часто лишена растительности, снижается влажность почвы, происходит нарушение функционирования почвенной биоты. Последствия этих процессов – водная и ветровая эрозия, образующаяся почвенная корка препятствует всходам растений и нарушает микроклимат посевов, наблюдается смыв питательных веществ, уменьшается содержание органического вещества, что приводит к потере структуры почвы и выделению CO_2. В процессе обработки различными агротехническими орудиями и воздействия давления

сельскохозяйственных машин структура почв разрушается и образуется так называемая «плужная подошва», а из-за повышения эмиссии CO_2 повышается парниковый эффект.

В последнее время для ресурсосбережения в качестве альтернативы отвальной вспашки предлагается плоскорезная, чизельная, минимальная и другие виды основной обработки. Вместе с тем данные об их влиянии на продуктивность, свойства почвы, почвозащитную способность, а также экономическую и экологическую эффективность противоречивы. Многие авторы считают «нулевую» обработку почвы – No-Till –почвозащитной и энергосберегающей. Преимущества нулевой технологии состоят, прежде всего, в экономической выгоде для сельскохозяйственного предприятия: экономия ресурсов в виде затрат на обработку почвы, сохранение плодородного слоя почвы за счет покрытия растительными остатками, снижение или устранение эрозии почвы, накопление запаса влаги в почвах; улучшение показателей продуктивности почв (урожайности культур, качества зерна). Вместе с тем, для восстановления баланса нарушенных почвенных процессов необходим переходный период, продолжительность которого зависит от многих факторов, но в большинстве случаев в это время происходит снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур и, как следствие, рентабельности производства. Кроме этого, для перехода на технологию прямого сева требуется практически полное перевооружение технического парка предприятий, что также ложится на экономику переходного периода. Применение технологий без оборота пласта должно привести к накоплению на поверхности почвы растительных остатков от предшествующих культур, что является фактором защиты почвы от водной и ветровой эрозии, а также защитой от потери влаги при испарении.

Биологические показатели часто используются как чувствительные индикаторы плодородия почв при разных системах землепользовании и степени ее деградации при антропогенных воздействиях. Несмотря на длительные поиски, до сих пор не найдено какого-либо одного показателя, исследуя который можно было бы сделать вывод о биологическом состоянии почвы в целом. Биологическая диагностика почв является важной составляющей как локального, так и глобального мониторинга. Также как и другие среды обитания, почву исследуют с помощью биологических показателей. Микробное разнообразие и биохимические показатели – важные индикаторы состояния почвы, поскольку они вовлечены в разложение органических веществ и поддержание устойчивого функционирования почв. Большая сложность в использовании большинства биологических показателей связана с их значительной пространственной и временной изменчивостью. Многие исследователи биологических параметров почв сталкивались с проблемой, когда выводы, сделанные по данным, полученным в разные годы (сезоны, месяцы и даже дни), противоречили друг

другу. Варьирование биологических показателей требует большого числа повторностей как полевых, так и аналитических.

Методология оценки эколого-биологического состояния почв изложена ранее. Выбор показателей эколого-биологического состояния почв проводится в зависимости от целей и задач исследования, вида антропогенного воздействия на почву, имеющейся лабораторно-аналитической базы, подготовки персонала и других критериев. По значениям наиболее информативных показателей биологического состояния почв рекомендуется определять интегральный показатель эколого-биологического состояния почвы. Профильно-генетический подход предусматривает оценку биологической активности не только верхних горизонтов почв, а всего генетического профиля (горизонты А+В).

Была проведена оценка и определена область применения биологических методов в биодиагностике и биомониторинге почв. Был проведен сравнительный анализ используемых показателей, выявлены наиболее информативные из них, определены перспективы их использования. В большинстве случаев максимум численности организмов и биологической активности приурочен к поверхностным горизонтам почв независимо от их типа. Однако, при неблагоприятных значениях факторов среды (температуры, влажности, плотности и др.) возможны инверсии, когда повышенная биогенность может проявляться в нижележащих горизонтах. Колебания показателей биологических свойств в нижней части профиля гораздо менее существенны, чем в верхней. Поэтому обычно достаточно исследования верхней части профиля, для которого характерны наибольшие колебания гидротермических условий. Однако, исследование только верхних горизонтов почв, без учета всего почвенного профиля, не позволяет сравнивать почвы между собой корректно. В результате накопленного опыта для проведения диагностики плодородия, экологического состояния и устойчивости почв к агрогенному воздействию можно рекомендовать методы ферментативной диагностики.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОУГЛЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В КАЧЕСТВЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Карпенко Т.Ю.[1,2], Семаль В.А.[1,3]
[1]Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ, Владивосток
[2]Институт химии ДВО РАН, Владивосток
[3]ФНЦ Биоразнообразие ДВО РАН, Владивосток
karpenkotu@ich.dvo.ru

Развитие земледелия во многом зависит от сохранности природных ресурсов, в первую очередь основного средства производства – почвы.

Наибольшего внимания требуют к себе участки, перешедшие из естественного состояния в агроландшафты. Поиск новых технологий, при которых обработка почвы становится минимальной, а усвоение углерода, азота и других полезных компонентов внутри почвенных циклов увеличивается, является актуальным для современного сельскохозяйственного производства и называется низкоуглеродное земледелие.

Целью работы является изучение влияния внесения биоугля на изменение показателей химических свойств агропочв Дальневосточного региона, Приморского края.

В работе были исследованы почвы Приморской овощной опытной станции – филиала Федерального центра овощеводства прибрежной агроклиматической зоны с. Суражевка, с дренажем и без дренажа. Были получены данные по оценке плодородия, которое определялось по комплексному агрохимическому показателю (КАП), в сокращенном варианте: содержание гумуса (в %), подвижных форм азота, фосфора, калия (мг/кг) и кислотности почв, выраженной через pH водной и pH солевой суспензий. Агроземы текстурно-дифференцированные (по гранулометрическому составу) являются глинами легкими в пахотном горизонте и глинам средними в текстурных горизонтах, где дренажная система немного улучшает структуру почвы, так как содержание устойчивых микроагрегатов в почве увеличивается. Почвы обладают водопрочной и достаточно водопрочной структурой. Дренаж улучшает аэрацию, система различного вноса удобрений влияет на гидрофизические свойства почв, особенно в естественных условиях (без дренажа). По кислотно-щелочным свойствам почвы имеют слабокислую реакцию среды в верхних горизонтах и среднекислую в нижележащих. В системе с дренажем pH имеет более низкие значения. По содержанию органического вещества почвы являются слабогумусированными (от 2,04 до 3,63% AP, от 0,2 до 1,55% EL).Основной интерес для наших исследований представляло содержание базовых питательных элементов КАП (азот, фосфор и калий) в пахотных горизонтах в системах с дренажем и без дренажа. Внесение удобрений в системы без дренажа значительно увеличивает содержание гумуса в пахотных горизонтах, наибольшее значение достигается при внесении органо-минеральных удобрений. В системе с дренажем наибольшее значение достигается при внесении минеральных удобрений. Содержание нитратного азота является достаточным (по КАП), в системе с дренажем его количество увеличивается (от 12 до 17,28 мг на 100 г почвы). Максимальное количество азота (55,65 мг на 100 г почвы) достигается при внесении минерального удобрения в почву вне зависимости от наличия дренажа. Подвижные формы фосфора присутствуют только в пределах агрогенного горизонта (в верхнем горизонте AP (77,16 и 38,98) и в два раза ниже в элювиальном (0,19 и 0,85 мг

на 100г почвы) и практически исчезают в иллювиальных горизонтах. Внесение удобрений в почву с дренажем увеличивает содержание подвижных форм фосфора более чем в четыре раза. Обеспеченность обменным калием высокая в пахотном горизонте (200 мг/кг), в почвах без дренажа и приближается к оптимальному КАП (140 мг/кг) в дренажной системе. Содержание обменного калия в нижележащих горизонтах выше минимального значения для данных почв.

Добавка биоугля проходила по схеме: контроль, 1 кг, 3 кг в дренажной и бездренажной системе. Показано, что внесение биоугля улучшает водно-физические свойства почв, химические свойства почв, увеличивается pH почв (снижается кислотность). Значения гумусированности почвы увеличиваются более чем в 2 раза, соответственно, от 3,43 до 6, 64% гумуса.

Содержание нитратного азота характеризуется как очень низкое как с добавкой 1кг биоугля, так и с максимальной – 3кг (от 0,03 до 0,7 мг на 100г почвы) и скорей всего связано со временем отбора образцов, то есть с окончанием вегетационного периода. Вероятно, по этой же причине, почвы имеют очень низкие значения подвижного фосфора (от 1 до 16,09 мг на 100г почвы), за исключением образцов на дренажных участках с органическим удобрением и добавкой биоугля 1кг и минеральным удобрением и добавкой биоугля 1кг. Высокие значения подвижного фосфора на этих участках, возможно, связаны с неравномерным внесением как удобрений, так и биоугля.

В дальнейшем планируется исследование годового цикла элементов КАП для получения рекомендаций по рациональному землепользованию данных территорий.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В ДЛИТЕЛЬНОМ МНОГОФАКТОРНОМ ОПЫТЕ С УДОБРЕНИЯМИ НА КУЛЬТУРЕ ЧАЯ В СУБТРОПИКАХ РФ

Козлова Н.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства
и субтропических культур, Сочи
agro-pochva@vniisubtrop.ru

Разработка имитационно-прогнозных динамических моделей плодородия и общего состояния почв агроэкосистем является актуальным направлением исследований. В основе таких работ лежит количественная оценка изменений структурно-функциональных свойств почв при заданном

начальном значении (или неизмененном фоновом показателе) и заданной интенсивности воздействия в конкретном временном масштабе. Наиболее корректным при этом является использование данных многоплановых комплексных исследований на базе специальных полевых опытов, позволяющих обеспечить необходимое информационное обеспечение: объем, точность и упорядоченность исходной информации, что в решающей степени будет определять адекватность модели.

Уникальные почвенно-климатические условия влажных субтропиков Черноморского побережья Краснодарского края определили возможность промышленного возделывания чая в России. Начиная с 30-50-х гг. XX века, чаеводство являлось и до сих пор остается важной отраслью региона, становление и развитие которой всегда сопровождалось комплексом научных исследований, где важным разделом является минеральное питание, оптимизация плодородия почв и применения удобрений.

Почвы чайных плантаций, как многолетней листосборной монокультуры, сохраняющей высокую продуктивность до 50 лет и жизнеспособность до 100 лет (и более), с высокой потребностью в элементах питания для формирования большого объема регулярно отчуждаемой биомассы, требуют особенно внимательного и грамотного подхода к управлению их плодородием. Поэтому особую ценность представляют длительные исследования, позволяющие охватить многолетний цикл выращивания культуры чая в связи с различной нагрузкой минеральными удобрениями.

С этой целью в 1986 г. на одной из лучших чаепригодных почв зоны – бурой лесной кислой (более 60 % плантаций) – на молодой чайной плантации интенсивного сорта Колхида (1983 г. посадки) был заложен многофакторный полевой опыт с удобрениями (ЗАО «Дагомысчай», пос. Уч-Дере, г. Сочи). В методическом плане опыт заложен по схеме, разработанной ВИУА им. Д.Н. Прянишникова для Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами РФ (№ 23 в реестре опытов Геосети). Мониторинговые исследования в динамике охватили 27-летний период до консервации опыта в 2012 г. Было изучено 16 вариантов различных сочетаний доз NPK в градациях 0, 1, 2, 3 единичные дозы. Для азотных удобрений единичные дозы росли по мере развития плантации с шагом 70–90–120–200 (кг д.в./га) в 1986–1989–1993–2000 гг., а для фосфорных и калийных были постоянными – 60 и 50 кг д.в./га, соответственно. В целом диапазон изучаемых доз составил от 0 до N600, P180, K150 кг д.в./га. Общее количество внесенных удобрений составило (т д.в./га): азотных– 3,8–7,6–11,4; фосфорных – 1,6–3,1–4,7; калийных – 1,3–2,6–3,9 (на вариантах с 1–2–3-ми дозами).

Таким образом, были смоделированы условия развития агросистем чайных плантаций при самых разных схемах применения удобрений,

встречавшихся и потенциально возможных в практике чаеводства. Это в разной степени сбалансированное интенсивное и сверхинтенсивное применение удобрений, экстенсивное и дисбалансное с полным отсутствием или явным недостатком одного из видов удобрений, в том числе распространённая в последний период моноазотная система.

В опыте изучался характер изменения морфологических, физических, химических, физико-химических, биологических свойств почв в зависимости от агрогенной нагрузки, а также связь почвенных свойств и применяемых схем удобрения с продуктивностью модельных плантаций. Это позволило усовершенствовать систему удобрения и диагностики минерального питания чая; разработать концепцию оптимизации плодородия и применения удобрений при выращивании чая в условиях Черноморского побережья России; установить критерии оценки почв по степени агрогенных изменений комплекса свойств, их допустимые и критические границы.

Дальнейшая комплексная систематизация обширного экспериментального материала дала возможность представить результаты исследований в форме концептуальной модели эволюции плодородия почв при агрогенном воздействии различной интенсивности.

В результате анализа многолетней динамики диагностически важных показателей плодородия почв (кислотно-основные свойства; обеспеченность основными элементами питания (NPK); гумусное состояние) были получены графические, регрессионные и аппроксимирующие математические модели, отражающие направленность, степень и скорость изменений в зависимости от нагрузки минеральными удобрениями. Продемонстрированы фактически достигнутые показатели в сравнении с исходными, контрольными, фоновыми уровнями. Установлены их корреляционные связи с дозами NPK на разных этапах полевого эксперимента. Оценка изменений азотного, фосфатного, калийного и гумусного состояния почв проведена по содержанию легкогидролизуемого азота, подвижных фосфора и калия, общего гумуса. Кроме того, она подкреплена данными по содержанию и соотношению других диагностически важных форм элементов, фракционно-групповому составу гумуса в почвах наиболее контрастных (по нагрузке удобрениями) модельных чайных плантаций в разные периоды исследования. Также учтены балансовые расчеты по поступлению биогенных элементов с удобрениями и выносу их урожаем.

Все изменения были сгруппированы в три сводные схемы (по основному влияющему фактору – азотные, фосфорные, калийные удобрения) и представлены в виде обобщенной модели. Она раскрывает три основных пути эволюции плодородия почв при различных сценариях ведения культуры чая, смоделированные в условиях опыта, и, соответственно, три прогнозные модели:

1. Путь поддержания и воспроизводства плодородия *(модель прогноза оптимального развития при интенсивной эксплуатации)*.

2. Путь интенсивного роста плодородия с последующем убыванием *(модель прогноза экономически и экологически нецелесообразного развития при сверх интенсивной эксплуатации).*

3. Путь истощения плодородия *(модель прогноза убывающего плодородия (деградации) при экстенсивной эксплуатации или несбалансированном применении удобрений).*

Разработанная концептуальная модель дополняет теоретические представления об особенностях агрогенной эволюции для основного зонального подтипа почв – бурых лесных кислых. Имеет практическое значение с точки зрения эффективного использования ограниченного фонда чаепригодных земель, грамотного и рационального применения минеральных удобрений при регулировании продуктивности плантаций и почвенного плодородия в процессе эксплуатации, реконструкции и перезакладки плантаций.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ И ЭКОСИСТЕМ КРЫМА К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Колесников С.И.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
kolesnikov@sfedu.ru

Территорию Крымского полуострова занимают редкие и даже уникальные для России почвы и экосистемы, нуждающиеся в особой охране. К ним относятся коричневые почвы сухих фисташковых, дубовых лесов и можжевелового редколесья, в том числе реликтовые терра-росса (южное побережье Крыма), черноземы остаточно-карбонатные и южные настоящих степей, темно-каштановые почвы сухих степей (степной Крым), бурые лесные почвы широколиственных лесов, рендзины горных лесов и лугов (горный Крым) и др.

Для сохранения устойчивого функционирования почв и экосистем Крыма, поддержания комфортной среды обитания и рекреации, определения предельно допустимой антропогенной нагрузки на территорию, получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции необходимо установление пределов устойчивости почв и экосистем к приоритетным загрязняющим веществам, прежде всего к тяжелым металлам (ТМ).

Цель работы – установить пределы устойчивости почв и экосистем Крыма в модельном исследовании к загрязнению ТМ (свинец, хром, медь, никель) по изменению биологических показателей.

Загрязнение ТМ моделировали в лабораторных условиях. Были исследованы основные почвы Крымского полуострова: черноземы остаточно-карбонатные и южные, темно-каштановые, дерново-карбонатные, коричневые карбонатные, бурые лесные и горно-луговые почвы.

Образцы почв для модельных экспериментов были отобраны из верхнего слоя 0-25 см, так как в непахотных почвах здесь задерживается большая часть загрязняющих почву ТМ.

Моделировали загрязнение почв Pb, Cr, Cu, Ni. В настоящем исследовании ТМ вносили в почву в концентрациях 100, 1000 и 10000 мг/кг. Использовали оксидную форму: PbO, CrO_3, CuO, NiO. Загрязнение почв оксидами металлов происходит чаще, чем другими химическим формами. Использование оксидов ТМ позволяет исключить воздействие на свойства почвы сопутствующего аниона, происходит при внесении в почву солей металлов.

Загрязненную ТМ почву инкубировали в пластиковых сосудах в трехкратной повторности при температуре 20 – 22°С и увлажнении 60% от полевой влагоемкости. Срок 30 суток является наиболее информативным для оценки химического воздействия на почву, поскольку для большинства биологических показателей в этот срок наблюдается максимальное снижение значений.

Для определения биологических свойств почвы использовали общепринятые в биологии почв методы. Исследовали наиболее чувствительные и информативные биологические показатели: общую численность бактерий методом прямой люминесцентной микроскопии, активность каталазы по методике Галстяна, активность дегидрогеназы по методике Галстяна в модификации Хазиева, целлюлозолитическую активность по степени разложения хлопчатобумажного полотна, обилие бактерий рода *Azotobacter* методом комочков обрастания на среде Эшби, фитотоксичность почв по длине корней редиса. Для установления общих закономерностей изменения биологических свойств почв с использованием вышеперечисленных показателей определяли интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почв.

Было зафиксировано, что загрязнение почв Крыма ТМ приводит к снижению их биологических показателей. Отмечено, что изменение биологического состояния почвы напрямую зависело от свойств самой почвы, концентрации ТМ в почве и природы загрязняющего вещества.

Однако наблюдались отдельные случаи стимулирующего действия ТМ на биологические свойства почв, в основном в вариантах 100 мг металла на кг почвы. Подобные явления широко известны в экотоксикологии под названием «эффекта малых токсичных доз».

Получены ряды экотоксичности ТМ по отношению к почвам Крыма (в скобках представлены значения ИПБС почвы, усредненные для трех доз: 100,

1000 и 10000 мг/кг. По отношению к черноземам остаточно-карбонатным: Cr(52) > Pb(76) > Cu(81) > Ni(85). По отношению к черноземам южным: Cr(44) > Pb(77) = Cu(77) ≥ Ni(79). По отношению к темно-каштановым солонцеватым почвам: Cr(37) > Pb(72) = Ni(72) ≥ Cu(73). По отношению к дерново-карбонатным почвам: Cr(32) >Cu(68) ≥ Pb(70) ≥ Ni(74). По отношению к коричневым карбонатным почвам: Cr(28) > Cu(68) ≥ Pb(70) ≥ Ni(71). По отношению к бурым лесным почвам: Cr(30) >Cu (49) = Ni(49) > Pb(55). По отношению к горно-луговым почвам: Cr(43) >Cu(63) >Pb(65) > Ni(71). По отношению к почвам Крыма (в среднем) ТМ образуют следующую последовательность: Cr (36) >Cu(66) ≥ Pb(67) ≥ Ni(68).

Более сильную экотоксичность вне зависимости от типа почвы всегда проявлял хром, а свинец, медь, и никель меньшую.

Ранее на черноземах юга России было установлено, что высокие концентрации органического вещества в большей степени обеспечивают буферность почвы к загрязнению хромом, а высокие значения pH больше определяют устойчивость почвы к меди, никелю и свинцу. Исследование почв Крыма в целом подтвердило это закономерность. Коэффициенты корреляции между pH и ИПБС почвы свидетельствуют о том, что реакция почвенной среды в существенной степени влияла на токсичность свинца (r=0,94), меди (r=0,92) и никеля (r=0,85), и мало влияла на токсичность хрома (r=0,35). Видимо, это связано с тем, что первые три элемента являются в большей степени катионообразующими, и их подвижность, а, следовательно, и токсичность для биоты, в большей степени проявляется в кислых почвах. Хром проявил высокую токсичность не только в кислых, но и в слабощелочных почвах, где из оксида хрома образуется высокоподвижный хромат. Коэффициенты корреляции между содержанием органического вещества и ИПБС почвы показали, что содержание в почве органического вещества, напротив, мало влияет на токсичность свинца (r=0,12), меди (r=0,15) и никеля (r=0,33), но влияет на токсичность хрома (r=0,51).

Была проведена сравнительная оценка устойчивости основных почв Крыма к загрязнению ТМ по степени снижения ИПБС почв.

Почвы Крымского полуострова имеют не одинаковую устойчивость биологических свойств к загрязнению разными ТМ. Ниже представлены ряды почв, ранжированные по степени негативного изменения биологических показателей (ряды усреднены по дозам загрязняющего вещества):

При загрязнении хромом: черноземы остаточно-карбонатные (52) > черноземы южные (44) ≥ горно-луговые (43) > темно-каштановые солонцеватые (37) > дерново-карбонатные (32) ≥ бурые лесные (30) ≥ коричневые карбонатные (28).

При загрязнении свинцом: черноземы южные (77) ≥ черноземы остаточно-карбонатные (76) > темно-каштановые солонцеватые (72) ≥

коричневые карбонатные (70) ≥ дерново-карбонатные (68) ≥ горно-луговые (65) > бурые лесные (55).

При загрязнении никелем: черноземы остаточно-карбонатные (85) > черноземы южные (79) > темно-каштановые солонцеватые (72) ≥ горно-луговые (71) = коричневые карбонатные (71) ≥ дерново-карбонатные (70) > бурые лесные (49).

При загрязнении медью: черноземы остаточно-карбонатные (81) > черноземы южные (77) ≥ дерново-карбонатные (74) ≥ темно-каштановые солонцеватые (73) > коричневые карбонатные (68) > горно-луговые (63) > бурые лесные (49).

По степени устойчивости к загрязнению ТМ почвы Крыма образуют следующий ряд (в среднем для Cr, Pb, Ni, Cu): черноземы остаточно-карбонатные (74) > черноземы южные (69) > темно-каштановые солонцеватые (63) ≥ дерново-карбонатные (61) = горно-луговые (61) ≥ коричневые карбонатные (59) > бурые лесные (46).

Представленный ряд устойчивости определяется эколого-генетическими свойствами исследованных почв, такими как, гранулометрический состав, щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия, биологическая активность, содержание органического вещества,

Черноземы остаточно-карбонатные и южные, а также темно-каштановые и дерново-карбонатные почвы проявили наибольшую буферную способность к загрязнению ТМ. Эти почвы характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, относительно высоким содержанием органического вещества, близкой к нейтральной реакцией среды, окислительными условиями и другими свойствами, способствующими закреплению ТМ.

Коричневые почвы имеют меньшее значение pH и количество органического вещества и соответственно большую подвижность в них ТМ.

Бурые лесные почвы проявили самую низкую устойчивость к загрязнению ТМ. Эти почвы отличаются среднесуглинистым гранулометрическим составом, кислой реакцией среды, низким содержанием органического вещества, что способствует высокой подвижности ТМ.

Горно-луговые почвы характеризуются кислой реакцией среды, высоким содержанием органического вещества в верхнем горизонте, среднесуглинистым гранулометрическим составом. Эти почвы в естественных условиях (in situ) являются неустойчивыми, очень чувствительными к внешним воздействиям, вследствие жестких климатических условий, и, следовательно, медленному протеканию процессов восстановления почв. Однако в лабораторных условиях при комнатной температуре и оптимальной влажности горно-луговые почвы показали высокую устойчивость к химическому загрязнению. Это связано, по-видимому, с высоким содержанием в них органического вещества, что

привело к связыванию ТМ, и резким возрастанием биологической активности в оптимальных гидротермических условиях лаборатории. В естественных условиях степень ухудшения биологического состояния горно-луговых почв будет более выражена.

Поскольку степень устойчивости наземных экосистем к химическому загрязнению определяется, в первую очередь, устойчивостью почвы, была дана оценка устойчивости экосистем Крыма. По степени устойчивости к загрязнению ТМ наземные экосистемы Крыма образуют следующий ряд: настоящие степи > сухие степи > горные луга > редколесья > широколиственные леса.

По результатам исследования разработаны региональные нормативы предельно допустимого содержания Pb, Cr, Cu, Ni в основных почвах Крыма на основе нарушения экологических функций почв и предложены наиболее эффективные способы их санации в случае загрязнения.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/8.9) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-3464.2018.11).

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЧВ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Лаптева Е.М., Виноградова Ю.А., Ковалева В.А., Перминова Е.М., Елькина Г.Я.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
lapteva@ib.komisc.ru

Микробиологическая составляющая пахотных почв играет значимую роль в процессах синтеза и распада гумусовых соединений, минерализации вносимых органических удобрений, пожнивных и корневых остатков, переводе труднодоступных элементов питания в доступное для растений состояние. В связи с этим при изучении агроэкосистем особое внимание уделяется качественной и количественной характеристике почвенных микробных сообществ.

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерностей изменения почвенных микробных сообществ в длительном полевом эксперименте с внесением различных доз органических и минеральных удобрений.

В условиях стационарного опыта (Республика Коми, средняя тайга) исследовали влияние различных доз органических и минеральных удобрений на микробиологические показатели пахотных горизонтов агродерново-

подзолистых почв в шестипольном кормовом севообороте. Отбор проб почв для микробиологического анализа проводили на делянках с внесением торфонавозного компоста (ТНК) в дозах 40 и 80 т/га, комплексного минерального удобрения в дозах 1NPK, 1/2NPK, 1/3NPK и различных сочетаний ТНК и NPK. Контролем служили делянки без внесения удобрений. Пробы почв пахотного горизонта отбирали в весенний период 2018 г. до внесения удобрений на глубину 0-20 см с соблюдением условий, препятствующих их контаминации. В смешанных образцах оценивали численность бактерий, спор и длину мицелия грибов методом прямого микроскопирования с использованием флуорохромных красителей с последующим расчетом величины их биомассы. Численность и видовое разнообразие почвенных микроскопических грибов определяли с использованием питательных сред Чапека и Гетчинсона.

Установлено, что суммарная микробная биомасса в пахотных горизонтах агродерново-подзолистых почв шестипольного кормового севооборота варьирует в достаточно широких пределах – от 242 до 1026 мкг/г почвы. Четкой зависимости изменения ее величины от применяемой системы удобрений не выявлено. В тоже время показано, что численность бактерий возрастает при внесении органических удобрений как на фоне внесения NPK, так и без минеральных удобрений. Зависимость численности спор грибов и длины их мицелия от применяемой системы удобрений носит более сложный характер. В целом длительное (40 лет) внесение удобрений и использование в агроценозах шестипольного кормового севооборота привело к снижению показателей численности и видового разнообразия микроскопических грибов в агродерново-подзолистых почв по сравнению с целинными почвами средней тайги. Комплекс микромицетов пахотных участков характеризуется доминированием видов рода *Penicillium*, постоянным присутствием видов родов *Mortierella, Trichoderma, Mucor, Umbelopsis*, стерильного мицелия и отсутствием в своем составе группы целлюлозолитических грибов. Наиболее благоприятное воздействие на развитие микоценозов пахотных почв оказало внесение минеральных удобрений в полной дозе NPK, а также внесение минеральных удобрений в дозе 1/2NPK по фону ТНК в дозе 40 т/га.

Работа выполнена в рамках программы УрО РАН № 18-8-49-17 «Продуктивность сельскохозяйственных культур и ее связь с особенностями трансформации и стабилизации почвенного органического вещества в пахотных угодьях Европейского Северо-Востока (на примере средней тайги Республики Коми)».

ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ В ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ЗОНАХ КРЫМА

Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Маринина О.А., Полетаев А.О.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород
liset@bsu.edu.ru

Качество продукции в регионах со специализацией на виноградарстве и садоводстве зависит от многих экологических факторов, но значение концентрации микроэлементов в почво-грунтах зоны ризосферы не менее весомо, чем основных элементов минерального питания (N, P, K, Ca, S, Mg). Согласно концепции “терруар” (“terroir”), почва, на которой выращивается виноград, её биогеохимические особенности играют важную роль в поведении лозы, качестве винограда и сенсорных характеристиках вина.

Следы древнего землеустройства под садоводство и виноградарство обнаружены в восьми местах Северо-Западного (СЗ) Крыма, включая окрестности Калос Лимена. К востоку от этого города в приморской зоне были и другие районы античного виноградарства. Окрестности пос. Черноморское на Тарханкутском п-ове – это территория, которая в античное время (IV в. до н.э. – II в. н.э.) была сельской округой Калос Лимена. Сейчас эта территория входит в Степной умеренно жаркий с мягкой зимой агроклиматический район. В СЗ Крыму благодаря большой продолжительности периода со среднесуточной температурой выше 10 °С (6–6,5 месяцев) возможно ежегодное созревание очень ранних сортов винограда и почти ежегодное (с вероятностью 90–95%) сортов среднего срока созревания. Однако узкая прибрежная полоса Тарханкутского п-ова по морозоопасности и условиям увлажнения отличается более мягкой зимой, прохладной весной и теплой осенью. Если во внутренних частях Тарханкута для созревания поздних сортов может оказаться недостаточной теплообеспеченность (с вероятностью таких лет 35–50%), то в прибрежной полосе вероятность недостатка тепла ниже – 15–30%. Климатический потенциал окрестностей Черноморского с суммой активных температур за вегетационный период 3520 °С достаточен для средних по срокам созреванию сортов, которые требуют 2700–2800 ºС, но тепла может оказаться недостаточно для созревания поздних сортов винограда.

Виноградарство в античную эпоху играло различную роль в экономике Херсонеса Таврического на его ближней хоре (на Гераклейском п-ове) и на дальней хоре (в СЗ Крыму) (Lisetskii et al., 2018).

Регион, где была хора Калос Лимена по сравнению с Гераклейским п-овом, расположенном в 120 км к ЮЮВ, отличается меньшей годовой суммой осадков (на 30 мм) и суммой температур $\Sigma t>10°$ на 324° при одинаковых

абсолютных минимумах температур с датой последнего заморозка весной на 14 дней раньше. Эти два региона и поныне отличаются по условиям виноградарства. Если в СЗ Крыму климатические условия оптимальны для ранних сортов и среднего сорта созревания винограда, то на Гераклейском п-ове могут быть получены лучшие виноматериалы для марочных столовых вин, а также крепкие и десертные вина хорошего качества. Можно предположить, что дефицит тепла для виноградарства отличал СЗ Крым от Гераклейского п-ова и в античную эпоху. Кроме того, и почвенно-литологические условия в этих двух регионах имеют существенные отличия.

Долгая история развития сельского хозяйства СЗ Крыма открывает новые возможности для изучения постагрогенных трансформаций почв (Лисецкий и др., 2017).

Цель исследования состояла в выявлении геохимических различий залежных почв в античных наделах, использованных под многолетние насаждения в четырех регионах СЗ Крыма. Объекты исследования расположены на дальней хоре Херсонеса в приморской зоне (Калос Лимен и на мысе Ойрат) и во внутренних районах, в 10 км от моря (Ортли и Мамай-Тюп). Земли под виноградники в этом регионе были отведены на пологих равнинах с уклонами до 3°, при этом избегали северных экспозиций.

Химические свойства почв анализировали стандартными методами: содержание Сорг. по Тюрину; CO_2 ацидиметрическим методом; подвижных форм P_2O_5 по Мачигину. Концентрацию 22 макро- и микроэлементов (CaO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5, K_2O, Na_2O, MgO, MnO, Fe, TiO_2, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Rb, Ba, Zr, As) в почвах виноградников определяли методом рентгеновского флуоресцентного анализа (Спектроскан Max-GV). Оценка качества почвы (SQ) выполнена по формуле: $SQ=(S_1/P_1\cdot S_2/P_2\cdot\ldots\cdot S_n/P_n\cdot)^{1/n}$, где S_i и P_i – содержание Сорг. и элементов аккумуляции в почве (S) по сравнению с материнской породой (P).

Почвы у Калос Лимена изучали в наделах с двумя видами многолетних насаждений *vinea* (виноградная лоза на кольях и шпалерах) и *arbustum* (лоза по плодовым деревьям) с расстоянием между плантажными стенами 2 и 5 м соответственно. Влияние агротехники на геохимию почв показывает сопоставление почв из наделов с фоновыми участками (вне системы землеустройства).

Более высокие концентрации в постантичных широких наделах отмечены для ассоциации элементов, которую можно представить в виде ряда: Co>Cu>Pb>Ni>Cr>Ba>V. Сравнение почв в узких наделах со своим фоном показало более высокое содержание по пяти элементам: Pb>Co>V>Sr>Na. При сравнении содержания 13 элементов, которые имели наибольшие отличия в широких и узких наделах по отношению к фону, мы выявили различия в накоплении и рассеянии элементов в слое 0-12 см залежных почв. Почвы в широких наделах отличаются более высоким

содержанием CaO, Sr, Cu и Ni, и меньше обогащены V, Zn, Pb, Rb и Ba. Оксиды, которые были менее чувствительными к агрогенным трансформациям почвы (SiO_2, MgO, K_2O, TiO_2, MnO, P_2O_5, Al_2O_3 и общее Fe), отражают геохимические особенности кальциевых ландшафтов в условиях степного климата СЗ Крыма. Особенно важно отметить геохимическую специфику для тех элементов, которые влияют на вкусовые качества вин. Элювий известняков из СЗ Крыма (n=28) содержит общего Fe 2,02±0,02% и Al_2O_3 8,59±0,08% соответственно. Для сравнения, элювий известняков и *terra rossa* на Гераклейском п-ове содержат общего Fe 3,4 и 9,4% и Al_2O_3 9,3 и 19,7% соответственно.

Результаты оценки содержания тех элементов, которые имели преимущественное накопление, и элементов рассеяния по отношению к почвам необрабатываемым, были использованы для диагностики различий между постантичными залежами в трех других (кроме Калос Лимена) местах СЗ Крыма. В верхней части горизонта А постантичных залежных почв содержание гумуса находилось в пределах 2,64–4,86%, $CaCO_3$ – 22,99–60,81%.

Три географических региона в СЗ Крыму, которые отличаются в почвенном отношении по содержанию органического вещества, карбонатов, а также элементов аккумуляции (Co, Pb, Cu, Cr, Ni, Ba, V) и рассеяния (Sr, Na, As, Zn, Zr, CaO) в постантичных залежных почвах по отношению к почвам необрабатываемым были определены по результатам кластерного анализа: Мыс Ойрат (кластер I); Ортли и Мамай-Тюп (кластер II); Калос Лимен (узкие и широкие наделы) (кластер III). Хотя очевидно, что два региона у побережья Черного моря (Калос Лимен и Мыс Ойрат) как сейчас, так и в древности, различались по климату от внутренних районов (Ортли и Мамай-Тюп), более сильным фактором дифференциации были почвенные условия.

Согласно результатам кластерного анализа по 15 почвенным параметрам, все восемь залежных почв четко классифицированы по географическому признаку. Это касается и объектов, которые были включены для сравнения: целинная почва у Калос Лимена тяготеет к кластеру III, а почва на плите известняка от плантажной стенки (на м. Ойрат) соседствует с объектами того же земельного участка (кластер I).

Ранжированные убывающие ряды аккумуляции элементов в почве по отношению к ее материнской породе были построены по средним значениям тех объектов, которые сформировали кластеры. Эти ряды имеют следующий вид: кластер I: Cu>Ba>(V, As, Ni, Zn); кластер II: Cu>Co>Pb>V>Cr; кластер III: Cu>Pb>Ni>As>V>Zr>Zn>Cr>Ba. Наибольшее геохимическое разнообразие отмечено для почв из кластера III (9 элементов имеют более высокое содержание в почве, чем в материнской породе, включая ассоциацию тяжелых металлов). Почвы, которые входят в кластер III (Калос

Лимен), имеют по сравнению с почвами на Мысе Ойрат более высокое содержание V, Zn и Ni, но особенно значительные концентрации Sr, Ba и Zr. Почвы, которые сформировали кластер II (Ортли и Мамай-Тюп), отличаются от почв из кластера I более высоким содержанием Sr, Ba и пониженной концентрацией Cu.

Оценка садопригодности почв СЗ Крыма с учетом критических и допустимых параметров содержания $CaCO_3$ в почвах плодовых культур (Опанасенко и др., 2015), позволила определить наиболее вероятный состав устойчивых садов в античную эпоху. В СЗ Крыму, с учетом широкого распространения дерново-карбонатных почв с глубиной залегания известняков от 1,5 м на таких объектах, как Калос Лимен и Ойрат, помимо виноградников типа *arbustrum* можно предположить функционирование долговременных садов из семечковых (яблоня, груша) культур, а из косточковых – сливы, алычи, абрикоса, а также миндаля и грецкого ореха.

В античных многолетних насаждениях агротехника была направлена на создание благоприятных условий для продукционного процесса с помощью плантажа. Биогеохимическая оценка корнеобитаемого слоя (32-102 см), который был создан при закладке виноградника в IV в. до н.э., показала, что качество залежной почвы (SQ) оказалось ниже на 20% чем у целинного аналога. Консервативные почвенные свойства в виде геохимических ассоциаций выступают индикаторами агрогенных трансформаций под влиянием древних практик землепользования. Следовательно, по информативным биогеохимическим индикаторам агрогенеза возможно проводить диагностику интенсивности земледельческих нагрузок в сельских округах античных поселений.

Интегральная геохимическая характеристика почв, которые в античную эпоху (IV-II вв. до н.э.) использовали под многолетние насаждения в четырех регионах СЗ Крыма, показала приоритет географического фактора, что согласуется с оценкой роли почвы и её биогеохимических особенностей в концепции “терруар”.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00562.

ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ МЕДЬЮ

Манджиева С.С., Бутенко Е.В., Сазонов И.Н., Степаненко В.В., Кулаева Е.Д., Чаплыгин В.А., Черникова Н.П., Минкина Т.М.
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
Южный Федеральный Университет, Ростов на Дону
msaglara@mail.ru

Антропогенное воздействие на окружающую среду в настоящее время привело к существенному загрязнению почв и растений тяжелыми металлами (ТМ), особенно вблизи промышленных объектов. В связи с этим важно изучать влияние ТМ на растения, произрастающие в условиях загрязнения, и генетические особенности минерального питания растений. Попадая в растения из почвы и воздуха, ТМ способны в большом количестве аккумулироваться в растительных тканях и по трофической цепочке переходить в организм животных, а затем и человека (Елькина, 2017). В связи с разной физиологической значимостью микроэлементов, избирательностью их поглощения из почв содержание ТМ в растениях и различных органах существенно меняется (Демедчик и др., 2001; Кашин, Убугунов, 2012). Наблюдается зависимость содержания металлов в растениях от уровня техногенной нагрузки (Минкина и др., 2018).

Для выявления биологических и экологических последствий изменения параметров окружающей среды цитогенетические показатели обладают значительными преимуществами, поскольку мало подвержены влиянию погодных условий, но обладают высокой чувствительностью к действию широкого спектра техногенных поллютантов (Дикарев и др., 2018). Кроме того, цитогенетические показатели позволяют оценить состояние наследственных структур растений, определяющих как непосредственные реакции растительного организма на действие ксенобиотиков, так и отдаленные последствия, особенно значимые для популяции.

Целью данного исследования является изучение аккумуляции соединений меди растениями ячменя, а также выявление цитогенетических нарушений в клетках и поражений митотических процессов в корневой меристеме ячменя.

Для выполнения поставленных задач был заложен модельный вегетационный опыт. Почвой модельного опыта являлся чернозем обыкновенный мощный слабогумусированный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Для закладки опыта использовали верхний 20-см слой почвы. В сосуды емкостью 2 л с дренажем помещали по 2 кг почвы, просеянной через сито диаметром ячеек 5 мм и добавляли водный раствор

ацетата Cu в дозах 300 и 2000 мг/кг. Концентрация 300 мг/кг Cu зафиксирована в почвах агроландшафтов Ростовской области, концентрация 2000 мг/кг металла встречаются в почвах техногенных ландшафтов (Minkina et al., 2018). Разные уровни загрязнения позволяют вычленить влияние изучаемых факторов на процессы аккумуляции и трансформации металлов в почвах. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% полной полевой влагоемкости. Повторность опыта трехкратная.

В качестве тест-культуры использован ячмень двурядный (*Hordeum sativum* var. *distichon* (L.) Beck) сорта «Ратник». Яровой ячмень одна из самых распространенных культур, выращиваемых на юге Российской федерации. Ячмень широко используют в токсикологических исследованиях в качестве стандартного тест-объекта для определения токсичности поллютантов, индикации воздействия в популяционных исследованиях (Гераськин и др., 2011).

Образцы растений отбирали в фазу полной спелости вместе с корневой системой (ГОСТ 27262-87). После отбора растения высушивались до воздушно-сухого состояния, надземная и корневая части отделялись друг от друга и измельчались. Корневая часть перед измельчением предварительно очищалась от частиц почвы. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления (ГОСТ 26929-94). Кислотная экстракция ТМ из золы осуществлялась растворением в 20%-ном растворе HCl с последующим методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (Методические указания…, 1992). Аналитические работы выполнены в 3-х повторностях.

Для цитогенетического анализа апикальных меристем корня проростков ячменя семена проращивали на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой или водным раствором ацетата Cu (в дозе 300 и 2000 мг/кг) в чашках Петри в термостате при 24 °С. В фиксаторе Кларка фиксировали корни длиной ≈10 мм. Временные давленые препараты кончиков корней окрашивали ацетоорсеином. При цитогенетическом анализе апикальных меристем определяли частоту аберрантных клеток, спектр и частоту цитогенетических аномалий (одиночных и двойных фрагментов и мостов, отставаний хромосом, мультиполярных митозов, слипаний хромосом, нерасхождений хромосом, неправильных расхождений хромосом, патологических анафаз) (Алов, 1972; Паушева, 1974; Атабекова, Устинова, 1987; Дикарев и др., 2018).

Установлено, что при внесении Cu в почву содержание металла в растениях ячменя увеличилось. Содержание Cu в корнях, стеблях и зерне растений было, соответственно, в 2,5, 2,2 и 2,7 раз выше, чем у контрольных растений при дозе внесения 300 мг/кг и в 18, 4,5 и 3,4 раза выше при дозе внесения 2000 мг/кг. Следует отметить, что большие различия в накоплении металла в зависимости от формы внесения наблюдались в корнях, а меньшие различия – в генеративных органах ячменя.

Содержание Cu в зерне ярового ячменя сравнивалось с ПДК металла для продовольственного сырья и пищевых продуктов группы «Зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия» (СанПиН 2.3.2.560-96). На контроле содержание Cu в зерне ячменя не превышает ПДК. При внесении металла в различных формах в почву уже на дозе 300 мг/кг Cu установлено загрязнение металлом генеративных органов ячменя.

Выявлено влияние возрастающих доз Cu на генетические структуры клеток ячменя ярового. Выявлена тесная зависимость между концентрацией Cu и частотой клеток с аберрациями, частотой суммы аберраций всех типов, частотой нарушений хромосом, частотой нарушений митотического аппарата. С использованием анафазного метода выявлены такие нарушения, как мосты, фрагменты, отставания хромосом и мультиполярные митозы. Также Cu вызывает задержку митотического цикла на стадии профазы, нерасхождение и неправильное расхождение хромосом, образование патологических анафаз, реже слипание (агглютинацию). Наблюдается изменение структуры хроматина при воздействии высоких концентраций мутагенного фактора. Данные согласуются с результатами других исследований (Алексеева-Попова, 1991; Лаврский, 2013; Дикарев и др., 2014, 2016, 2018).

Таким образом, установлено, что при загрязнении почвы содержание Cu в органах растений ячменя увеличивается. Cu нарушает процесс нормального митотического деления клеток корневой системы растения, что проявляется в снижении количества делящихся клеток и увеличении частоты хромосомных аберраций.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента, № МК-2818.2019.5, проектной части госзадания, № 5.948.2017/ПЧ, гранта РФФИ 18-55-05023.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Мокриков Г.В., Минникова Т.В.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
kamil_kazeev@mail.ru

Эрозия, дефляция, дегумификация, аридизация, загрязнение способствуют деградации почв юга России. Традиционная обработка почв со вспашкой приводит к повышению интенсивности этих процессов. Применение почвозащитных технологий с минимальной обработкой почвы и без ее обработки способствует, наряду с экономией ресурсов, повышению плодородия и снижению негативного воздействия на агроландшафты. Одним

из методов минимального воздействия техники на почву является технология «нулевой» обработки, No-Till или прямого посева. Эта технология распространена в США, Аргентине, Бразилии и ряде других стран мира.

Преимущества технологии прямого посева состоят, прежде всего, в экономической выгоде для сельскохозяйственного предприятия: экономия ресурсов и повышение рентабельности сельского хозяйства. Однако не меньшую роль играет улучшение экологического состояния почв: сохранение и восстановление плодородия; снижение эрозии; контроль сорняков; увеличение влажности почв; снижение зависимости от погодных условий (в том числе засухи); улучшение показателей продуктивности почв. За два года исследований на черноземе обыкновенном Ростовской области наибольшая урожайность была получена при выращивании озимой пшеницы по технологии прямого посева (4,19 т/га), что на 0,63 т/га выше, чем при традиционной технологии (3,56 т/га). Лучшие экономические показатели производства зерна были получены при выращивании озимой пшеницы по технологии прямого посева, так как она обеспечила получение наименьшей себестоимости зерна и наивысшей рентабельности производства.

Цель – оценить эффективность почвозащитной технологии прямого посева в Ростовской области.

В 2016-2018 гг. исследование влияния прямого посева или No-Till (NT) проводили на 28 полях в зернопропашном и зернотравяном восьмипольном севообороте с чередованием культур. Для сравнения эффективности прямого посева оценивали биологические и физические свойства почв на полях с традиционной технологией – отвальной вспашкой (TT).

Посев сельскохозяйственных культур при прямом посеве производился трактором Buhler Versatile 2375 и пневматической зерновой сеялкой Great Plains NTA 3510 (10,7 м), а также трактором Case Magnum 315 и пневматической зерновой сеялкой Great Plains NTA 3510 (10,7 м). Все сельскохозяйственные культуры высевались с междурядьем 19,1 см. Расход дизельного топлива на основную обработку почвы при прямом посеве (NT) составляет 26 л/га, что в 3 раза меньше, чем при традиционной технологии (TT).

Для оценки влияния прямого посева на состояние почвы определяли физические и агрохимические свойства, ферментативную активность, зоологические исследования (герпетобионты и дождевые черви) и микробиологические показатели (общая численность бактерий и грибов, микромицеты, актиномицеты). Отбор проб проводили в течение 2016-2018 гг. в течение сезона: в май, июль и сентябрь (2016 г.), апрель, май, июль, сентябрь, октябрь (ноябрь в 2018 г.) (2017, 2018 гг.). Измерения свойств почвы проводили стандартными в экологии и биологии почв методами.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 12.0.

В результате комплексных эколого-биологических исследований почв Мокриковым В.И. зафиксировано большее накопление и, особенно, сохранение влаги в сухой период в почвах полей с прямым посевом по сравнению с традиционной технологией обработки почв. Влияние почвозащитной технологии прямого посева сохраняется как для верхнего горизонта, так и для запасов влаги в метровом слое. Полученные результаты согласуются с литературными данными, свидетельствующими о преимуществах технологии NT в аридных зонах, а также в сухие годы в умеренных широтах. Плотность и твердость (сопротивление пенетрации) почв находится в тесной зависимости от ее влажности. Во влажной почве значения этих показателей находятся на оптимальном для растений уровне независимо от ее способа обработки. Применение NT в 2016-2018 гг. не привело к повышению сопротивления пенетрации по сравнению с TT. Разница между технологиями практически нивелируется в весенний сезон года. Изменения сопротивления пенетрации затрагивают в первую очередь верхний слой почвы, который при вспашке разрыхляется. Однако в июле было зафиксировано повышение значений твердости контрольных почв в средней части профиля. Причиной этого было значительное различие влажности почв на этих глубинах.

Структурный состав почв динамичен в течение вегетационного сезона. Происходит уменьшение содержания мелких глыб >10 мм, а количество пылеватой фракции <0,25 мм увеличивается на всех участках исследования. Независимо от обработки почвы коэффициент структурности превысил показатель 1,5, что позволяет оценить агрегатное состояние почвы как отличное и пригодное для посева сельскохозяйственных культур.

Агрегатное состояние исследованных участков характеризуется как отличное и хорошее, в некоторые месяцы исследования агрегатное состояние участков было неудовлетворительное. Водопрочность агрегатов исследованных почв варьировала от 30 до 88%, что позволяет их отнести к почвам с хорошей и отличной структурой.

В результате исследований микробоценоза черноземов Ростовской области при использовании разных систем земледелия установлено, что использование технологии NT способствует созданию более оптимальных условий функционирования микробоценоза почв, особенно в засушливые сезоны года. По микробиологическим показателям, исследованным в 2016-2018 гг. установлено, что показатели общей численности бактерий, спор грибов, аммонифицирующих бактерий, микроскопических грибов почв большинства полей с технологией NT превышают таковые почв полей с традиционной технологией, особенно данные различия выражены в верхнем слое 0-10 см, что связано с отсутствием механической обработки и большим содержанием органического вещества, ведь центром основной деятельности

микроорганизмов по переработке растительного опада является подстилка и примыкающий к ней верхний гумусированный почвенный горизонт.

В результате исследований ферментативной активности была выявлена значительная динамичность. Характер динамики различался для разных исследуемых ферментов. Вертикальное распределение дегидрогеназы, инвертазы, фосфатазы было типичным, убывающим вниз по профилю в разной степени для разных ферментов. Активность каталазы часто была повышена в средней и нижней частях почвенного профиля. Применение почвозащитной технологии NT повысило активности инвертазы, фосфатазы и не оказывало влияния на активность каталазы.

Выявлено значительное варьирование численности и разнообразия почвенных беспозвоночных. В 2016-2018 гг. было собрано и определено более 50 видов герпетобионтов, принадлежащих к различным классам беспозвоночных: насекомые (*Insecta*), паукообразные (*Arachnida*), двупарноногие многоножки (*Diplopoda*). Обилие и разнообразие герпетобионтов в почвах ТТ выше в мае, но различия снижаются к июлю и выравниваются в сентябре. Численность и разнообразие почвообитающих животных – геобионтов не зависела от вида обработки почв. Численность микроартропод в целом более чем в 2 раза выше на полях с NT, чем с ТТ.

Таким образом, отсутствие механической обработки и наличие растительных остатков на поверхности почв приводит к повышению запасов влаги, улучшению физических свойств, увеличению общей численности бактерий, численности бактерий отдельных эколого-трофических групп, более равномерному их распределению по слоям пахотного горизонта, способствуя тем самым увеличению плодородия почв и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Следовательно, энергосберегающие технологии No-Till в сочетании со средствами комплексной химизации могут служить одним из радикальных средств сохранения и повышения плодородия почв.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АГРОЭКОСИСТЕМ КУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Неведров Н.П., Проценко Е.П.
Курский государственный университет, Курск
9202635354@mail.ru

Повышенная антропогенная нагрузка приводит к лимитированию экосистемных сервисов почв абсолютно всех категорий землепользования. Агроэкосистемы на территориях городских агломераций представлены преимущественно землями поселений (приусадебные участки) и землями

садоводческих, огороднических и дачных объединений. Экологическая безопасность возделываемых садоводами, огородниками и дачниками почв во многом будет обуславливать состояние здоровья городского населения, что подтверждает актуальность данной работы. Согласно данным Генплана г. Курска зона сельскохозяйственного использования в городской агломерации насчитывает 1873,3 га земель, из них 1362,6 га, занятых деятельностью садоводов и огородников, что составляет 6,5% общей площади агломерации. Довольно значительная доля садовых товариществ находятся в непосредственной близости к зоне воздействия промышленного кластера, что, соответственно, накладывает отпечаток на качество и экологическую безопасность почв и растениеводческой продукции. В работах исследователей сообщается о загрязнении почв городских территорий РФ тяжелыми металлами, радионуклидами, нитратами, нефтепродуктами.

Для почв агроэкосистем Курской агромерации также характерны проблемы, связанные с крайне высоким уровнем пространственной неоднородности почвенных свойств (содержание органического вещества, гранулометрический состав, реакция почвенного раствора), которые вызваны использованием многочисленных приемов обработки почв, применением удобрений, чередованием и выбором культур и т.д. Это значительно усложняет процесс оценки экологического состояния почв и разработки технологий достижения их оптимального состояния и экологической безопасности.

Цели исследования – оценка степени загрязненности почв агроэкосистем южной части Курской агломерации тяжелыми металлами, прогнозирование изменений протекторных функций агрогенных почв и разработка способа снижения токсичности ТМ в почвах агроэкосистем.

Исследовались почвы южной части Курской агломерации, представленные агрочерноземами выщелоченными, черноземами выщелоченными, агроабраземами, абраземами. Исследуемые участки находились в зоне воздействия комплекса промышленных объектов (ЗАО «Курский завод Аккумулятор», ЗАО «Курский Цементный Завод», ОАО «Курскрезинотехника», ТЭЦ-1). Эффективность применения сорбента оценивалась в условиях опытной Агробиостанции Курского государственного университета. Искусственно загрязненная раствором нитрата свинца в дозе 3 ПДК агросерая почва помещалась в пластиковые емкости с перфорациями на дне. Масса внесенной в каждый сосуд почвы (пахотный горизонт) составляла 8 кг. Сорбент вносился в контейнеры с почвой в количестве 35 г и 70 г и тщательно перемешивался в массе почвы. В качестве контроля использовали контейнер с почвой без внесения сорбента. Количественное соотношение компонентных составляющих сорбента составляло одна единица массы сапропеля к одной единице массы извести

(1:1). Опыт проводился в пятикратной повторности. Исследование проводилось в ходе вегетационного периода 2018 г.

Статистическая обработка данных производилась средствами пакета Microsoft Office Excel.

В ходе обследования почв агроценозов южной части Курской агломерации получили следующие данные по загрязнению тяжелыми металлами.

Превышение ПДК Pb и Cd фиксировалось в 51,3-78,3% почвенных проб пахотных горизонтов, что обусловлено высоким уровнем аэротехногенной эмиссии исследуемых поллютантов от промышленных предприятий и автотранспорта. Превышения содержаний валового Zn отмечалось в 37,8% пробах. Средние значения содержания валовых форм Pb и Cd превышают ПДК в 3,05 и 2,1 раза соответственно, по остальным элементам средние значения валовых содержаний находятся в пределах ПДК.

На исследуемых участках загрязнение пахотного горизонта почв валовым свинцом достигала значений 10,8 ПДК. Распределение масс загрязняющего элемента на изучаемой территории южной части Курска имело следующий характер – основная доля свинца осаждается и депонируется в северной (5-10 ПДК) и восточной части (3 ПДК) ключевого участка и постепенно убывает в юго-западном направлении.

Кислотно-основный режим почв агроэкосистем южной части Курской агломерации имеет близкую к нейтральной и слабо щелочную реакцию среды, которая достоверно превышает значения данного показателя в фоновых почвах. Это связано с поступлением карбонатной цементной пыли. В западной части исследованного участка значение показателя pH снижается. В более кислой среде концентрации подвижных форм свинца в почвенном растворе будут возрастать, создавая угрозу загрязнения агропродукции приусадебных участков. Относительно небольшая по площади часть ключевого участка имела слабокислую реакцию почвенного раствора (pH≤6,5), что обусловлено генетическими особенностями почв и применением кислых минеральных удобрений. Загрязнение свинцом таких почв имеет более значимую опасность.

Так, результаты проведенного полевого опыта по изучению эффективности сорбента на основе извести и сапропеля в компонентном соотношении 1:1 на агросерой среднесуглинистой почве показали, что сорбент, внесенный в почву в дозах 35 и 70 г/сосуд, способствует снижению концентраций подвижных форм свинца на 8,0% и 13, 6% соответственно.

Выводы

1) Подавляющая часть территории (83,8%) исследованных почв агроэкосистем южной части г. Курска загрязнено тяжелыми металлами, среди которых приоритетными являются элементы 1 класса токсичности – Pb

и Cd, их максимальное валовое содержание в почвах достигала значений 10,8 и 2,1 ПДК.

2) Отмечена высокая пространственная неоднородность кислотно-основного режима почв агроэкоситем Курской агломерации, что связано с интенсивностью техногенной нагрузки, различиями практикуемых агроприемов и генетической разнородностью почв.

3) Применение сорбента на основе извести и сапропеля в загрязненных свинцом почвах агроэкосистем в компонентном соотношении 1:1 в дозах 8 т/га и 16 т/га серой среднесуглинистой почвы, приводит к снижению концентраций подвижных форм свинца на 8,0% и 13, 6%.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4086.2018.5.

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ДОН И ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО БИОГЕОХИМИЧЕСКИМ И МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ РАСТЕНИЙ

Невидомская Д.Г.[1], Минкина Т.М.[1], Федоренко Г.М.[1,2], Федоренко А.Г.[1,2], Польшина Т.Н.[2], Hassan T.M.[1], Чаплыгин В.А.[1], Махиня Д.В.[1]
[1] Южный федеральный университет,
[2] Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону
dnevidomskaya@mail.ru

В настоящее время основная часть прибрежных территорий подвержена антропогенному преобразованию. Здесь размещены селитебные зоны, промышленные и сельскохозяйственные объекты. Значение и роль прибрежно-водных растений в литоральных экосистемах трудно переоценить. Они важны для производства кислорода, круговорота питательных веществ, контроля качества воды, стабилизации отложений, являются пищевым ресурсом и местом обитания для многих рыб, водных и наземных птиц и животных. Прибрежно-водные растения используются в качестве промышленного сырья, корма для сельскохозяйственных животных и домашней птицы. Заросли прибрежных растений выполняют многофункциональную роль в литоральных экосистемах, являясь мощным очистительным агентом водоемов от различных органических и минеральных загрязнителей. Использование макрофитов для целей биоиндикационных исследований показало высокую эффективность и позволило исследовать уровень и биодоступность загрязняющих соединений

из водной среды и почвы. Из токсикантов, попадающих в водоемы, серьезную экологическую проблему представляют тяжелые металлы (ТМ). Индикационными показателями состояния растений-макрофитов в условиях изменения среды обитания являются анатомо-физиологические процессы, специфика которых определяется особенностями произрастания растений. Поскольку биоаккумуляция ТМ зависит от многочисленных биотических и абиотических факторов, таких как pH, содержание органического вещества, окислительно-восстановительных условий, состава и содержания тонкодисперсных частиц, состава обменных оснований в почвах, температуры, солености, состава биогенных элементов воды и пр.

Цель работы – исследовать биогеохимические и морфолого-анатомические особенности индикаторного гелофита – рогоза южного (*Typha australis* K. Schum. & Thonn) в условиях загрязнения почв ТМ.

Маршрутно-полевые исследования проводили на российской территории северного и южного побережий Таганрогского залива Азовского моря и дельте реки Дон. На площадках мониторинга были отобраны пробы почв и растений. Почвенный покров представлен аллювиально-луговыми насыщенными почвами, подстилаемыми аллювиальными отложениями. Почвенные образцы отбирались послойно, с глубины 0-5 и 5-20 см. Валовое содержание микроэлементов в почвах определено рентген-флюоресцентным методом. Оценку уровня загрязнения почв ТМ проводили на основе сопоставления с кларком литосферы и предельно-допустимым концентрациям (ПДК) по валовому содержанию. Определены основные физико-химические свойства почв: гранулометрический состав почв, содержание органического вещества, карбонатов, обменных Ca^{2+} и Mg^{2+}, pH.

Стандартные укосы для определения морфобиометрических измерений растений рогоза южного (*Typha australis* K. Schum. & Thonn) проводили в естественных местообитаниях ввиду массового распространения данного вида в прибрежных экотопах, когда вегетативные и генеративные части растений рогоза достигают максимума. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления. Кислотная экстракция ТМ из золы осуществлялась растворением в 20%-ном растворе HCl с последующим определением методом ААС. Было проведено сопоставление содержания ТМ в исследуемой прибрежно-водной растительности с максимально-допустимыми уровнями (МДУ) химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках.

Подготовку препаратов для микроскопии осуществляли по стандартной методике двойной фиксации растительной ткани, модифицированной авторами для исследования растений-макрофитов.

Исследуемые почвы имеют слабощелочную или щелочную реакцию среды (pH 7,3–8,1), содержание органического вещества варьирует от 0,4% до 1,9%. Почвы не засолены (величина плотного остатка не превышает

0,15%). Содержание $CaCO_3$ варьирует от 0,9 до 8,7%. Высокое содержание карбонатов с поверхности почв и высокое содержание обменного Ca связано с наличием биогенного кальцита в намытых горизонтах аллювиально-луговых почв. Гранулометрический состав всех исследуемых почв является супесчаным.

На площадках мониторинга, приуроченных к морскому краю дельты реки Дон, в устьевых зонах малых рек на территории дельты реки Дон наблюдается полиэлементное загрязнение, при котором обнаружены превышения кларков литосферы и ПДК по Zn (от 2 до 8 раз), Cd (от 2 до 7 раз), Pb (до 3 раз).

В наибольшей степени растения *Typha australis* K. Schum. & Thonn на изучаемой территории подвергаются загрязнению по Cr в 26 раз, по Zn до 4 раз, по Ni до 4 раз по Cd до 2 раз относительно установленных МДУ. В рогозах содержание Zn в корнях достигает 174,1±13,6 мг/кг и в разы превышает его содержание в надземных частях вегетативных и репродуктивных органов *Typha australis K.* Schum. & Thonn. Количество Mn и Cu в почвах под популяциями рогозов не превышают нижней пороговой концентрации этих металлов в растительном корме.

Показано, что воздействие стрессового экологического фактора проявляется не только в особенностях аккумуляции и распределения ТМ в тканях растений, но также и на морфолого-анатомическом уровне. Визуальные исследования растений на незагрязненных площадках мониторинга выявили популяции рогозов с нормальными особями *Typha australis* K. Schum. & Thonn, а на загрязненных отмечены аномальные растения. У нормальных растений соцветие представляет собой один початок, а у аномальных – на оси соцветия наблюдается два початка. Такие аномалии относятся к типу пролификации. Ультраструктурные исследования растений выявили изменения клеточных мембран, а также основных цитоплазматических органелл (пластид, митохондрий, пироксисом и др.) корневых и листовых клеток. При этом наиболее существенные изменения ультраструктуры отмечены в тканях листовой хлоренхимы. Предполагается, что выявленные структурные изменения способствуют замедлению онтогенетического развития растений и уменьшению их морфометрических параметров в условиях антропогенного загрязнения.

Таким образом, на основании выполненных исследований по биоиндикации естественных популяций рогоза южного (*Typha australis* K. Schum. & Thonn) на побережье Таганрогского залива Азовского моря и дельты реки Дон установлены очаги полиэлементного загрязнения, при котором обнаружены превышения кларков литосферы и ПДК по Zn, Cd, Pb в несколько раз. Относительно превышений по кларку литосферы и ПДК средние валовые концентрации исследованных металлов можно представить в виде последовательно убывающего ряда: Zn>Pb>Cd>Cr>Cu>Ni>Mn. В

наибольшей степени растения *Typha australis* K. Schum. & Thonn на изучаемой территории подвергаются загрязнению Cr, Zn, Ni и Cd. Морфометрические показатели могут служить критерием для оценки ценопопуляции рогозов, произрастающих в неблагоприятных условиях. Диагностированы адаптации к воздействию ТМ на тканевом, клеточном и ультраструктурном уровнях организации. Выявлены изменения ультраструктуры клеточных мембран, а также основных цитоплазматических органелл корня и листьев.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектной части госзадания № 5.948.2017/ПЧ.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Нечаева Т.В., Смирнова Н.В., Якутина О.П.
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск
nechaeva@issa-siberia.ru

Одним из наиболее масштабных и опасных видов прогрессирующей деградации пахотных почв, как в России, так и в мире в целом, является эрозия. Водная эрозия, разрушая верхний, наиболее плодородный гумусовый слой под влиянием стока талых и ливневых вод, приводит к образованию почв различной степени эродированности (смытости) с ухудшенными водно-физическими, агрохимическими и биологическими свойствами. Все выше перечисленное способствует снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, малоэффективному расходованию природных и производственных ресурсов, ухудшению и деградации почвенного плодородия.

Цель исследования – провести оценку агрохимического состояния почв и параметров урожая яровой пшеницы в условиях эрозионно опасного склона на юге Западной Сибири.

Район исследования геоморфологически относится к территории Буготакского мелкосопочника, одного из подрайонов Предсалаирской предгорной холмистой равнины (Предсалаирья) на юго-востоке Западной Сибири; административно –к Искитимскому району Новосибирской области, где доля эродированных земель варьирует в пределах 16-25% от общей площади района. Изученный участок пахотного угодья расположен на эрозионно опасном склоне южной экспозиции с уклоном от 0 до 9,5° и представлен почвами различной степени смытости: несмытая, слабо-, средне- и сильносмытая, а также намытая. Несмытая почва занимает

приводораздельное пространство в верхней части склона с уклоном до 1°. Далее на транзитной позиции эрозионной катены расположены слабосмытая почва в средней части склона с уклоном в 1-2°, средне- и сильносмытые почвы – в нижней части склона, где крутизна превышает 3°. Намытая почва занимает аккумулятивную позицию в подножии склона. Тип почвы – чернозем оподзоленный среднесуглинистый (по классификации и диагностике почв СССР, 1977). Наблюдения на данной территории проводились нами с 2009 г. В работе представлены результаты 2014 г., когда на почвах склона возделывали яровую мягкую пшеницу сорта Новосибирская 29. Почвенные образцы отобраны из разрезов, согласно степени смытости почв (через каждые 10 см до полуметровой глубины); растительные образцы – рамкой 50×50 см в четырехкратной повторности.

Почвы проанализированы на содержание органического углерода с пересчетом на гумус методом мокрого озоления в серно-хромовой смеси по Тюрину; нитратного азота ($N\text{-}NO_3$) и легкоподвижного фосфора ($P_{ЛПФ}$) – по Карпинскому-Замятиной (экстрагент 0,015 М K_2SO_4); подвижного фосфора ($P_{ПФ}$) – по Николову (0,1 М яблочнокислый аммоний); легкообменного калия ($K_{ЛОБ}$) – по Голубевой (0,0025 М $CaCl_2$), обменного калия ($K_{ОБ}$) – по Масловой (1 М CH_3COONH_4); валовых углерода ($C_{вал}$) и азота ($N_{вал}$) – методом сухого озоления на элементном анализаторе CHNS/O Analyzer 2400 (Perkin Elmerprecisely Serie II); pH водной суспензии ($pH_{вод}$) – потенциометрическим методом. Содержание NPK в зерне и соломе пшеницы определено методом мокрого озоления в смеси серной и хлорной кислот по Гинзбург. Все расчеты в почвенных и растительных образцах приведены на воздушно-сухое вещество.

Статистическая обработка данных проведена в пакетах Microsoft Office Excel 2007 и SNEDECOR V. 5.80. Анализ различия факторных средних выполнен методом дисперсионного анализа на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Наиболее характерными признаками смытых почв являются уменьшение мощности гумусового горизонта (А+АВ), приближение к поверхности иллювиального горизонта, а также содержание и запасы гумуса в слое, равном мощности гумусового горизонта несмытой почвы. За эталон несмытых оподзоленных и выщелоченных черноземов сибирского региона следует считать мощность гумусового горизонта равную 47-51 см. В проведенном исследовании мощность гумусового горизонта несмытого и намытого оподзоленного чернозема равна 55 см; слабо-, средне- и сильносмытых почв – 49, 35 и 20 см соответственно. Запасы гумуса в слое 0-50 см несмытой почвы составили 174 т/га; в слабо-, средне и сильносмытых почвах – снизились на 6, 13 и 47% соответственно. Намытая почва по сравнению с несмытой характеризовалась более высокими запасами гумуса – 205 т/га. Содержание $C_{вал}$ в несмытой почве варьировало от 3,85% в слое 0-10 см до 1,02% в слое 40-50 см. В полуметровом слое слабосмытой почвы

содержание $C_{вал}$ изменялось от 0,78 до 4,55%, и в целом было на уровне несмытой почвы. В слое 0-50 см средне- и сильносмытых почв содержание $C_{вал}$ варьировало в пределах 0,94-3,41 и 0,71-3,42%, что в 1,5 раза ниже по сравнению с несмытой; в намытой почве (2,87-4,38%) – наоборот, в 1,5 раза выше.

Количество валового азота, как и валового углерода, изменялось в соответствии с содержанием почвенного органического вещества: чем сильнее смыта почва, тем меньше в ней $C_{вал}$ и $N_{вал}$. В несмытой почве содержание $N_{вал}$ варьировало от 0,26% в слое 0-10 см до 0,08% в слое 40-50 см. В полуметровом слое слабосмытой почвы содержание $N_{вал}$ составило 0,29-0,06% и оставалось на уровне несмытой почвы. В слое 0-50 см слабо- и среднесмытых почв содержание $N_{вал}$ снизилось в 1,3 раза, а в намытой почве, наоборот, увеличилось в 1,6 раза. Наиболее резкие изменения в содержании валовых углерода и азота выявлены в пахотном слое (0-25 см) средне- и сильносмытых почв. Например, если в пахотном слое несмытой почвы содержание $C_{вал}$ и $N_{вал}$ равно 3,57 и 0,23%, в слабосмытой и намытой почвах – около 4,0 и 0,24%, то в среднесмытой почве – 3,32 и 0,19%, в сильносмытой почве – 2,44 и 0,15% соответственно.

Почвы склона характеризовались в целом нейтральной реакцией среды с постепенным снижением $pH_{вод}$ с глубиной. Так, в несмытой почве $pH_{вод}$ снижался от 6,95 до 6,77; в слабо-, средне- и сильносмытых почвах – 6,84→6,48, 6,98→6,86 и 7,18→7,05; в намытой почве – 7,07→6,78. Содержание нитратного азота в почвах склона было очень низким (< 5 мг $N\text{-}NO_3$/кг) в период уборки пшеницы и составило в пахотном слое сильносмытой почвы 1,4 мг/кг, в остальных – 1,8-2,1 мг/кг. С глубиной установлено снижение содержания $N\text{-}NO_3$ в 1,5-2,0 раза.

Следует отметить, что удобрения на исследованном участке пахотного угодья не вносились в течение длительного времени (с 2000 г.), питательный режим почв сложился под влиянием эрозионных процессов и выращивания в основном яровой пшеницы как монокультуры. Это территория сноса и переотложения продуктов выветривания пород, обогащенных фосфором. Поэтому почвы отличаются достаточно высоким содержанием,как валового фосфора, так и подвижных его форм.

Содержание $P_{ПФ}$ и $P_{ЛПФ}$ в слое 0-50 см несмытой почвы варьировало в пределах 7-36 и 0,01-0,51 мг P_2O_5/кг с максимальными значениями в слое почвы 0-20 см. В смытых почвах содержание фосфора было выше, что, на наш взгляд, связано с припахиванием нижележащего иллювиального горизонта, обогащенного подвижными фосфатами. Обеспеченность зерновых культур фосфором на несмытой и сильносмытой почвах по содержанию в пахотном слое $P_{ПФ}$ и $P_{ЛПФ}$ в количестве 30-35 и 0,32-0,40 мг P_2O_5/кг соответствовала среднему уровню. В остальных почвах склона содержание

$Р_{ПФ}$ и $Р_{ЛПФ}$ варьировало в пределах 47-62 и 0,67-0,91 мг/кг, что соответствует повышенному уровню обеспеченности растений фосфором.

Для зональных почв Западной Сибири оптимальная обеспеченность сельскохозяйственных культур калием в легкообменной форме составляет 20-30 мг, в обменной – 200-250 мг К/кг с учетом среднесуглинистого гранулометрического состава почв. В пахотном слое исследованных почв склона содержание $К_{ЛОБ}$ варьировало в пределах 3,7-6,7 мг, $К_{ОБ}$ – 114-132 мг/кг, что соответствует низкому уровню обеспеченности растений калием. Максимальное содержание $К_{ОБ}$ и $К_{ЛОБ}$ в почвах склона (за исключением сильносмытой) отмечено в слое 0-20 см, что связано, вероятно, с биогенной аккумуляцией элемента. В слое 0-20 см сильносмытой почвы содержание $К_{ОБ}$ составило 118 мг/кг, в то время как в слое 20-50 см – 140-152 мг/кг. То есть имеющиеся запасы обменного калия в нижележащих горизонтах почвы не в состоянии полноценно компенсировать более истощенный калийный фонд пахотного слоя. Степень подвижности калия (рассчитанное как отношение $К_{ОБ}$ к $К_{ЛОБ}$) в пахотном слое несмытой почвы равна 22, тогда как в смытых почвах этот показатель увеличивался в ряду слабо- (20) → средне- (29) → сильносмытая (34), что способствует дальнейшему снижению почвенных запасов обменного калия.

Известно, что в условиях лесостепи Западной Сибири плодородие черноземов достаточно высокое, что позволяет получать урожайность зерновых культур до 30 ц/га в благоприятные по увлажнению годы даже без применения удобрений. В проведенном исследовании максимальные показатели массы снопа и массы зерна в снопе получены на намытой почве – 752 и 328 г/м^2, в то время как на несмытой почве они составили 479 и 196 г/м^2 соответственно. В смытых почвах показатель массы снопа варьировал в пределах 366-433 г, массы зерна в снопе – 165-207 г/м^2, и существенных различий по сравнению с несмытой почвой не установлено. Показатель массы 1000 зерен относился к группе с высокой массой и составил на несмытой почве 30,6 г. На смытых и намытой почвах этот показатель был в 1,1-1,3 раза выше. Показатель массы 1000 зерен снижался в ряду слабо- (40,5) → средне- (37,0) →сильносмытая (34,2).

Содержание макроэлементов в пшенице на почвах склона варьировало в следующих пределах: азот (N) – 0,93-1,20% (зерно) и 0,17-0,29% (солома); фосфор (Р) – 0,38-0,42 и 0,05-0,13%; калий (К) – 0,40-0,47 и 0,84-1,38%. Более высокое содержание фосфора в зерне и соломе на слабо- и среднесмытых почвах по сравнению с несмытой связано с лучшей обеспеченностью почв $Р_{ПФ}$ и $Р_{ЛПФ}$. В целом содержание азота в зерне было низким, калия – ниже средних значений, фосфора – оптимальным.

Сравнительная оценка агрохимического состояния пахотных почв (слой 0-50 см) в условиях эрозионно опасного склона на юге Западной Сибири показала, что наиболее резкие изменения происходят в средне- и

сильносмытых почвах в сравнении с несмытой по содержанию валовых углерода и азота, запасам гумуса. В намытой почве запасы гумуса были выше в 1,2 раза, содержание валовых углерода и азота – в 1,5 и 1,3 раза больше, чем в несмытой почве и с глубиной эти показатели снижались менее резко. Содержание легкоподвижного и подвижного фосфора в смытых почвах выше, чем в несмытой, что связано с припахиванием иллювиального горизонта, обогащенного подвижными фосфатами. Обеспеченность зерновых культур фосфором соответствовала среднему и высокому уровням. Существенных различий по содержанию легкообменного и обменного калия в почвах склона не выявлено, обеспеченность растений калием соответствовала низкому уровню. Показатель степени подвижности калия в смытых почвах увеличивался в ряду слабо-→ средне- → сильносмытая, то есть способность обменного калия вытесняться из поглощенного состояния становиться сильнее. Максимальные показатели массы снопа и массы зерна в снопе получены на намытой почве, существенных различий между несмытой и смытыми почвами не отмечено. Данные по содержанию NPK в зерне и соломе яровой пшеницы согласуются с результатами агрохимической диагностики почв склона.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Никитина О.Г.
ООО «Проектно-строительная компания «Водяной», Котельники, Московская обл.
z1110166@mail.ru

В учебнике «Почвоведение» под редакцией С.И. Кауричева (1974), процесс формирования плодородия почвы характеризуется как жизнедеятельность микроорганизмов, превращающих органические запасы почвы в доступную для растений форму.

Обычно плодородие оценивается по гумусовому состоянию почвы. Однако высокомолекулярный гумус для растений недоступен, требуется его фрагментация, осуществляемая микроорганизмами, прежде всего – органотрофными флокулирующими бактериями (ОФБ). Помимо ОФБ, в почвенной влаге живут их конкуренты за пищевой ресурс: различные дополнительные органотрофные микроорганизмы (ДМ). Роль дополнительных в преобразовании почвенной органики в доступную для растений форму ничтожно мала, по сравнению с ролью ОФБ, имеющих огромный суммарный ферментативный аппарат, что позволяет ОФБ в

благоприятных для них условиях вытеснять дополнительные микроорганизмы.

Многолетние исследования позволили нам выяснить основные факторы, нарушающие жизнедеятельность ОФБ, а затем и разработать методику не только выявления, но и устранения воздействий этих нарушающих факторов.

Новая процессуальная методика названа нами Биоэстимацией. Её не следует отождествлять с Биоиндикацией, которая характеризует другой предмет исследования: состояние среды, но не процесс её формирования. А с помощью биоэстимации характеризуется не состояние водной среды, а процесс формирования состояний. Таким образом, обе гидробиологические методики гармонично дополняют контроль и способствуют комплексной оценке как водных, так и почвенных объектов.

Первоначально биоэстимация была разработана для контроля процесса очистки сточных вод в аэротенках, в которых природный процесс самоочищения ускорен техническими средствами в сотни тысяч раз благодаря поддержанию высокой концентрации ОФБ, именуемых «активным илом». Затем биоэстимация стала применяться для коррекции самоочищения биопрудов, биоканалов, различных пресноводных объектов, в том числе и рыбоводческих.

В 1990 г. к нам обратились специалисты из института ВНИРО с вопросами связанными с массовой гибелью молоди крабов в Черном море в районе Анапы. Биоэстимация помогла решить эту и другие проблемы, по пробам морской воды из разных регионов.

По нашим наблюдениям, при воздействии какого-либо фактора, нарушающего жизнедеятельность ОФБ, определённые группы ДМ получают шанс на вспышку численности, отображая воздействие соответствующего нарушающего фактора. Мы сгруппировали ДМ в 10 биоэстиматоров. Биоэстиматоры – это не виды, а экологические группы, в которые могут входить представители разных систематических групп, но со сходными экологическими предпочтениями (изовикты) и со сходным обликом (изоморфы).

С помощью многомерного статистического анализа многолетних данных удалось сделать биоэстимацию цифровой: определена пороговая численность биоэстиматоров, выраженная в миллионах на 1 г сухой массы ОФБ; численность биоэстиматоров в конкретной пробе, превышающая пороговую, служит сигналом для принятия восстановительных мер.

Бактерии живут только в водной среде, в частности, в почвенной влаге, представляющей в планетарном масштабе огромный водный объект, в 70 крат превышающий суммарный объём всех рек Земли (Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее, 1974).

В 1995 г., по инициативе заслуженного профессора МГУ, почвоведа Е.Д. Никитина, биоэстимация была применена для анализа водных вытяжек

из проб почвы, предоставленных им. При изучении нового для нас водного объекта – почвенной влаги – нам очень помогли труды Д.Г. Звягинцева, посвященные почвенным бактериям. В его трудах оказался ряд положений, которые были ранее наработаны и нами, в частности, он также разделяет почвенные микроорганизмы на основные и дополнительные, отмечает и агрегирование основных бактерий, которое мы называем флокуляцией (по приоритету Ардерна и Локкета, описавших это явление в 1914 году). Всё это привело нас к выводу, что корректнее говорить не «бактерии активного ила» или «почвенные бактерии», а просто: «органотрофные бактерии». Оказалось, что и в почвенной влаге обнаруживаются все выявленные нами ранее биоэстиматоры, а по превышению их пороговой численности, выявляются соответствующие нарушения и составляются списки восстановительных рекомендаций.

Так, Биоэстиматор № 1, или Б-1 (пороговая численность: 3,5 млн./г) – это органотрофные жгутиковые, как растительного, так и животного происхождения. Вспышка их численности, превышающей пороговую, сигнализирует о застаивании воды в теле почвы; в данном случае, требуется дренирование.

Б-2 (2,9 млн./г) – голые амебы, которые обычно прячутся в бактериальных флокулах, и выходят наружу при недостатке воздуха, поэтому требуется рыхление.

Отношение Б-3/Б-4 (1) – превышение численности свободноплавающих инфузорий над численностью прикрепленных указывает на недостаточную вертикальную (капиллярную) подвижность влаги, и требуется пескование.

Б-5 – Хламидобактерии (15 млн./г), сигнализируют о перегрузке ОФБ легко окисляемой органикой и требуется уменьшить удобрение навозом и/или компостом.

Б-6 – бентосные раковинные амебы, сарцины и сидеротеки (4,7 млн./г), сигнализирующие о перегрузке ОФБ трудно окисляемой и/или восстанавливаемой органикой, например, при избыточным торфовании;

Следующие биоэстиматоры помогают выявлять загрязнение почвы промстоками, установить их источник по кустовому принципу и, привлекая санитарные и экологические службы, пресекать нарушения или требовать строительство локальных очистных сооружений при соответствующих предприятиях.

Б-7 – Аномальная зернистая флокуляция бактерий (2,9 млн./г) характерна для загрязнения почвы сахарами.

Б-8 – Гифомицеты (2,9 млн./г) помогают выявить токсическое воздействие на основныхредуцентов – ОФБ.

Б-9 – Цианобактериоподобные органотрофные нитчатые бактерии (1,5 млн./г), помогают выявить нарушающее воздействие спиртов, чаще всего как результат брожения в участках застоя.

Б-10 – Планктонные раковинные саркодовые (4,7 млн./г), сигнализируют о нарушающем воздействии на ОФБ жироподобных веществ, в том числе нефтепродуктов.

Сопоставляя результаты биоэстимационного анализа в различных водных объектах, мы установили, что в любой водной среде, пресной или соленой, а также в почвенной влаге происходит аналогичный процесс трансформации органических веществ, нарушаемый аналогичными факторами; при этом сходна и сущность восстановительных рекомендаций, а конкретные мероприятия разрабатываются в соответствии с типом водного объекта.

В водоемах и водотоках процесс жизнедеятельности ОФБ приводит к самоочищению водной среды – органические запасы преобразуются в простые вещества, при этом водоемы превращаются из полисапробных в олигосапробные.

Одна из особенностей биоэстимации – минимизация количества отбираемых проб: воды нужно около 150 мл (под пробкой обязательно должен быть воздух). После отбора образцов почвы, квантования и тщательного перемешивания, взять на глаз около 30-40 г почвы натуральной влажности, поместить в пакетик Zip-lock 8 см х12 см, застегнуть так, чтобы в пакетике оставалось немного воздуха.

Хранить пробы можно длительное время в прохладном месте (например, на дверке бытового холодильника), не допуская замораживания, защищая от света (иначе в пробах разрастаются микроводоросли, мешающие подсчету биоэстиматоров).

Таким образом, вашему вниманию была представлена новая, процессуальная гидробиологическая методика – Биоэстимация, которая помогает получить дополнительные сведения о процессе формирования почвенного плодородия, предложить перечень восстановительных рекомендаций и служит примером плодотворного взаимодействия разных научных направлений, таких как гидробиология и почвоведение.

ВЛИЯНИЕ ПАЛА СТЕРНИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ

Одабашян М.Ю., Трушков А.В., Казеев К.Ш.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
m.odabashyan@mail.ru

Сельскохозяйственные палы распространены повсеместно, для быстрой очистки полей от пожнивных остатков активно применяется метод выжигания (Абатуров, 2010). Среди факторов нарушения степных экосистем

в последние десятилетия одно из первых мест занимают пожары (Лысенко, 2005). Прежде всего, пожар изменяет температурный режим почвы в сторону большей контрастности. Черная, лишенная укрытия травостоем и ветошью, поверхность почвы на гари сильнее прогревается на солнце, а в холодное время года быстрее остывает (Мордкович, 2014). После сильного пожара меняется пористость почвы и заметно увеличивается гидрофобность верхнего слоя, которое в свою очередь приводит к увеличению поглощения тепла и интенсивному испарению влаги (Маштыков, 2005; Мордкович, 2014). Понижение влажности почвы сопровождается повышением содержания карбонатов в верхнем слое почвы и подъемом в почвенном профиле карбонатного горизонта (Колесников и др., 2013). В результате воздействия пожара на поверхность становится уязвима к действию ветра, что на легких почвах может приводить к заметному увеличению дефляции. Увеличивается плотность почвы из-за разрушения агрегаций и заполнения пор частицами золы и распространившихся глинистых частиц (Хазиев, 2015). Биологические свойства черноземов значительно изменяются при палах после уборки урожая (Вальков и др., 1996).

Целью данного исследования являлось изучение влияния пала стерни на экологические функции черноземов. Объектом исследования был выбран чернозем обыкновенный карбонатный южно-европейской фации. Исследование проводили в полевом стационаре в Ботаническом саду Южного федерального университета летом 2016 г. Здесь был сожжен яровой ячмень после его созревания. В опыте было 3 варианта. Вариант №1 был контрольным (не подвергался пирогенному воздействию), на варианте №2 почва подвергалась слабому палу, а на варианте №3 – более интенсивному палу с двойным количеством растительного органического материала (стерни). Почвенные образцы для лабораторно-аналитических исследований отбирали сразу же после пожара, через 3 и 30 суток. Был отобран верхний слой 0-5 см, как наиболее сильно повреждаемый слой почвы при степных пожарах. Активность каталазы определяли по волюметрическому методу А.Ш. Галстяна, активность инвертазы определяли по колориметрическому методу с реактивом Феллинга. Общую микробную биомассу определяли по регидратационному методу (Казеев и др., 2016).

Температура почвы до начала эксперимента на поверхности была 30°С, на глубине 5 см – 24°С, на глубине 10 см – 22,6°С. В результате инициирования пала температура за несколько минут значительно возросла. Изменение температуры зависело от глубины почвы и степени воздействия пожара, а также от количества растительного остатка на поверхности почвы. Во время слабого пала температура на поверхности была 78°С, на глубине 5 см – 39,1°С, на глубине 10 см – 25,1°С. При сильном пале температура на поверхности была 91°С, на глубине 5 см – 43,6°С, на глубине 10 см – 29,8°С. Изменение температуры зависело от количества сухой растительности и

продолжительности горения. После сжигания на 3 и 30 сутки наблюдается повышение температуры поверхностного слоя на 2-3°С от контроля. Это, скорее всего, связано с увеличением поглощения тепла. На обгорелых участках температура почвы выше.

Влажность почвы до начала эксперимента на глубине 5 см составляла 30%. После слабого пала влажность снижается на 14% от контроля, после сильного пала влажность почвы снижается на 20% от контроля. На третий день после пала на участке со слабым палом снижение влажности составило 16%, на участке с сильным палом снижение составило 22%. На 30 день после слабого пала влажность почвы снизилась на 36%, после сильного пала – на 46%. В данном случае можно заметить закономерность в снижении влажности после принудительного сжигания сухой растительности (стерни) во все сроки наблюдения. Это объяснятся тем, что на обугленном участке резко увеличилось испарение влаги и уменьшилось водопроницаемость почвы связи с образованием на поверхности гидрофобного слоя.

При исследовании воздействия пала на чернозем выявлено снижение общей микробной биомассы. Общая микробная биомасса в верхнем слое контрольного участка в первый срок наблюдения составила 12,6 мг/кг. В чернозёме через сутки после пирогенного воздействия микробная биомасса снизилась на варианте №2 – 17% от контроля, на варианте № 3 – на 24%. На 3 день после пала микробная биомасса снизилась на варианте №2 –на 17% от контроля, на варианте №3 – 21%. Через 30 суток после пирогенного воздействия происходит некоторое восстановление микробной биомассы относительно предшествующих сроков. На варианте №1– 13,3 мг/кг, на варианте №2 – снижается на 13% от контроля, на варианте №3 – снижается на 15% от контроля.

Основная масса микроорганизмов сосредоточена в верхней части почвенного профиля в слое 0–20 см. Наиболее высокая микробиологическая деятельность наблюдается при температуре 25–35°С и влажности, составляющей 60% полной влагоемкости. Вся почвенная микрофлора наиболее активна при реакции среды, близкой нейтральной (Апарин, 2012). Учитывая выше сказанное, снижение общей микробной биомассы можно связать с изменением температуры, которая несколько раз превышала оптимальную температуру для микробиологической деятельности, снижение влажности на 36–46%.Незначительная влажность почвы является одним из неблагоприятных факторов для жизнедеятельности растений и микроорганизмов (Смелянский, 2015). Все эти факторы поспособствовали снижению микробной биомассы.

Ферментативная активность почвы зависит от растений, почвенной биоты и микробной биомассы. Основными экологическими факторами, регулирующими деятельность микроорганизмов, равно как и активность почвенных ферментов, являются влажность, температура, pH,

присутствующие в среде различные соединения, играющие трофическую роль для микроорганизмов и роль активаторов или ингибиторов (Смелянский, 2015).

В результате исследования установлено, что активность каталазы в верхнем слое контрольного участка в первый срок наблюдения составила 9,8 мл O_2/мин./г почвы. В чернозёме через сутки после пирогенного воздействия активность каталазы снизилась на варианте №2 – на 7% от контроля, на варианте №3 – на 26%. Эффект сохранялся и через трое суток после воздействия практически с теми же значениями активности каталазы. Через трое суток активность каталазы осталась ниже контрольных значений на 7% на варианте №2, и 18% – на варианте №3. При этом эффект воздействия сохраняется длительное время. Через 30 суток после пирогенного воздействия происходит некоторое восстановление активности фермента, на контрольном образце активность фермента составляло 10,1 O_2/мин./г почвы, на варианте №2 – 8,8 O_2/мин./г почвы, на варианте №3 – 7,9 O_2/мин./г почвы, полного восстановления значений не произошло.

Активность инвертазы в верхнем слое контрольного участка в первый срок наблюдения составила 29,6 мг глюкозы/г/сутки. В чернозёме через сутки после пирогенного воздействия активность инвертазы снизилась на варианте №2 – 7% от контроля, на варианте № 3 – на 10,2%. На 3 день после воздействия наблюдается увеличение активности инвертазы, на варианте №2 – 1,4% от контроля, на варианте №3 – 5,5%. Через 30 суток после пирогенного воздействия происходит резкое снижение активности фермента относительно предшествующих сроков. На варианте №1 – 22,3 мг глюкозы/г/сутки, на варианте №2 – снижается на7,7% от контроля, на варианте №3 – снижается на 8,9% от контроля.

Таким образом, можно сделать вывод, что палы растительных остатков (соломы и стерни) оказывают отрицательное воздействие на экологические и биологические свойства чернозема. После слабого пала с малым количеством растительных остатков на поверхности, на глубине 5 и 10 см увеличивается температура почвы и в несколько раз уменьшается влажность почвы. Влажность почвы имеет обратную связь с температурой. Снижается микробиологическая и ферментативная активность. При сильном пале с двойным количеством соломы эти изменения более интенсивные и продолжительные. Сила воздействия пирогенного фактора в виде пала стерни имеет прямую зависимость от количества сухих растительных остатков на поверхности почвы. Чем больше соломы и стерни, тем сильнее сокращается численность микроорганизмов и ингибируется активность ферментов. Однако, на 30 сутки после пала, как слабого, так и повышенной интенсивности происходит восстановление микробиологической и ферментативной активности относительно предшествующих сроков, однако полного восстановления значений не произошло.

Исследование выполнено при поддержке Президента Российской Федерации (НШ-9072.2016.11, МК 326.2017.11) и Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/8.9).

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА

Пименова А.Е., Буйволова Е.С., К.Ш. Казеев
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
kamil_kazeev@mail.ru

Уникальные экосистемы Абраусского полуострова представлены сухими восточно-средиземноморскими субтропиками с большим числом эндемиков и реликтов, сохранившимся с третичного периода. Это одно из немногих в России мест произрастания можжевелово-фисташковых редколесий. Растительность этого ландшафта составляет реликтовая флора сухого средиземноморья, и поэтому в составе лесов кроме дуба, граба и сосны крымской, часто встречаются различные можжевельники, ксерофитные кустарники, сосна пицундская и фисташка. Абраусский полуостров с одной стороны ограничен Цемесской бухтой, с другой стороны неразрушенным остатком хребта Навагир. Этот хребет защищает окрестности Новороссийска и Геленджика от северных ветров. Это самый крайний северный район сухих субтропиков на Северном Кавказе. Для него характерен климат сухих субтропиков с мягкой влажной почти бесснежной зимой и сухим летом. Горная система Кавказа, в этой самой западной его части, только начинает подниматься, горы имеют округлые формы и не большие отметки высот до 500-1000 метров, вследствие чего не являются препятствием на пути движения влажных западных воздушных масс, что и является причиной засушливости климата (500-600 мм осадков в год).

Органическое вещество почвы придает ей уникальность свойств и режимов, обеспечивает многообразие выполняемых общебиосферных и биогеоценотических функций, в том числе агрономических. Гумусовое состояние коричневых почв России и его изменение под действием разных антропогенных факторов недостаточно исследовано.

Полевые исследования выполнены в мае 2018 г. на трех участках Абраусского полуострова в окрестностях поселка Дюрсо в непосредственной близости от заповедника «Утриш». Первый участок – пожарище на средней части приморского склона. Древесно-кустарниковая растительность можжевелового редколесья сгорела здесь в 2013 г. на общей площади несколько гектар. Географические координаты места отбора почвенных

образцов на исследуемом участке пожарища – 44º41.245 с.ш., 37º31.483 в.д. Высота над уровнем моря составляет 57 м. В 200 метрах от первого учетной площадки исследован контрольный участок можжевелового редколесья. Участок виноградника был исследован в нескольких километрах от первых двух участков в сторону поселка Абрау-Дюрсо. Географические координаты – 44º41.868 с.ш., 37º34.505 в.д. Почвы на всех участках – коричневые выщелоченные каменистые на элювии песчаников. Мощность рухлякового слоя составляет 25-30 см. Проведенные в 2012–2016 гг. исследования показали, что на большей части Абраусского полуострова, включая природный заповедник «Утриш», распространены коричневые почвы. Главными признаками коричневых почв являются: коричневый цвет профиля, интенсивное текстурное оглинивание средней части профиля почвы, элювиально-иллювиальный тип декарбонизации, близкая к нейтральной реакция среды, богатство почвы элементами минерального питания.

Исследования почв проводили в составе комплексных экспедиций по общепринятым методам. Лабораторно-аналитические исследования содержания общего гумуса выполнены в лаборатории кафедры экологии и природопользования Южного федерального университета методом бихроматного окисления в кислой среде И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина.

Генетический профиль лесной коричневой почвы исследуемой территории имеет некоторые отличия от описанных в литературе почв. Различия обусловлены низкогорным рассеченным рельефом территории и скелетностью почв. Прежде всего, это более короткий почвенный профиль, высокая каменистость и щебенчатость, отсутствие карбонатных новообразований, наличие в некоторых случаях фрагментарной маломощной лесной подстилки.

Коричневая почва контрольного участка обладает высоким содержанием гумуса в верхнем горизонте – 11,2%. Содержание гумуса в мелкоземе горизонта АВ на глубине 15-25 см составляет 6,6%. Постпирогенная почва, спустя 5 лет после пожара, содержала почти вдвое меньшее содержание гумуса в поверхностном пятисантиметровом слое по сравнению с почвой контрольного участка можжевелового редколесья. Изменение коснулись не только поверхностного слоя почвы, но и нижележащих горизонтов. На глубине 15-25 см различие между почвами участками сохраняются на том же уровне, что и для верхних горизонтов. При этом в литературе отмечается, что пирогенное воздействие в разных почвах непосредственно затрагивает только поверхностные горизонты почв, и вглубь почвенного профиля изменения не проникают. Следует отметить, что исследуемые почвы различались и по степени каменистости профиля. На контрольном участке каменистость профиля в средней части профиля составляет 50%, а на участке

пожарища – объем щебня повышается до 80%. Этот факт еще больше увеличивает различия гумусового состояния исследуемых почв.

Ранее было установлено, что сельскохозяйственное использование почв Юга России приводит к снижению содержания гумуса. Степень снижения зависит от типа почв и от вида воздействия (пашня, пастбище, виноградник). В большей степени дегумификация затрагивает пахотные почвы. Потери гумуса при распашке степных почв могут доходить до 60%. В предгорных и горных районах Кавказа потери гумуса при сельскохозяйственном использовании почв могут быть кратными вследствие сопутствующей эрозии в условиях господства склоновых территорий. В настоящем исследовании установлено, что сельскохозяйственное использование коричневых почв приводит к резкому снижению содержания гумуса. В почве виноградника содержание гумуса было почти в 12 раз меньше, чем на контрольном участке можжевелового редколесья. Аналогичные высокие потери гумуса в почвах виноградников установили ранее и другие исследователи для коричневых почв Крыма. Биологическая активность почв виноградников также значительно ниже, чем природных почв. Это установлено в настоящих исследованиях и при ранее проведенных исследованиях. Подобные изменения связаны с плантажированием почвы, когда почва перепахивается плантажной вспашкой на большую глубину. Эрозионные процессы, проявляющаяся в условиях рассеченного горного рельефа также играют значительную роль.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ (5.5735.2017/8.9) и ведущей научной школы РФ (НШ-3464.2018.11).

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ВОССТАНОВЛЕНИИ И ОЗДОРОВЛЕНИИ ДЕГРАДИРОВАННОГО СУБСТРАТА РАССАДНИКА ПРИ БЕССМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ТАБАКА

Плотникова Т.В.[1], Сидорова Н.В.[1], Егорова Е.В.[2]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, Краснодар
[2]Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар
vniitti.nir@mail.ru

Табак – рассадная культура и технология выгонки стандартных растений является доминирующей частью в получении высоких урожаев качественного табачного сырья. Стабильность данного процесса зависит от состояния питательной смеси рассадника, смену которой необходимо

проводить не реже, чем в 3-4 года. Однако, трудоёмкость и высокозатратность данного процесса приводит к тому, что выращивать рассаду приходится на несменяемом субстрате более длительное время. При этом происходит комплексная его деградация с потерей подвижных форм питательных элементов, падение супрессивности смеси (показатель почвенного здоровья) и накопление в ней микопатогенной инфекции, что может способствовать поражению рассады гнилями. Помочь изменить ситуацию в положительную сторону могут современные органические удобрения. Данные препараты позволяют восполнить потери органического вещества и основных доступных элементов, восстановить супрессивный потенциал рассадника, поддержать иммунитет растений к поражению микромицетами, т.е. сбалансированные органические удобрения в данном случае являются альтернативой фунгицидам.

Поэтому, целью исследований является изучение влияния органических удобрений, внесенных в парниковую смесь на повышение плодородия, оздоровление питательной смеси рассадника, а также на рост и развитие растений табака в рассадный и полевой периоды и, в конечном итоге, на урожайность и качество табачного сырья.

Выгонку рассады проводили в необогреваемых парниках на длительно несменяемой (10-11 лет) парниковой смеси с содержанием подвижных форм питательных элементов: NH_4 – 2,9 – 3,8 мг, NO_3 – 6,0 – 7,1 мг, P_2O_5 – 14,2 – 16,0 мг и K_2O – 24,2 – 25,5 мг на 100 г субстрата на предварительно созданном азотном фоне N_{35} (50% от оптимального содержания лабильного азота) с помощью внесения аммиачной селитры за 7-10 дней до посева семян табака на основании агрохимических анализов. Площадь учетной делянки 1 м^2, повторность – четырехкратная. Норма высева семян – 0,3 г/м^2. Удобрения вносили трехкратно перед посевом семян (за 3-5 дней) и в период вегетации рассады (через 2 недели и 4 недели после посева семян) с поливной водой из расчёта 1 л рабочего раствора/м^2 в следующих дозах: Стимулайф – 5 мл/м^2, BIO FISH – 3 мл/м^2 и Стимикс – 5 мл/м^2. Удобрения ОМУ и Исполин – 100 г/м^2 – за 3-5 дней до посева семян с заделкой в питательный субстрат. Через месяц после внесения оценивали влияние удобрений на нитрифицирующую способность смеси, активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и интенсивность дыхания. По окончанию опытов определяли качество рассады. Видовой состав микофлоры устанавливали с помощью микроскопирования. Для изучения влияние качественной рассады табака на дальнейшую продуктивность растения (площадь листа, урожайность), табак высаживали в поле после выборки в соответствии с вариантами парникового опыта. Площадь учетной делянки в поле 14 м^2, схема посадки 70х25 см, повторность четырехкратная.

В ходе проведённого эксперимента установлено, что испытанные удобрения способствовали оздоровлению питательного субстрата за счет

снижения заселения патогенными микромицетами и, следовательно, уменьшения или отсутствия поражения табака рассадными гнилями. Так, в опытном образце контрольного варианта выращены колонии патогенных грибов рода *Fusariumspp.* (0,5 тыс. КОЕ), *Alternariaspp.* (0,5 тыс. КОЕ), *Penicillium spp.* (1 тыс. КОЕ (колониеобразующих единиц) /1г абсолютно сухой почвы). Распространение рассадной гнили на данном варианте составляло 20-25%.

В образцах на фоне внесения удобрений ОМУ, Исполин и BIO FISH выявлены единичные колонии почвенных актиномицетов рода *Actinomycesspp.* На варианте, где вносили препарат гуминовой природы Стимулайф обнаружены колонии грибов рода *Trichodermaspp.*(до 1,5 тыс. КОЕ) и *Trichoteciumspp.* (до 0,2 тыс. КОЕ). На фоне применения удобрения Стимикс выявлены колонии микромицетов*Alternariaspp.* (3,0 тыс. КОЕ), *Penicilliumspp.*(1,0 тыс. КОЕ), *Trichoteciumspp.* (до 0,5 тыс. КОЕ), *Humicotaspp.* (1,0 тыс. КОЕ) – почвенный микромицет, положительно характеризующий состояние питательного субстрата.

Удобрения способствовали обогащению питательной смеси рассадника доступными питательными элементами, увеличив содержание нитратного азота на 26–54%, аммиачного на 27–59%, подвижного фосфора на 15–47% и обменного калия на 14–50% по сравнению с контролем. На удобренных делянках отмечено повышение интенсивности процесса нитрификации в 1,7–5,7 раза, деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и интенсивность дыхания в 1,2–2,0 раза. Положительная динамика по предотвращению деградации субстрата эффективно отразилось на росте и развитии рассады и растений в поле и, в конечном итоге, на урожайности табака.

Так, удобрения, вносимые в парниковую смесь, способствовали увеличению длины рассады до точки роста на 19 - 109%, до конца вытянутых листьев – на 53–104%. Масса наземной части удобренных растений увеличилась на 61–117%, масса корней – на 39–88%, диаметр стебля на 23–28%. Выход стандартной рассады к оптимальному сроку высадки на делянках с использованием удобрений составил 792–872 шт./м^2, что превысило контрольные значения на 68–85%.

Использование органических удобрений в период выращивания рассады оказало ростостимулирующее влияние на площадь листьев табака – основной показатель, определяющий урожайность, который увеличился на 10-20%. Так, при применении удобрения ОМУ прибавка к урожаю составила 4,1 ц/га (19%), Исполин – 3,7 ц/га (17%), BIO FISH – 3,4 ц/га (16%), Стимулайф – 2,9 ц/га (14%), Стимикс – 2,7 ц/га (13%) ($НСР_{05}$ – 2,4 ц/га).

Таким образом, предпосевное применение органических удобрений комплексного состава ОМУ, Исполин, Стимулайф, BIO FISH, Стимикс при несменном возделывании рассады табака на деградированном питательном

субстрате рассадника способствует агробиологическому его оздоровлению, проявляемому в виде повышения нитрифицирующей активности, целлюлозоразрующей способности, интенсивности дыхания смеси, снижением плотности патогенной инфекции и поражения растений рассадными гнилями за счет изменения состава грибов с превалированием супрессивной микоты, что позволяет получать качественную стандартную рассаду, с которой в дальнейшем получен высокий урожай культуры. Представленные исследования рекомендуются для использования в органическом сельском хозяйстве.

ДОЖДЕВАНИЕ КАК ЭКСПРЕСС-МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Прущик А.В., Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Титов А.Г.
Курский Федеральный Аграрный Научный Центр, Курск
model-erosion@mail.ru

Для получения количественных данных о негативных воздействиях дождевой эрозии на почву, окружающую среду необходимо проводить натурные наблюдения за выпадением осадков в течение длительного времени. Для проведения такого рода наблюдений необходимо провести топографическую съемку участка, картографирование почв, оборудовать осадкомерные пункты с соответствующей приборной базой (осадкомеры, плювеографы), заложить стоковые площадки. Эти мероприятия требуют больших финансовых затрат и не всегда могут соответствовать поставленной задаче, т.к. нельзя получить дождь с определенными характеристиками и по расписанию.

Использование дождевальных установок для изучения дождевой эрозии становится всё более актуальным. Используемый в наших экспериментах, метод дождевания стоковых площадок позволяет быстро и с малыми финансовыми затратами получить необходимые данные. В качестве критерия подобия для естественных дождей используется эрозионный индекс дождя *AI:* для разных дождей эрозионно-гидрологический эффект одинаковый, если эти дожди имеют одинаковые значения индекса *AI*. Эрозионная характеристика *A* является критерием подобия для искусственных дождей. Для этих двух критериев выполняется равенство $A=constAI$, где *const* – постоянная величина. Это равенство даёт возможность в зависимостях, полученных по данным дождевания, величину *A* заменять на *AI*. Следовательно, при такой замене полученные зависимости можно использовать для естественных дождей. На этом основан метод дождевания стоковых площадок.

Для естественных и искусственных дождей потери почвы описываются линейными уравнениями, соответственно, от *AI* и *A*. Если в этом уравнении величину *A* заменить на индекс *AI*, то можно рассчитать потери почвы для любых естественных дождей. Чтобы рассчитать *AI*, необходимо для естественного дождя иметь зависимость интенсивности дождя от времени. Следовательно, можно оценивать потери почвы для естественных дождей, используя экспериментальные данные для искусственных дождей. Когда впитывающая способность почвы меньше интенсивности дождя, то происходит сток. Для естественных и искусственных дождей впитывающая способность почвы описывается экспоненциальным уравнением. При замене *A* на *AI* это уравнение можно использовать для естественных дождей (для расчёта стока). Критерии подобия позволяют экспериментальные данные, полученные в результате дождевания, использовать в расчетах для естественных дождей. Таким образом, применяя метод дождевания стоковых площадок, можно получить результаты за несколько дней. Для получения аналогичных результатов в натурных исследованиях необходимо проводить исследования в течение 20 лет. Используя критерии подобия можно применять дождевальные установки, создающие капли одного размера и падающие с одинаковой скоростью. Монодисперсный дождь снижает денежные затраты, исключая необходимость использования дорогостоящего оборудования для измерения спектра дождевых капель. Причем исследователь сам задает необходимые условия для проведения эксперимента.

На базе ФГБНУ «Курского ФАНЦ» на протяжении нескольких десятилетий были разработаны разные виды конструкций дождевальных установок. На разработанные установки были получены патенты на изобретения (авторские свидетельства). В настоящее время постоянно применяются две: лабораторно-полевая и портативная лабораторно-полевая дождевальные установки.

Лабораторно-полевая дождевальная установка (ДУ) предназначена для исследования влияния ливневых осадков на сток воды, смыв почвы, вынос химических веществ в различных агроэкосистемах.

Диаметр капель дождя, создаваемый ДУ, составляет 4,5±0,3 мм. Интенсивность дождя колеблется в диапазоне от 1,0 мм/мин до 1,9 мм/мин, при этом стабильность интенсивности дождя во время проведения одного эксперимента находится в пределах 3%. Высоту падения капель можно устанавливать от 0 до 2,5 м. Рабочая площадь орошения составляет 3 м^2. Рабочая поверхность с каплеобразователями прямоугольной формы размером 1х3 м.

ДУ и сопутствующее оборудование, необходимое для проведения эксперимента, весом примерно 300 кг транспортируется на двух стандартных

прицепах (грузоподъемностью 500 кг). Для проведения экспериментов необходимо как минимум 5 человек.

Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка (ПДУ) предназначена для исследования впитывающей способности почвы и выноса химических элементов из почвы с поверхностным стоком в различных агроэкосистемах. Каплеообразователи ПДУ на рабочей поверхности расположены по спирали Архимеда. Благодаря этому и автоматически раскачивающему устройству, которое вращает установку, капли дождя равномерно распределяются по стоковой площадке, не образуя углубления в почве.

Диаметр капель дождя, создаваемый ПДУ, составляет 4,0±0,3 мм. Интенсивность дождя колеблется в диапазоне от 1,2 мм/мин до 2,8 мм/мин, при этом стабильность интенсивности дождя во время проведения одного эксперимента находится в пределах 3%. Высоту падения капель можно устанавливать от 0 до 1,5 м. Максимальная рабочая площадь орошения составляет 0,05 м^2. Рабочая поверхность с каплеообразователями круглой формы диаметром 250 мм.

ПДУ и сопутствующее оборудование, необходимое для проведения эксперимента, весом примерно 10 кг возможно транспортировать на одном стандартным прицепе (грузоподъемностью 500 кг) для легкового автомобиля. Для проведения экспериментов необходимо как минимум 3 человека.

Параметры дождя, производимого ДУ и ПДУ, и конструктивные особенности могут изменяться.

Эксперименты были проведены в Медвенском районе Курской области в опытном хозяйстве ФГБНУ «Курский ФАНЦ» на склоне северной экспозиции. Севооборот зернопаропропашной, на время проведения исследования на поле был чёрный пар без внесения удобрений. Предшественник – ячмень.

Почва – чернозём типичный слабосмытый, среднемощный, среднесуглинистый, подстилаемый палевым лёссовидным суглинком.

Дождевание проводили по методике дождевания стоковых площадок, разработанной в нашем институте и опубликованной в журнале Почвоведении в 2007 г. с применением ДУ в полевых условиях. В этот же день отбирали монолиты почвы в специальные цилиндрические площадки, перевозили их в лабораторию для проведения дождевания с использованием ПДУ. В начале и в конце каждого эксперимента измеряли интенсивность дождя. Отмечали время начала стока. Рассчитывали установившуюся величину впитыванияпо установившемуся расходу стекающей воды и интенсивности дождя. Влажность определяли весовым методом, плотность сложения – методом буриков по Качинскому, структурно-агрегатный

состав – по Саввинову. Полученные данные обрабатывались в программе Exel.

Результаты проведенных экспериментов показали, что полученные уравнения впитывающей способности почвы близкие при дождевании на ДУ и ПДУ; это подтвердило принятую гипотезу; что ПДУ можно использовать для исследования впитывающей способности почвы, а полученные результаты можно использовать для естественных дождей.

Во время выпадения дождя образуется почвенная корка, способная намного уменьшать впитывающую способность почвы. Чем меньше впитывающая способность почвы, тем больше почва подвержена негативному воздействию дождевой эрозии. Экспериментально, методом дождевания стоковых площадок с применением ДУ и ПДУ, можно оценивать эффективность мероприятий для предотвращения отрицательных воздействий дождевой эрозии. Проводить эксперименты можно на опытных участках поля, оценивать эффективность мероприятий, при этом экономя время и финансовые средства на закладку больших опытов. По результатам проведенных экспериментов можно выбрать более эффективные методы защиты почвы.

Актуальной проблемой в настоящее время является вынос химических веществ с полей вместе со стоком воды. В нашей лаборатории проводились опыты по изучению выноса растворенных биогенных веществ из почвы с применением ПДУ. Дождевали дистиллированной водой для исключения влияния соединений химических веществ, находящихся в водопроводной или природной воде на ход эксперимента. Определяли содержание следующих элементов: $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, P_2O_5, K_2O – в почве и в стоке. Зависимости потерь изучаемых элементов от слоя стока описывали полученные уравнения линейной регрессии. Зная концентрацию биогенных веществ в почве и слой стока, можно рассчитать потери элемента с площади поверхности почвы

СВОЙСТВА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ЕГОРЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ

Пузикова А.А., Солдатова И.С.
Мытищинский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана, Мытищи
stasid49@gmail.com

Основной целью исследований являлось изучение свойств антропогенно-преобразованных почв Егорьевского месторождения фосфоритов (ЕМФ) Московской области и динамики радиального прироста культур сосны обыкновенной, произрастающих на техногенных глауконитовых песках.

Месторождение разрабатывалось открытым способом многочерпаковыми экскаваторами и укладкой вскрышных пород в выработанное пространство. Вскрышные породы были представлены в основном глауконитовыми, кварцевыми песками и различными по происхождению песками четвертичного периода. В конце 90-х годов разработка фосфоритовых слоев была закончена. Карьеры закрылись. На территории бывших карьеров была проведена рекультивация нарушенных земель, посадка лесных культур различных пород. В 1988 году совместно с кафедрой лесных культур Московского лесотехнического института был заложен эксперимент. На выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава бывших карьеров ЕМФ были нанесены слои глауконитового песка различной мощности и созданы лесные культуры различных пород. В настоящее время лесным культурам уже 30 лет.

Объектами наших исследований стали антропогенно-преобразованные почвы Егорьевского месторождения фосфоритов под 30-ти летними культурами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные в 1988 г. на выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава ЕМФ с нанесением на них глауконитового песка мощностью 30 см. Контролем являлись посадки, созданные на этих же техногенных отвалах, но без нанесения глауконитового песка.

Известно, что глауконит – природный, широко распространенный минерал, водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия переменного состава. Он обладает рядом универсальных полезных характеристик – высокими ионообменными, буферными и сорбционными свойствами, а также способностью поглощать и нейтрализовать токсины, одновременно выделяя калий и микроэлементы, необходимые для обмена веществ в растениях. Поэтому, у исследователей не ослабевает интерес к применению глауконитовых песков в качестве мелиоранта для повышения плодородия нарушенных земель.

В результате исследований были выявлены следующие особенности свойств антропогенно-преобразованных почв ЕМФ. Под лесной подстилкой (3…5 см), залегает горизонт глауконитового песка мощностью около 30 см, черного цвета, рыхлый, плотностью 0,97…1,25 г/см^3, содержанием органического вещества 6,2…7,3% (озоление в муфельной печи), с наименьшей влагоемкостью 42,8…44,3%.

Под верхним слоем образовался переходный горизонт, глубина залегания которого 30…60 см, цвет неоднородный, в верней части желтый с темно-бурыми и черными пятнами, в нижней – цвет более однородный, горчично-желтый с прожилками кварцевого песка, песчаный, уплотненный, содержит кутаны плотностью 1,41…1,46 г/см^3, с наименьшей влагоемкостью 35,2…37,6%. На глубине более 60 см залегают песчаные вскрышные породы.

По гранулометрическому составу (метод пипетки Р.А. Качинского) верхний горизонт с глауконитовым песком – это связные мелкозернистые пески с долей ила (0,83…1,27%), переходный горизонт – это также связные мелкозернистые пески, но с долей ила (2,49…2,99%), что свидетельствует о перераспределении фракции ила по профилю, с накоплением его в переходном горизонте, снижению его фильтрационной способности и накоплению плохо минерализованного органического вещества в верхнем горизонте.

Таким образом, одним из основных почвенных процессов антропогенно преобразованных почв ЕМФ является лессиваж (иллимеризация).

Отмеченные особенности антропогенно-преобразованных почв отражаются и на росте культур сосны обыкновенной. Анализ радиального прироста 30-летних культур сосны обыкновенной показал три диапазона значений ширины годичного кольца и величины поздней древесины. Первый – характеризует заметное превышение (в 2 раза) величины радиального прироста у культур сосны обыкновенной, растущей на техногенных глауконитовых песках мощностью 30 см. Превышение значений радиального 1 прироста происходит до 2001 года, в возрасте сосны до 10…13 лет. В возрасте 10…13 лет наблюдается выравнивание значений радиального прироста (по ширине годичного кольца и поздней древесины) для культур, растущих на техногенных отвалах с использованием и без использования глауконитового песка. Этот возраст является переломным периодом в жизни культур сосны обыкновенной, т.к. далее с увеличением их возраста значения радиального прироста значительно уменьшаются для культур, растущих на глауконитовых песках по сравнению с контролем. Это свидетельствует об ухудшении условий роста культур сосны обыкновенной на глауконитовых песках в возрасте более 10…13 лет.

СОСТАВ КУЛЬТУР И ОСОБЕННОСТИ ИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОЧВАХ СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИСИВАШЬЯ В УСЛОВИЯХ БЫВШИХ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Соколов Ю.В., Запоточная О.С.
Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, п. Аграрное, Республика Крым
chievo1@yandex.ru

В Присивашье прекратилась подача воды по Северо-Крымскому каналу в 2014 г., поэтому пострадало не только орошение в целом, но и, в частности,

прекратилось функционирование целой отрасли растениеводства – рисосеяния.

Рис в Присивашье размещался на общей площади 30 тыс. га на самых малопродуктивных почвах солонцового комплекса с низкой естественной дренированностью территории и выполнял две функции. Во-первых, как продовольственная культура, во-вторых, как мелиорирующая почвенный покров.

Рисосеющие хозяйства превратились в мощных производителей не только риса-сырца (до 90-100 тыс. тонн), но и животноводческой продукции за счет сопутствующих культур в севообороте (в частности, люцерны).

По нашим данным за период выращивания риса (около 50 лет) произошло не полное опреснение почвенного покрова. Так, темно-каштановые почвы (как занимающие верхние отметки 8-12 м над нижележащими почвами) опреснились на 96,3%, лугово-каштановые почвы (как занимающие среднее положение, 5-8 м над уровнем моря) практически не опреснились полностью, а солонцы луговые даже прибавили практически на 17% общего количества солей, но изменился их химический состав. Возросло количество труднорастворимых солей. Снизилось общее количество поглощенного натрия (с 7-10% до 1,5%).

Рисосеяние также привело к ухудшению мелиоративного состояния территории. Высокий уровень грунтовых вод (выше 1,5 м от поверхности) отмечался на 1/3 территории орошения затоплением почв. Хотя минерализация грунтовых вод снизилась с 30 до 5-7 г/л. Однако, деградации почвенного покрова не произошло вследствие наличия в севооборотах многолетних бобовых трав.

На почвах, вышедших с использования под посевы риса, в настоящее время можно возделывать все культуры, кроме самых влаголюбивых (рис, соя, кукуруза), вследствие снижения уровня грунтовых вод ниже 3 м от поверхности почвы.

Стоит отметить, что сменился водный режим почв с промывного на атмосферное увлажнение. Это приводит к сезонному опреснению почв за счет поступления осенне-зимних осадков. Смена режима увлажнения почв приводит к изменению с.-х. культур и технологии их возделывания. На смену влаголюбивым культурам приходят яровые и озимые культуры, которые способны произрастать в условиях маловодности и короткого вегетационного периода. Этой озимый и яровой ячмень, рапс и др.

Мы в своих полевых опытах изучали подсолнечник, яровой ячмень, кориандр, горох и другие культуры по различным почвам (лугово-каштановые почвы, отметки выше 5 м над уровнем моря и солонцы луговые, отметки ниже 5 м над уровнем моря).

В 2016 г. на лугово-каштановых почвах урожайность подсолнечника составил 2,76 т/га. На солонцах луговых урожайность этой же культуры 2,49

т/га. Урожайность ярового ячменя на лугово-каштановых почвах в 2016 г. составила 4,21 т/га, а на солонцах луговых – 3,37 т/га. В 2017 г. урожайность подсолнечника на лугово-каштановых почвах составила 2,02 т/га, а на солонцах луговых – 1,52 т/га. По яровому ячменю урожайность в 2017 г. составила на лугово-каштановых почвах 3,86 т/га и 2,89 т/га на солонцах луговых.

В 2018 г. урожайность ярового ячменя на лугово-каштановых почвах составила 3,84 т/га, а на солонцах луговых 2,88 т/га.

В целом на солонцах луговых урожайность с.-х. культур на 20-25% ниже, чем на лугово-каштановых почвах.

Что касается других культур, то их урожайность находится на достаточно высоком уровне. Например, урожайность гороха на почвах солонцового комплекса составляет 2,4-2,5 т/га.

То есть, можно говорить о том, что на территориях бывших рисовых агроландшафтах можно успешно выращивать ранние яровые культуры, которые способны использовать влагу осенне-зимних запасов.

Что касается полевых опытов по системам обработки почв и способов посева полевых культур, то предпочтение отдается мелким обработкам почв (дискование) и посеву культур с оставлением стерни (как мульчи), т.е. посеву сеялками с прямым высевом. Урожайность ярового ячменя при способе прямого высева на 30% выше, чем при посеве зерновыми сеялками.

МЕТОД ОЦЕНКИ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Титков А.А.
Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, п. Аграрное, Республика Крым
chievo1@yandex.ru

Процессы движения влаги в почве чрезвычайно сложная задача. Этой проблеме посвящено большое количество исследований, которые стремились построить общую количественную концепцию путем привлечения методического аппарата даже из других наук, в том числе из теплотехники, электродинамики, гидравлики и др. Сложность задачи заключается в том, что не только многообразно само явление, но и еще более многочисленны условия, влияющие на сам процесс. Поэтому учесть все условия в настоящее время невозможно, неизбежны упрощения.

Мы из всего разнообразия прямых и косвенных явлений, выделили два направления движения влаги:

1. Под действием гравитационных сил (боковое передвижение влаги), скорость фильтрации;
2. Под действием капиллярных сил (вертикальное движение влаги).

Каждое из направлений имеет разную степень сложности и изученности. Первое направление сравнительно простое и достаточно полно представлено в литературе. В общем, все разнообразие движения влаги в этом направлении достаточно полно описывается законом Дарси:

$\upsilon = \mathrm{K}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \mathrm{X}}$, где

К – коэффициент фильтрации;

$\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \mathrm{X}}$ – уклон поверхности.

Размерность: $\upsilon = 1$ см³/сек/1 см² = 1 см/сек

Скорость восходящего потока (интенсивность испарения):

$в = \frac{\omega hcp}{m}$, где

hcp – средний напор (уровень грунтовых вод по длине потока), м;

ω – интенсивность испарения грунтовых вод с заданной глубины грунтовых вод, м/сут;

m – свободная порозность, % (по Аверянову С.Ф., 1982).

Для упрощения схемы, мы не изучаем систему в целом, а лишь отдельные ситуации в ней, где существует однозначное соответствие между причиной и следствием. Наша задача сводится к отысканию функциональных связей между основными переменными.

При проектировании и строительстве оросительных систем, и в особенности дренажей, основным критерием является глубина залегания уровня грунтовых вод, а также динамика их подъёма во времени. Общепринятым показателем мелиоративного состояния земель (процессов влаго- и солепереноса по профилю почв) также является глубина залегания поверхности грунтовых вод, на базе которой, при обосновании осушительного действия дренажа, рассчитывается норма осушения и критическая глубина стояния грунтовых вод.

Для водораздельных степных пространств характерны тяжелые однородные по степени фильтрации почвогрунты и пологие уклоны в пределах 0,001 и более, вследствие чего скорости региональных потоков низкие. По Новиковой А.В. (1975), уровень грунтовых вод есть результатируюшая горизонтального и вертикального перемещения воды в почвогрунтах. В частности, в Присивашье основной особенностью является плавное падение напорного горизонта вдоль потока и, как следствие, снижение скорости воды вдоль уклона поверхности почвы. По мере снижения скорости потока уменьшается гравитационная (сила тяжести)

составляющая, а увеличивается влияние капиллярных сил. Таким образом, скорость бокового потока по закону Дарси определяет уклон поверхности. А уклон поверхности есть отношение высоты местности к длине, то есть это тангенс угла. Уклон поверхности определяется сравнительно легко. Но, при тангенсе угла есть также такие функции, как синус и косинус.

В связи с этим, мы связали синус угла с боковым потоком (гравитационные силы), а косинус угла с восходящим потоком (капиллярные силы). Таким образом, с уменьшением уклона растет косинус угла или начинают преобладать восходящие потоки грунтовых вод. Синус и косинус угла связаны с тангенсом этого же угла. Так при уклоне поверхности 0,001 синус равен 0,001, а косинус практически 1. Таким образом, можно посчитать любые соотношения синуса и косинуса в зависимости от тангенса угла или уклона поверхности.

Лучше оперировать скоростями. По нашим данным, испаряемость начинает преобладать над боковой скоростью на отметке около 5 м над уровнем моря.

Соотношение между испарением и подземным стоком определяется глубиной залегания водоносного пласта. Исследования показали (Бабинец А.Е., Белявский Г.А., 1973), что при мощности зоны аэрации до 0,5 м, испарения преобладают над стоком, а при мощности 4 и более метров испарение имеет подчиненное значение.

К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ: МАСШТАБЫ, НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ОЦЕНКИ УЩЕРБА

Титова В.И.
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,
Нижний Новгород
titovavi@yandex.ru

Одним из основных видов деградации, проявляющихся на землях сельскохозяйственного назначения, является технологическая деградация, а в рамках её – нарушение земель, имеющее, как правило, техногенное происхождение. Техногенно нарушенные земли есть следствие строительства и плановых работ на магистральных трубопроводах, линиях электропередач, автомагистралях, имеющих повсеместное распространение на территории страны, а также различного рода точечных объектах и аварийных ситуаций при их эксплуатации. В свою очередь, следствием нарушения является воздействие на все компоненты агроэкосистемы – фитоценоз и почвенно-

биотический комплекс, представленный как собственно почвой, так и населяющими её биологическими объектами.

Цель исследования состоит в анализе существующей в Российской Федерации нормативно-правовой базы по оценке степени воздействия механического техногенеза на состояние компонентов агроэкосистемы, обеспечения условий проведения рекультивации нарушенных земель и оценки ущерба от снижения почвенного плодородия.

Основными объектами внимания при анализе нормативных актов РФ по вышеозначенным вопросам являются почва, наземный фитоценоз, включающий культурный и сорный компоненты, и почвенная биота, представленная микрофлорой, мезо- и микрофаунистическим комплексом беспозвоночных.

Государственные нормы по охране земель и сохранению плодородного слоя почв закреплены как в нормативно-законодательной базе РФ (ГОСТ 17.5.1.02-85; Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. 27.03.1995 г., № 3-15/582 и др.), так и в ведомственных руководящих документах (Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов. ВСН 51-1-97; РД 39-00147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов и др.).

В документах отмечено, что на землях сельскохозяйственного назначения, подверженных технологической деградации, в соответствии с рядом нормативно-законодательных актов РФ (ГОСТ 17.5.3.04-83, ГОСТ 17.5.1.01-83, Постановление Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» и др.), после окончания работ должна быть проведена рекультивация.

Для оценки степени деградации следует провести обследование земель, затронутых техногенезом, и отобрать почвенные образцы для анализа на основные показатели, характеризующие их агрономическую ценность и свидетельствующие об уровне плодородия (наличие и мощность плодородного слоя, кислотность почв, содержание органического вещества, подвижных соединений фосфора и калия). Обоснованность использования в качестве основных оценочных критериев почвенного плодородия именно этих показателей закреплена ГОСТ 17.5.3.06-85; ГОСТ 17.4.3.02-85; Постановлением Правительства РФ от 22 июля 2011 г, № 612 «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

На настоящее время достаточно подробно изучены вопросы изменения физических (плотность и плотность твердой фазы, общая пористость, структурное состояние), агрохимических (кислотность почвы, содержание гумуса, подвижного фосфора и калия) и агроэкологических (валовые и

подвижные соединения ТМ) свойств нарушенных почв во времени, в т.ч. при проведении биологической рекультивации. Начато изучение влияния нарушения и биологической рекультивации нарушенных почв на микробиотическое сообщество путем определения численности отдельных групп микробиоты и соответствующей ей микробиологической активности (численность аммонифицирующих микроорганизмов и активность протеазы; амилолитиков и активность инвертазы; целлюлолитиков и целлюлолитическая активность; общая микробная биомасса и интенсивность выделения углекислого газа и пр.).

В последние годы начаты исследования по изучению биотического сообщества нарушенных и рекультивированных почв. Исследования проводятся в культурных и естественных ценозах, а изучению подлежат фитоценоз агроэкосистем и натурбиогеоценозов с определением общего числа видов, флористической структуры, видового разнообразия и флористического сходства растительных сообществ нарушенных и восстановленных ценозов и пр. Установлено, что натурфитоценозы нарушенных почв характеризуются малым числом трав, низкой видовой насыщенностью и незначительной площадью проективного покрытия. Основным компонентом формирующихся фитоценозов является разнотравье с преобладанием сорно-рудеральных трав.

Определенное внимание уделяется микрофаунистическому комплексу беспозвоночных с выделением микроартропод (на примере орибатид – панцирных клещей и коллембол – ногохвосток) и мезофаунистического комплекса беспозвоночных. Отмечено, что долевое участие мезотрофов в структуре почвенной биоты при нарушении почвы резко снижается. Пионерами заселения являются ногохвостки, численность которых значительно превалирует над количеством орибатид. Заселение нарушенных почвенных горизонтов агро- и натурбиоценозов почвенными членистоногими происходит с верхнего слоя 0-5 см, а в условиях рекультивации мелкими почвенными членистоногими осваивается и горизонт 5-10 см.

Техногенное воздействие на почвы негативно сказывается на численности беспозвоночных животных: на нарушенных почвах отмечено снижение плотности поверхностных обитателей (насекомых). В случае рекультивации почвы наблюдается их рост, однако их численность и видовой состав не достигают значений, характерных для ненарушенного почвенного покрова. Рекультивация приводит к восстановлению численности и разнообразия внутрипочвенной группы мезофауны. Результатом техногенного воздействия является перестройка трофической структуры почвенного зооценоза: получают развитие фитофаги, число которых достигает 60% всех встреченных особей, при снижении доли сапрофагов.

Проведение же биологической рекультивации способствует увеличению численности сапрофагов (в частности, олигохет).

Однако на проведение работ по рекультивации техногенно трансформированных земель нужны определенные финансовые затраты, которые должны нивелировать ущерб правообладателя на земли из-за нарушения сельхозпроизводства, складывающийся из прямых потерь в год выполнения работ, упущенной выгоды и затрат на проведение биологической рекультивации почв, и привести к восстановлению плодородия и народно-хозяйственной значимости земель.

Необходимость возмещения ущерба Правообладателю на землю прописана во многих документах (Гражданский Кодекс, ст.15; Земельный Кодекс, ст.57, п.1, 3, 5 и др.), но основных документов два: Правила возмещения собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков убытков, причиненных изъятием или временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц (утверждены Постановлением Правительства РФ от 07.05.2003, № 262); Методические рекомендации по расчету размера убытков, причиненных собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц (Приказ Минэкономразвития РФ, 14.01.2016 г., №10.)

Однако возмещению подлежат не любые, а необходимые (разумные) расходы, которые понесло или понесет потерпевшее лицо в нормальные (разумные) сроки после нарушения его прав при условии применения им разумной цены. Более того, при предъявлении требования о возмещении как реальных расходов, так и упущенной выгоды, должна быть доказана причинная связь между нарушением и убытками. В целом размер убытков должен подтверждаться обоснованным расчетом и доказательствами, в качестве которых могут быть представлены смета или калькуляция затрат, договоры, бухгалтерская отчетность, данные налоговой инспекции и т.д.

К сожалению, отсутствие четких трактовок отдельных терминов (например, термина «разумные» расходы), или указаний на возможность использования Интернет-ресурса (например, по стоимости выполнения отдельных технологических операций), сильно осложняет расчеты и может приводить к возникновению споров, разрешаемых лишь в судебных инстанциях.

Выводы

1. В настоящее время есть настоятельная потребность в корректировке существующей и разработке недостающей нормативно-правовой и методической базы по вопросам оценки ущерба как Правообладателя на земли, так и окружающей среды от деградации почв земель сельхозназначения. Учитывая серьезность последствий неточной и/или малодоказательной оценки степени нарушенности (деградации) почв, рекомендовать службам контроля и надзора за состоянием земель сельхозназначения провести повышение квалификации специалистов, занятых на работах по оценке состояния нарушенных земель и оценке ущерба от их деградации.

2. Оценка эффективности рекультивационных мероприятий только по агрохимическим и агроэкологическим показателям пахотного слоя не дает полного представления о действительном состоянии техногенно нарушенной территории. Безусловно, важным является изучение биотического компонента почв по флористическому составу и экоморфологической структуре фитоценоза; численности микрофауны педобионтов (коллемболы и орибатиды); регенерационным процессам в комплексах надпочвенной (насекомые) и внутрипочвенной (личинки насекомых, олигохеты и многоножки) мезофауны; численности и активности микробиотического сообщества.

ПОСТАГРОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Трушков А.В., Одабашян М.Ю., Казеев К.Ш.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
trushkov_tolik@mail.ru

Активность почвенных ферментов тесно связана с функционированием в почве микроорганизмов, беспозвоночных животных, корневой системы растений, которые в течение жизни, а так же в результате автолиза клеток после их смерти, выделяют значительное количество различных биогенных веществ, в том числе и ферментов (Гулько, 1992; Добровольский, 2000). Присутствие ферментов в почвах определяет скорость и направление протекания процессов разложения растительного опада и синтеза гумусовых веществ (Звягинцев, 1991). Комплексы ферментов, представленные в черноземе обыкновенном, существенно отличаются по активности биокаталитических реакций и ответной реакции на внешние воздействия, что позволяет использовать параметры ферментативной активности для

характеристики почв и оценки их экологического состояния (Улигова, 2015). Почвенная ферментативная активность является более чувствительным показателем биогенности почв, чем интенсивность микробиологических процессов и продуцирование почвой углекислого газа (дыхание), численность и состав микрофлоры (Галстян, 1982).

Пахотное использование черноземных почв подавляет активность гидролитических ферментов (инвертаза, фосфатаза, уреаза) (Улигова, 2015). Активность оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназа) показывает меньшую чувствительность к агровоздействию. Наблюдается четкая сопряженная связь между ферментативной активностью и содержанием органического вещества, а также интенсивностью микробного дыхания. В работах ряда исследователей продемонстрированно, что окультуривание почв сопровождается увеличением содержания органического вещества, что приводит к росту продуцирования ферментов микроорганизмами и иммобилизационной способности почв (Гарбуз, 2016)

Содержание органического вещества в почве зависит от ряда факторов, среди которых климатические условия, структура ландшафта, характер растительного покрова, тип землепользования, особенности физико-химических и биологических свойств почвы относятся к числу наиболее важных (Зинякова, 2014; Орлов, 1961).

В наше время проблема дигрессии и демутации почвенного покрова все еще актуальна и достаточно распространённое явление в наземных экосистемах, подверженных антропогенной нагрузкой. Если связанные с дигрессией изменение биологической активности почв подробно рассмотрено во многих исследованиях, то многие закономерности и эффекты, сопровождающие постагрогенную демутацию, остаются мало исследованы.

Целью нашего исследования было выявить изменения эколого-биологических свойств черноземов Ботанического сада Южного федерального университета в первые годы после прекращения антропогенного воздействия.

Исследуемая почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый (Haplic Chernozems). Для изучения и наблюдения за изменением эколого-биологических свойств постагрогенных черноземов был выбран опытный полигон, находящийся на территории Ботанического сада ЮФУ. Исследуемая территория на момент начала эксперимента, май 2016 г., представляла собой участок пашни, находящейся в состоянии черного пара. Данный участок был разделен на две части. Пахотный участок продолжили подвергать аграрному воздействию. Оставшуюся часть территории вывели из-под обработки для самовосстановления, впоследствии этот участок назвали молодым залежным участком. Для сравнения опытных участков в качестве эталонного или

положительного контроля изучили целинный участок памятник природы «Персиановская степь» расположенный на территории учхоза «Донское» ДонГАУ. На второй год исследований (2017 г.) расширили наблюдение и включили в исследования два участка старовозрастных залежей, расположенных в ботаническом саду ЮФУ на расстоянии 1 км от исследуемого опытного полигона. Новые участки наблюдения представляли собой старовозрастные залежи (около 72 лет) и (около 27 лет).

Изучение изменения биологических процессов проводили в течение трех лет с 2016 по 2018 гг. в сезонной динамике: май (максимум активной вегетации), конец июля (засушливый период), сентябрь (период начала дождей). Образцы почв отбирали с глубины 0-10 см.

Среднегодовая влажность почвы верхнего горизонта участка молодой залежи на 8% превышала влажность почвы участка пашни. Разница между пахотным участком и участком молодой залежи с каждым годом исследований увеличивалась, в 2018 г. среднегодовая влажность пахотного горизонта составляла уже 17%. С увеличением влажности пахотного горизонта, температура поверхности почвы исследуемого участка понижалась. Таким образом, в первый год залежного режима среднегодовая температура поверхности почвы исследуемого участка на 5% выше, чем на пашне.

Увеличение влажности на исследуемом участке и понижение температуры связано с развитием сорной растительности. В первый год залежного режима в травостое доминировали бурьянистые высокотравные растения: *Ambrosia artemisiifolia; Artemisia vulgari; Cyclachaena xanthiifolia; Chenopodium album*. Общая фитомасса на исследуемом участке в первый год исследований составила 0,7 кг/м^2, для сравнения на положительном участке было отмечено 1,38 кг/м^2. Развитие сорной растительности так же положительно повлияло и на плотность почвы исследуемого участка. Согласно литературным данным (Гедгафова, 2015) на плотность почвы влияет соотношение органической и минеральной частей, структурных агрегатов, количество корней и степень обработки почв. Плотность верхнего горизонта на исследуемых участках варьирует от 0,86 до 1,46 г/см^3. Бурьянистая стадия восстановительной сукцессии привела к значительному повышению количества общего органического вещества.

Положительная динамика увеличения органического вещества на участке молодой залежи была зафиксирована на 9-ый месяц исследований (2016 г., сентябрь). Достоверная разница исследуемого показателя на участке молодой залежи и отрицательного контроля составила 51%. Увеличение органического вещества связано с бурным развитием сорно-полевой растительностью в первый год залежного режима. Общая фитомасса на исследуемом участке в первый год исследований составила 0,7 кг/м^2, для сравнения на положительном участке было отмечено 1,38 кг/м^2. Несмотря на

бурный рост и большой объем сорной растительности на участке молодой залежи, разница содержания органического вещества на исследуемом участке и положительном контроле составила 19%.

Положительная динамика увеличение органического вещества в постагрогенных почвах продолжалась на течение всего периода исследований. Максимальное различие в содержании исследуемого показателя между участком молодой залежи и отрицательным контролем было отмечено на 33-ий месяц демутационного режима и составило 79%. Для сравнения, в этот период разница с положительным контролем составляет 17%, что говорит о недостаточном объеме поступающего органического вещества в верхний горизонт почвы.

Главную роль в почвенной биодинамике играют два класса ферментов: оксидоредуктазы и гидролазы. Это наиболее изученные классы почвенных ферментов (Хазиев, 2005; Казеев и др., 2003, 2016).

Как и предполагалось, наименее отзывчивым диагностическим показателем изменения биологических свойств постагрогенных почв на начальной стадии демутационного процесса оказалась активность каталазы. Достоверное различие исследуемого фермента между участком молодой залежи и отрицательным контролем было отмечено на 7-ой месяц исследований и составило 13%. Увеличение активности каталазы в этот период обусловлено высокой температурой и наличием сорно-полевой растительности на участке молодой залежи. По мнению некоторых исследователей, большое влияние на каталазную активность минеральных почв оказывает растительность. Исследуемый фермент имеет обратную зависимость от влажности почв и прямую от температуры, поэтому наибольшее отличие активности каталазы между участком молодой залежи и отрицательным контролем во все годы исследования наблюдается в июле месяце, что связано с малым количеством влаги в почве и высокой температурой (Даденко и др., 2013).

Вспашка почв сельскохозяйственной деятельностью в значительной мере повлияло на активность инвертазы. Достоверная разница активности инвертазы между участком молодой залежи и отрицательным контролем наблюдалась в первый год исследований, на 5-ый месяц залежного режима разница составляла в 12%. Максимальная разница активности исследуемого фермента в пахотном горизонте была отмечена в периоды засухи (июль) в течение трех лет наблюдений. Максимальная разница отмечена на 31 месяц демутационного процесса и составила 37%. При этом разница между участком молодой залежи и положительным контролем составила 33%.

В результате наших наблюдений можно сделать вывод, что восстановительные процессы постагрогенных черноземов начинаются с первых лет залежного режима. Физические свойства исследуемой почвы уже в первые годы демутационного процесса изменяется в положительную

сторону. В верхнем, наиболее пострадавшем горизонте, содержание органического вещества увеличивается уже в первый год залежного режима. Благодаря бурному росту сорно-полевых растений разница между отрицательным контролем и участком молодой залежи на девятый месяц демутационного процесса составляет 50%. На глубине 25–45 см достоверная разница на исследуемых участках наблюдается на 17 месяц залежного режима.

Биологическая диагностика влияния залежного режима по ферментативной активности постагрогенных черноземов дала неоднозначные результаты. Активность каталазы оказалась малоинформативной для диагностики восстановительных процессов в черноземах обыкновенных после прекращения агрогенной нагрузки. Наиболее информативными показателями были содержание гумуса и активность инвертазы.

Исследование выполнено при поддержке Президента Российской Федерации (НШ-9072.2016.11, МК 326.2017.11) и Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/8.9).

АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Цыбулько Н.Н.
Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь
nik.nik1966@tut.by

В силу особенностей рельефа, геоморфологии, характера почвообразующих пород и интенсивной антропогенной нагрузки на почвенный покров для Беларуси крайне актуальной является проблема эрозионной деградации почв. На территории республики эрозионные процессы проявляются во всех видах и разновидностях. Водная эрозия вызывается талыми и ливневыми водами и проявляется на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова (плоскостная и струйчатая эрозия) или в виде размыва в глубину (линейная эрозия). Уже на склонах 1-2 градуса проявляется плоскостная эрозия. С возрастанием крутизны она усиливается, увеличивает ложбинность полей, перерастает в линейную эрозию.

Ветровая эрозия в большинстве случаев носит местный характер и проявляется на незащищенных (открытых) массивах с минеральными легкими по гранулометрическому составу и осушенными торфяными почвами, в виде повседневной ветровой эрозии (дефляции). В отдельные годы проявляются пыльные бури.

Цель исследования – формирование почвозащитных адаптивно-ландшафтных систем использования эрозионноопасных земель.

Объектом исследований являлись дерново-подзолистые почвы в разной степени подверженные эрозионной деградации. Предмет исследования – элементы почвозащитной адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Основой почвозащитных адаптивно-ландшафтных системы использования эрозионноопасных земель является организация территории, реализуемая через типизацию земель и выделение их агротехнологических групп в зависимости от степени эрозионной деградации и величины потенциальной эрозионной и/или дефляционной опасности почв, выражаемой через количество смываемой или выдуваемой почвы (т/га в год). В условиях распространения эрозионноопасных и дефляционноопасных почв типы земель (агротехнологические группы) основываются на близких величинах потенциального смыва или удельного веса дефляционноопасных почв. Для этого используются разработанные в Институте почвоведения и агрохимии градации потенциального смыва почв (т/га): I – менее 2,0 (незначительная); II – 2,1-5,0 (слабая); III – 5,1-10,0 (средняя); IV – 10,1-15,0 (сильная); V – 15,1-20,0 (очень сильная); VI – более 20,0 (катастрофическая) и градации удельного веса дефляционноопасных почв (%): I – менее 5,0 (очень слабая); II – 5,1-20,0 (слабая); III – 20,1-50,0 (средняя); IV – 50,1-70,0 (сильная); V – более 70,0 (очень сильная).

Адаптивное использование земель предусматривает дифференцированное в зависимости от степени подверженности их эрозионной деградации формирование структуры посевов и севооборотов, приемов и способов обработки почвы, систем применения удобрений. Для выделенных групп земель устанавливается возможная интенсивность сельскохозяйственного использования и вводится система научно обоснованных ограничений.

При формировании севооборотов и установлении структуры посевов в пределах агротехнологических групп земель, подверженных водно-эрозионной деградации, учитывается пригодность почв для возделывания сельскохозяйственных культур и их почвозащитная способность. Формирование схем интенсивных зернопропашных и плодосменных севооборотов должно базироваться на научно обоснованном размещении ведущих культур и сроках возврата их на прежнее место, а длина ротации и размер полей должны быть подчинена этой главной задаче с учетом расчлененности территории, степени однородности почвенного покрова, других хозяйственных условий.

В почвозащитных зернотравяных и травяно-зерновых севооборотах состав и порядок чередования культур предусматривает, в первую очередь, защиту почвы от эрозионной деградации и восстановление ее плодородия. Это достигается за счет повышения удельного веса многолетних трав,

обеспечивающих удлинение периода, в течение которого почва находится под защитой растений и стерни, увеличения количества поступающих в почву растительных остатков.

На землях интенсивного использования (1-я агротехнологическая группа) с величиной потенциального смыва до 2,0 т/га в год целесообразно размещать севообороты с нормативами оценки противоэрозионной роли 0,50-0,60. Это, как правило, зернопропашные и зернотравяно-пропашные (плодосменные) севообороты с удельным весом пропашных культур до 45%.

На землях 2-й агротехнологической группы со слабыми ограничениями в использовании и величиной потенциального смыва 2,1-5,0 т/га в год рекомендуется размещать зернотравяно-пропашные севообороты с Нз – 0,65-0,80. Пропашные культуры могут занимать здесь до 25%, зерновые до 65%, а многолетние травы до 30%.

Земли 3-й группы, отличающиеся сильными ограничениями в использовании, целесообразно использовать в зернотравяных севооборотах с нормативами оценки противоэрозионной роли 0,82-0,88. Возделывание пропашных культур исключается, а многолетние травы должны занимать от 30 до 50%.

На землях 4-й агротехнологической группы с величиной потенциального смыва 10,1-20,0 т/га в год рекомендуется вводить травяно-зерновые севообороты (Нз – 0,86-0,96). Доля многолетних трав здесь должна составлять не менее 50%.

Структура посевов в пределах землепользователей устанавливается, исходя из наличия площадей разных агротехнологических групп земель и удельного веса культур, рекомендуемых для каждой группы.

Ряд приоритетности культур по влиянию на почвенное плодородие и предотвращение эрозионной деградации представляется следующим: многолетние бобовые (люцерна, галега восточная) – бобово-злаковые травы – озимые зерновые – промежуточные культуры (редька масличная, горчица белая) – яровые зерновые – однолетние травы – лен – рапс – пропашные.

На почвах, подверженных дефляции (дерново-подзолистые с песчаные и супесчаные, подстилаемые песками, осушенные торфяно-болотные и торфяно-глеевые почвы), вводятся севообороты с короткой ротацией.

Земли 1-й агротехнологической группы с преобладанием дерново-подзолистых заболоченных и дерновых заболоченных почв, отличающиеся самой низкой дефляционной опасностью (1-3 т/га в год), целесообразно использовать в плодосменных севооборотах с удельным весом пропашных культур не более 25%, зерновых – 43-60%, многолетних трав – 12,5-30%.

На землях 2-й агротехнологической группы, которая включает дерново-подзолистые песчаные автоморфные, оглеенные внизу, временно избыточно увлажненные и глееватые осушенные почвы, характеризующиеся средней и сильной дефляционной опасностью (6-10 т/га в год), рекомендуется

размещать плодосменные с долей пропашных до 15% и зернотравяные севообороты.

Земли 3-й агротехнологической группы, объединяющие песчаные дерновые заболоченные, дерново-карбонатные заболоченные или торфяно-болотные деградированные почвы, а также торфяно-болотные низинные осушенные почвы, дефляционная опасность которых составляет от 8 до 13 т/га в год, еще более ограничены в использовании. На них размещаются зернотравяные и травяно-зерновые севообороты. Возделывание пропашных культур на этих землях исключается. В структуре посевов удельный вес многолетних трав составляет 50-70%, озимых зерновых – 12,5-25%, яровых зерновых и однолетних трав – по 10-12,5%.

На землях 4-й и 5-й агротехнологических групп, где преобладают осушенные торфяно-болотные маломощные почвы с включением дерновых заболоченных, а также деградированные маломощные торфяники (торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфянистые и минеральные постторфяные почвы), отличающиеся самой высокой дефляционной опасностью (10-15 т/га в год и более), вводятся только травяно-зерновые севообороты. Многолетние травы в структуре посевов должны составлять 65-85%.

На дефлированных и дефляционноопасных почвах Белорусского Полесья, представленных осушенными маломощными торфяниками (до 1 м), исключается возделывание пропашных культур, а в севообороте предусматриваются посевы многолетних трав длительного пользования. Зерновые, преимущественно озимые, возделываются только в период перезалужения. На торфяниках с мощностью более 1 м размещаются травяно-зерновые севообороты.

При использовании дефляционноопасных минеральных почв в полевых севооборотах важное место занимают сидеральные и промежуточные посевы (культуры), применение которых на фоне повышенных доз органических удобрений не только надежно защищают почву от дефляции, но и обеспечивают восстановление плодородия.

Структура посевных площадей на торфяных почвах и территориях с их преобладанием должна определяться с учетом удельного веса этих почв в землепользовании, а также с учетом их морфогенетических особенностей:

все подтопляемые из-за неудовлетворительной работы мелиоративной сети площади торфяных почв необходимо исключить из состава пахотных земель и отводить только под луга длительного пользования;

чем меньше торфяных почв в общей площади сельскохозяйственных земель хозяйства, тем относительно большая их доля отводится под луговые земли, а меньшая – под пашню;

если торфяные почвы занимают менее 30% площади сельскохозяйственных земель хозяйства, их необходимо полностью отводить

под культурные луга длительного пользования, независимо от остаточной мощности торфяного слоя;

при условии, когда торфяные почвы составляют 30-50% площади сельскохозяйственных земель, то наряду с созданием культурных лугов, часть их площади возможно использовать под пахотные земли;

при удельном весе торфяных почв в землепользовании более 50% рекомендуется 30-50% использовать под луговые земли, 50-70% – под пашню;

торфяно- и торфянисто-глеевые почвы, а также маломощные торфяные (до 1 м) рекомендуется отводить под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования;

торфяные почвы с глубокой и средней мощностью торфяного слоя (более 1 м) можно использовать как под культурные луга, так и в качестве пашни.

Под пашню отводятся хорошоокультуренные с отрегулированным водным режимом торфяные почвы с использованием их в системе почвозащитных зернотравяных севооборотов. Основу таких севооборотов составляют многолетние травы, однолетние злаково-бобовые смеси и зерновые с максимальным насыщением поукосными, подсевными и пожнивными культурами. Многолетние травы в структуре посевов севооборотов должны занимать не менее 50%.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ: ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Шумских Н.Н.
Университет Тура, г. Тур, Франция
nik-shum24@yandex.ru

Продолжающаяся интенсификация сельского хозяйства, промышленности и урбанизации являются вескими причинами, приводящими к накоплению в донных отложениях рек и озер различных загрязнителей: тяжелых металлов и металлоидов и органических соединений. Немаловажным источником тяжелых металлов, пестицидов, гербицидов и взвешенных частиц являются процессы эрозии почв и абразии берегов. Пагубным источником загрязнения пресных вод и донных осадков также является атмосферное загрязнение, включающее в себя выпадение кислотных осадков, которые сильно сказываются на изменении природных показателей pH водных систем. Таким образом, речные отложения за счет их высокой сорбционной способности выступают в роли своеобразного «аккумулятора»

и хранилища тяжелых металлов (Petersen et al., 1997; Calmano and Förstner, 1996; Förstner and Kersten, 1988) и других загрязнителей. Как следствие, донные отложения становятся чрезмерно загрязненными, превышая утвержденные международные нормы и регламенты (например, probable effect concentrations (PEC), threshold effect concentrations (TEC), Mac Donald et al., 2000). Естественное или искусственное взмучивание донных отложений резко изменяет физико-химические условия водной среды (pH, окислительно-восстановительный потенциал, химический состав воды), что приводит к десорбции тяжелых металлов из донных отложений, и их переходу в растворенную и биологически доступную форму. В данном случае, донные отложения становятся вторичным источником загрязнений. Высокая мобильность и биологическая доступность тяжелых металлов повышает риск их накопления в трофических цепях водных организмов и, в конечном счете, в организме человека.

Целью настоящего доклада является обзор современных лабораторных методов идентификации и количественного анализа тяжелых металлов, содержащихся в донных отложениях и потенциально высвобождающихся в результате механического взмучивания, с приведением некоторых примеров собственных исследований. Первичный лабораторный анализ донных осадков и экспериментальное моделирование процесса взмучивания является исключительно важным этапом для определения уровня загрязнения, прогнозирования и последующего принятия решений по рекультивации и экологическому восстановлению загрязненных участков.

Методологическая база по исследованию накопления тяжелых металлов в речных отложениях и их высвобождению в водную среду включает в себя ряд аналитических, экспериментальных и статистических методов и подходов. В наших исследованиях, на первоначальном этапе, основное внимание было уделено изучению химического, минералогического и гранулометрического состава образцов сильно загрязнённых осадков, отобранных из двух речных бассейнов, расположенных в Китае и во Франции для выявления взаимосвязи тяжелых металлов с органоминеральной составляющей донных отложений. Вторым этапом стало изучение высвобождения тяжелых металлов в воду посредством проведения эксперимента по выщелачиванию в аэробных и анаэробных условиях, имитирующим процесс естественного взмучивания донных отложений. Комплексный химический анализ донных отложений включил в себя определение процентного содержания макро- и микроэлементов (тяжелых металлов), общего органического углерода, общего углерода и общей серы. Макроэлементы (Si, Al, Fe, Mn, Mg, K, Ca, Na, P и Ti) были проанализированы с помощью оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES). Содержание микроэлементов было измерено с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной

плазмой (ICP-MS). Концентрация общего углерода и серы была измерена методом высокотемпературного (1000°C) сжигания в кислородном потоке и последующим анализом в приборе LECO SC 144 DR. Органический углерод был измерен аналогичным способом, но с предварительной обработкой кислотой, с целью удаления карбонатных соединений. Перечисленные аналитические методы отличаются высокой точностью получаемых результатов и быстротой получения данных, их недостатком остается деструкция подготавливаемых образцов.

Гранулометрический и минералогический составы образцов были определены лазерным микрогрануломером марки Malvern и методом рентгеновской дифракции (XRD), соответственно. Экспериментальная часть наших исследований включила два кинетических эксперимента по выщелачиванию: один в аэробных и другой в анаэробных условиях. Аликвотные пробы воздушно-сухих образцов донных отложений были смешаны с деминерализованной водой при фиксированном соотношении твердого вещества/раствора 1/10 и подвержены механическому перемешиванию в течение 30 дней при постоянной скорости. Для аэробных условий использовались открытые стеклянные колбы. Анаэробные условия были имитированы путем пропускания азота через закрытые пластиковые колбы с целью вытеснения растворенного кислорода. Все измерения также проводились в атмосфере азота. На протяжении всего эксперимента электрическая проводимость, pH и температура раствора измерялись ежедневно, с целью контроля процесса выщелачивания. Параллельно 7 фильтратов было отобрано в течение эксперимента и проанализировано на содержание растворенных тяжелых металлов, катионов, анионов, растворенного органического углерода, общего растворенного и органического азота хроматографическими и спектрометрическими методами.

Основные результаты экспериментов показывают, что наибольшее выделение тяжелых металлов в водную среду наблюдается из менее загрязненных органических и карбонатных отложений, сформировавшихся в бескислородных условиях на дне глубокого гиперэвтрофного водохранилища на р. Луаре (Франция). Так, кадмий, кобальт, никель и цинк в основном выделяются в аэробных условиях (от 2,2 до 11,6% от общей концентрации в осадках). И лишь интенсивное поступление мышьяка было отмечено в анаэробных условиях (6,6 %). Осадки, отобранные из р. Сянцзян (Китай), представляют сильно загрязненный материал, осажденный в мелких глубинах в проточных и окислительных условиях с меньшим содержанием органического вещества детритового происхождения. Экспериментальные данные по этому образцу показали, что выделение тяжелых металлов в воду было значительно ниже (менее 1% от общей концентрации в осадках). Максимальная концентрация мышьяка в фильтрате была зафиксирована в

аэробных условиях, что отличается от образца из Франции. Наибольшая растворенная концентрация урана была отмечена в анаэробных условиях.

На основании статистического анализа полученных результатов, нами были предложены следующие гипотезы биогеохимических механизмов, контролирующих высвобождение тяжелых металлов из донных отложений:

(1) деградация органического вещества, содержащегося в донных отложениях, за счет жизнедеятельности аэробных и анаэробных микроорганизмов. В результате десорбции тяжелые металлы, связанные с органическим веществом, переходят в растворенную форму.

(2) окислительное или восстановительное растворение нестойких солей и минералов, содержащих микроэлементы (в т. ч. тяжелые металлы): карбонатов кальция и магния, гидроокиси железа и марганца, алюмосиликатов, сульфидов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что загрязнение речных вод тяжелыми металлами в результате механического взмучивания донных отложений зависит, прежде всего, от изменения физико-химических факторов водной среды (pH, окислительно-восстановительного потенциала, температуры) и популяций микроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества. Выделение тяжелых металлов также зависит от типа и силы их связи с органоминеральной составляющей отложений. Приведенный пример показал, что уровень концентрации тяжелых металлов в донных отложениях не играет существенной роли. Стоит отметить, что данные результаты могут найти свое практическое отражение в разработке проектов по очистке донных отложений или их защиты от потенциального взмучивания (например, фитостабилизация, sedimentcapping, регулирование расхода воды на плотинах и дамбах) в отношении каждого конкретного места исследования и с учетом рассматриваемого загрязняющего вещества.

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ К ЭРОЗИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Юхновец А.В., Устинова А.М.
Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь
brissa_secretary@mail.ru

В настоящее время воздействие человека на природу, в том числе и на почвенный покров, становится все более интенсивным как по масштабам, так и глубине воздействия. В Республике Беларусь наиболее распространенным видом деградации почв является эрозия. По обобщенным данным второго тура почвенно-геоботанических исследований эродированные и эрозионноопасные земли занимают в Беларуси более 2,0 млн. га. Водной и

ветровой эрозии подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, что составляет 7,2 % от общей их площади. Из общей площади эродированных почв водной эрозии подвержено 473,3 тыс. га или 85 %, ветровой эрозии – 83,2 тыс. га или 15 %. Эродированные почвы приурочены преимущественно к пахотным землям – 479,5 тыс. га (9,4 % от общей площади пашни), в том числе 361,7 тыс. га подвержено водной эрозии, 64,9 тыс. га – дефляции.

По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» за год с одного гектара водосборной площади с поверхностным стоком выносится в среднем до 10-15 т твердой фазы почвы, 150-180 кг гумусовых веществ, до 10 кг азота, 4-5 кг фосфора и калия, 5-6 кг кальция и магния. Потери питательных элементов и гумуса, ухудшение агрофизических и агрохимических свойств почв приводит к снижению плодородия эродированных почв. В условиях Беларуси средние недоборы урожаев зерновых культур на слабоэродированных почвах составляют 12%, среднеэродированных –28%, сильноэродированных – 40%; пропашных культур – 20, 40 и 60% соответственно; льна – 15, 34 и 50%; многолетних трав на слабоэродированных почвах – 5%, среднеэродированных – 18, сильноэродированных – 30%.

Экологический ущерб от эрозии выражается в том, что смываемые мелкозем и биогенные элементы приводят к заилению и загрязнению рек и водоемов. В результате обогащения поверхностных вод и водных ресурсов нитратами, фосфатами, хлоридами, пестицидами ухудшается их качество в целом. Кроме этого, в районах, подверженных радиационному загрязнению, существует опасность миграции радионуклидов и вторичного локального загрязнения почв и других объектов. Поэтому, в связи со злободневностью на современном этапе экологической проблемы, можно говорить так же об актуальности борьбы с эрозией, что будет положительно влиять и на экологическую обстановку в республике в том числе.

Цель исследований заключается в определении наиболее эффективных приемов повышения устойчивости почв к процессам эрозионной деградации.

Исследования проводились в двух почвенно-эрозионных провинциях республики – северной (Поозерье) и центральной (зона Белорусской гряды).

Объектом исследований являются разной степени эродированности дерново-палево-подзолистые легкосуглинистые почвы, сформированные на легких лессовидных суглинках, и дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, сформированные на мощных моренных суглинках.

Исследования проводили методом постановки полевых экспериментов. Использовали также сравнительно-аналитический и расчетные методы, основанные на обобщении и анализе имеющихся результатов исследований, а также литературных данных.

Противоэрозионный комплекс – сочетание взаимодействующих, правильно размещенных в рельефе мероприятий и приемов, направленных на

сокращение интенсивности эрозионных процессов, повышение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Предыдущий опыт показывает, что отдельные почвозащитные меры не в состоянии предотвратить эрозионные процессы и обеспечить устойчивое функционирование агроландшафтов. Требуется разработка целого комплекса приемов, включающих организационно-хозяйственные, фитомелиоративные, агротехнические, агрохимические и другие органически увязанные с ланшафтно-экологическими условиями территории. В данной работе предпринята попытка оценить влияние на противоэрозионную устойчивость почв приемов, включающих:

– замену отвальной обработки почвы безотвальной (чизелевание);

– применение сбалансированной органо-минеральной системы удобрения;

– известкование в сочетании с внесением органических удобрений;

– систему дифференцированных почвозащитных севооборотов, в том числе бессменное возделывание сельскохозяйственных культур (галегавосточная) с высокой почвозащитной способностью;

– возделывание промежуточных культур.

Система обработки, обеспечивая различное механическое воздействие (крошение, перемешивание, оборачивание) на почву, распределение в ней растительных остатков, органических и минеральных удобрений, изменяет физические и химические условия роста и развития растений. Обработкой можно значительно изменить и регулировать практически все почвенные режимы: водный, воздушный, температурный, окислительно-восстановительный, микробиологический и другие.

Опытные данные свидетельствуют о том, что замена отвальной вспашки безотвальной чизельной обработкой не обеспечивает повышение производительной способности дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных суглинках, однако, однако заметно снижает экономические и энергетические затраты на производство продукции растениеводства. Применение безотвальной обработки в сочетании с органо-минеральной системой удобрения способствует улучшению структурности, увеличивает водопрочность структурных агрегатов и, тем самым, существенно повышает противоэрозионную устойчивость почв.

Одним из приемов повышения плодородия и улучшения физических и физико-химических свойств почв является внесение минеральных и органических удобрений. Минеральные удобрения способствуют лучшему развитию растений, увеличивают их урожайность, уменьшают сток и смыв почвы, благодаря улучшению почвозащитных условий за счет лучшего развития растительного покрова, а также обогащают почву корневыми остатками, которые способствуют накоплению органического вещества почвы, и, тем самым, улучшает структурное состояние пахотного горизонта.

Скорость впитывания воды в почву под влиянием минеральных удобрений возрастает до 10%.

Применение органических удобрений (60 т/га) в сочетании с минеральными в за ротацию зернотравяного севооборота (ячмень – яровой рапс – яровая пшеница – горох – озимое тритикале) положительно влияет на агрофизические свойства эродированных почв, улучшает структурное состояние, таким образом повышая противоэрозионную устойчивость. Также этот прием дает возможность получения дополнительных 10–15 ц/га к.ед. на эродированных почвах.

Известно, что при высокой интенсивности эрозионных процессов из почвы вымывается значительное количество катионов кальция и магния, что приводит к увеличению кислотности, уменьшению степени насыщенности основаниями, снижению водопрочности структуры. Известкование почв компенсирует потери кальция, увеличивает сумму поглощенных оснований и способствует восстановлению водопрочности структуры. Периодическое известкование дерново-подзолистой почвы резко сокращает абсолютную и относительную подвижность органического вещества почвы. Кроме того, известкование значительно повышает коэффициенты использования питательных веществ из почвы и минеральных удобрений, снижает их непродуктивные потери, благоприятствует лучшему развитию растительного покрова и, тем самым, косвенно снижает интенсивность протекания эрозионных процессов.

Результаты проведенных исследований показали, что совместное внесение 60 т/га навоза и 6,5 т/га извести приводит к оптимизации водного и воздушного режима пахотного горизонта эродированных почв, путем его оструктуривания и повышения водоустойчивости структурных агрегатов. Одновременно увеличивается производительная способность эродированных дерново-подзолистых почв.

Известкование почв на фоне минеральных удобрений улучшает агрохимические показатели, но не оказывает существенного влияния на агрофизические свойства и показатели противоэрозионной устойчивости.

Приостановить процесс развития эрозии на склоновых землях возможно путем возделывания многолетних трав, так как почва при этом круглый год надежно защищена. Например, бессменное возделывание галеги восточной обеспечивает повышение противоэрозионной устойчивости почв, которое выражается в снижении плотности до оптимальных пределов, увеличении водопроницаемости, улучшении структурно-агрегатного состава. Длительное возделывание галеги восточной способствовало также значительному повышению уровня биогенности, интенсивности процессов гумификации растительных остатков и улучшению углеводного режима разной степени эродированных дерново-подзолистых легкосуглинистых почв на лессовидных суглинках. Наиболее значимый эффект отмечен на

среднеэродированной почве. Растительные остатки галеги содержат легкогидролизуемые углеводы и большое количество белка, характеризуются узким соотношением C:N, что стимулирует развитие и биохимическую деятельность микробных сообществ почвы. Также, бессменное возделывание галегивосточной благоприятно сказывается и на агрохимическом состоянии эродированных почв, увеличивая, по сравнению с культурами кормового севооборота, содержание гумуса и основных элементов питания растений. Кроме того, галега восточная обеспечила высокую производительную способность почв. Ротация кормового севооборота также замедляет эрозионные процессы, но в меньшей степени.

Несмотря на то, что возделывание промежуточных культур убыточно, экологическая роль их велика. Их возделывание в течение четырех лет способствуют снижению плотности и увеличению пористости пахотного горизонта, оптимизации водных и физических свойств, увеличению продуктивности севооборота, улучшению фитосанитарного состояния почвы и повышению устойчивости почв к эрозии.

Выводы

Создание надежных почвозащитных технологий в земледелии невозможно без знания потенциальной способности почвы противостоять эродирующей силе поверхностного стока или воздушного потока. Повысить противоэрозионную устойчивость эродированных и эрозионноопасных почв можно путем применения комплекса агротехнических мероприятий, включающего замену отвальной обработки безотвальной; использованием органо-минеральной системы удобрений; сочетанием известкования и органических удобрений; введение дифференцированных почвозащитных севооборотов и севооборотов с посевом промежуточных культур на эродированных почвах.

Секция 5

ОЦЕНКА, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ, ПОЧВЕННЫХ И АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В САДОВОДСТВЕ

ДВА ВЕКА КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Антюфеев В.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
vicant-nbs@yandex.ru

Расположенный на Южном берегу Крыма (ЮБК) Никитский ботанический сад (НБС) существует уже двести семь лет и ни на день не прерывал работу даже во время всех войн и революций. История разных сторон его деятельности описана не одинаково подробно, недооцененной остается роль, которую сыграли исследования НБС в области метеорологии и климатологии.

Попытка создать в 1786 г. ботанический сад близ нынешнего города Старый Крым провалилась: эта местность – одна из самых холодных в крымских предгорьях. НБС организован в 1811 г. по Указу императора Александра I. Климатические особенности теплого побережья предопределили направление деятельности сада: Указ гласит, что заведение создается «для разведения иностранных растений, соответствующих благоприятному местному климату». В развернутом виде эту мысль проводит основатель НБС Х.Х. Стевен в «Плане экономо-ботаническому саду на южном берегу Тавриды». В учреждении, базирующемся на таких принципах, организация агрометеорологических исследований была вопросом неотложным и осуществлена первым директором Х.Х. Стевеном и его преемником Н.А. Гартвисом раньше, чем в других частях страны, и задолго до формирования понятия о сельскохозяйственной климатологии как о самостоятельной науке и до появления термина агроклиматология.

За два столетия дань связанным с климатологией исследованиям отдали более сорока ученых НБС – не только метеорологи, но и виноградари, плодоводы, дендрологи, лесоведы, физиологи, геоботаники, ландшафтные архитекторы, почвоведы, цветоводы, специалисты в области ландшафтоведения, микологии, фитопатологии, фитореабилитации,

фенологии, овощеводства, технических культур (эфирномасличных, табака и других), энтомологии, зоологии… Число соответствующих работ превышает четыреста из общего числа публикаций НБС, приближающегося к четырнадцати тысячам.

Исследования НБС по климатологии (в широком смысле слова) можно разделить по их тематике и объекту изучения на несколько категорий.

1) Примерно 70% всех публикаций посвящены изучению состояния интродуцированных растений в зависимости от погоды. Сведения об этом содержатся уже в первых отчетах Сада, хранящихся в Центральном Историческом архиве России, и почти все случаи погодных аномалий за двести лет подвергались анализу применительно к испытывавшимся в НБС группам декоративных и сельскохозяйственных культур.

Без этих исследований не были бы достигнуты хорошо известные успехи НБС: впервые введены в культуру более 400 видов растений, селекционеры вывели около 800 новых сортов. Однако ученым периодически приходится преодолевать давление ведомств, желающих внедрить культуры, неприспособленные к экологическим условиям местности. Еще Х.Х. Стевен признал невозможным выращивание на ЮБК цитрусовых в открытом грунте, но бесперспективные попытки вновь предпринимались в 1950-е годы. Н.А. Гартвис докладывал генерал-губернатору о нецелесообразности культуры хлопчатника в Крыму, но чиновники не раз возвращались к этому вопросу.

Примечательна брошюра А.И. Баранова (1930). Метеотаблицы и климатические карты демонстрируют недостаточное соответствие местных условий физиологии хлопкового растения и опровергают слова автора, будто его возделывание в Крыму «можно считать допустимым». Всё расставляет по местам замечание, что допустимо это «при сложившихся в стране условиях», и читатель приходит к правильным выводам: резюме брошюры написано под административным давлением, обусловленным необходимостью наладить производство стратегического сырья в условиях экономической блокады СССР. Развить хлопководство на юге Украины и в Крыму пытались и позднее, в период послевоенной разрухи 1940-1950-х годов и на рубеже 20-21 веков. В 2001 г. НБС подготовил развернутую справку с экологическим анализом возможностей и последствий развития этой специфичной отрасли растениеводства. Было, в частности, показано, что хороший урожай хлопка в 1999 и 2000 гг. обусловлен необычными погодными условиями, а многолетний агроклиматический режим не обеспечит рентабельность этой отрасли сельхозпроизводства в Крыму. Позиция НБС избавила сельхозпроизводителей от непродуктивных затрат на выращивание названных культур.

Такая же ситуация сложилась при рассмотрении вопроса о целесообразности культивировании в Крыму чайного растения. Об этом

говорят архивные документы: в 1843 г. Н.А. Гартвис сообщал, что препятствием для создания на ЮБК чайных плантаций является почва, а не зимние морозы, хотя сухость воздуха летом сказывается негативно. Чаеводством в Крыму планировали заняться после Великой отечественной войны, выдвигается такая идея и в наши дни. В 2018 г. лаборатория агроэкологии выполнила экспертизу предложения о создании в Крыму производственных насаждений чая. Показано, что в Крыму большие земельные массивы с благопритным для данной культуры сочетанием эдафических и климатических условий отсутствуют, но на основе детальных дополнительных исследований, возможно, удастся выявить чаепригодные участки площадью до 2-3 га.

2) Климатологические (в тесном смысле) исследования достаточно широко велись в те периоды, когда в составе НБС были специальные научные подразделения: 1825-1860 гг. (параллельные метеоизмерения в Симферополе и в НБС вели лично Х.Х. Стевен и Н.А. Гартвис); 1890-1917 гг. (метеонаблюдатели работали под руководством директора А.И. Базарова, затем – физиолога В.Н. Любименко, будущего советского академика, потом – директора Н.И. Кузнецова); 1926-1932 гг. (отдел сельскохозяйственной метеорологии, заведующий А.И. Баранов); 1959-2011 гг. (группа климата в составе организованного проф. М.А. Кочкиным отдела агроэкологии, которой до 1990 г. руководил к.г.н. В.И. Важов, включала метеостанцию в Степном отделении НБС). В задачи этих подразделений входили выполнение метеорологических и микроклиматических наблюдений, их обобщение и публикация результатов.

3) Оценено влияние климата на естественную растительность.

4) Изучался климат мест происхождения интродуцентов.

5) Выполнено агроклиматическое районирование ряда южных регионов для размещения культур, акклиматизированных и выведенных НБС.

6) Рассматривались другие вопросы климатологии: ее природоохранные аспекты, рекреационная климатология, дендроклиматология, колебания климата.

7) С учетом рекомендаций агроклиматологов в Крыму и на юге Украины заложено и реконструировано 18 парков и скверов, около 2000 га садов.

На протяжении двухсот лет агроклиматологические исследования в НБС то активизировались, то затухали, но никогда не прекращались полностью и всегда оставались делом практической важности. Хочется надеяться, что уже в близком будущем они возродятся в прежнем масштабе, включая круглосуточные метеонаблюдения в Степном отделении Сада.

ПЕСЧАНЫЕ ПОЧВЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ВИНОГРАДАРСТВЕ

Батукаев А.А.[1,2], Магомадов А.С.[1], Батукаев А.А.[2]
[1]Чеченский государственный университет, Грозный, Чеченская республика
[2]Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, п. Гикало, Чеченская республика
batukaevmalik@mail.ru

В результате исследований получены новые сведения о влиянии различных технологий выращивания саженцев на их качество, приживаемость на плантации и на продуктивность насаждений винограда на песчаных почвах Чеченской Республики. Урожайность корнесобственных насаждений сорта Бианка (в пересчете на 1 га) при посадке вегетирующими саженцами составила в среднем за три года 68,3 ц/га на 12,5 ц/га выше, чем при посадке однолетними саженцами, выращенными в производственной школке открытого грунта.

Опыт возделывания винограда на Терско-Кумских песках, накопленный за последнее время, показал, что пески являются одним из самых перспективных районов корнесобственного укрывного виноградарства России. Даже при получении 4-5 тонн винограда с гектара на песках обеспечивается рентабельное ведение хозяйства. В комплексе мероприятий, направленных на создание высокопродуктивных насаждений, особенно важен выбор технологий выращивания саженцев обеспечивающих высокую приживаемость их на плантации и урожайность винограда. В этом регионе в среднем за год наблюдается 20-28 дней с ветром 15 м/сек, поэтому виноградники нуждаются в противодефляционной защите, так как происходит, засекание листовой поверхности молодых растений песками. Сведения по этим вопросам на песках имеются противоречивые, поскольку климат, качество песков, геология в различных регионах неодинаково. Специальных исследований на Терских песках, площадь которых составляет в центральной и восточной зонах 106230 гектаров, не проводилось. Проблема освоения Терских песков касается, в первую очередь, экономического развития хозяйств Наурского и Шелковского районов Чеченской Республики, территория которых в большинстве своем занята Терскими песками. В связи с этим исследования, направленные на изучение качества саженцев, получаемых при различных технологиях, их приживаемости на плантации и долговечности насаждений актуальны и отвечают запросам производства.

Основной экспериментальный материал получен в 2013-2017 годах в винхозе «Бурунный» Шелковского района Чеченской Республики. В районе станицы Червленной продолжительность вегетационного периода винограда 197 дней, абсолютно минимальные температуры достигают минус 32°С.

Средняя годовая норма осадков составляет 401 мм. За последние 25 лет только в течение шести лет наблюдалось превышение годовой нормы осадков.

Почвы по механическому составу опытного участка рыхлопесчаные пылеватые: с содержанием 5,9% мелкозема и влагоемкостью до 5,6%. Содержание гумуса на опытном участке в верхних горизонтах 0,86%, в нижних 0,25%, поглощенных форм фосфора 0,5 мг, калия 63 мг на 100 грамм почвы. Залегание грунтовых вод на глубине 4,3 метра. Корнесобственные саженцы выращивались в полиэтиленовой теплице. Наиболее высокий выход саженцев достигается на кубиках гравилена и предложенного нами субстрата, который готовился в теплице. Укладывали опилки слоем 20-30 см и пропаривали нагретой водой до 100°С для их дезинфекции. На 100 кг опилок расходовали 150-200 л воды, что обеспечивало необходимую влажность (75-80%). После этого на поверхность опилок вносили удобрения в расчете на 100 кг опилок 1 кг суперфосфата, 1,6 кг аммиачной селитры и перемешивали глауконит, глину и опилки. Опилки использовали в субстрате для связывания азота, глауконит добавляли для повышения уровня минерального питания для связывания кома бентонитовую глину. Для выращивания использовали полиэтиленовые мешочки из полиэтиленовой пленки толщиной 40-50 микрон с высотой 15-18 см и шириной 12-15 см. Высадку черенков в чехлики и теплицу осуществляли в конце марта. После образования прироста на саженцах 15-17 см, проводили закалку их в течение 7 дней, а затем высаживали на плантацию. Ямы копали тракторным ямокопателем. Диаметр ямок 25-30 см, глубиной 70 см. На дно ямы насыпали холмик почвы, смешанной с 200 г суперфосфата. При установке саженца расправляли корни, направляя их вниз по холмику. Затем яму засыпали наполовину почвой, утаптывали и поливали водой (15 л).

Цель исследований – изучить влияние различных технологий получения корнесобственных саженцев на выход, их качество, приживаемость на плантации, рост, развитие и урожайность винограда. Для посадки брали вегетирующие саженцы и однолетние саженцы сорта Бианка, с хорошо вызревшим приростом, здоровой древесиной и неповрежденными почками, с хорошо развитой корневой системой.

Вариант I: выращивание, в производственной школке открытого грунта саженцев по общепринятой технологии (контроль).

Вариант II: выращивание вегетирующих саженцев в теплице в течение 45 дней.

Вариант III: Выращивание саженцев из укороченных черенков длиной 25 см, с применением в качестве мульчи почвы полиэтиленовой пленки по технологии, разработанной профессором Г. П. Малых.

Опыт по изучению заложен в трех вариантах, в трехкратной повторности, в варианте 300 растений. Площадь питания 3х1,5 м. Виноградники орошаемые, корнесобственные, укрывные.

При выращивании в производственной школке открытого грунта по общепринятой технологии высаживалось, в пересчете на 1 га, 125 тысяч черенков и выход саженцев составлял в среднем 40 тысяч штук.

Во II варианте выход саженцев из теплицы составил 85-97%, что значительно выше по сравнению с другими вариантами за счет создания оптимальных режимов температуры, влажности, питания, способствующих быстрому и лучшему укоренению и развитию молодых растений на плантации.

В варианте III выращивание саженцев из укороченных черенков длиной 25 см с применением в качестве мульчи почвы полиэтиленовой пленки по технологии, разработанной профессором Г. П. Малых, высаживалось 500 тысяч черенков и выход саженцев с 1 га составлял 400 тысяч штук. С использованием новой технологии из укороченных черенков выход саженцев с гектара увеличился более чем в 10 раз, себестоимость саженцев снизилась в 2 раза по сравнению с общепринятой ранее технологией первого варианта.

Как показали наши исследования, способ выращивания саженцев определяет их приживаемость, рост и развитие растений на плантации. Приживаемость саженцев, при посадке однолетними саженцами, выращенными в производственной школке открытого грунта, составила 71,8%, или на 15,8% ниже, чем при посадке вегетирующими саженцами, выращенными в теплице в течение 45 дней.

Посадка однолетними саженцами выращенными из укороченных черенков с применением в качестве мульчи почвы полиэтиленовой пленки была в среднем 85,3% или ниже на 2,3%, чем при посадке вегетирующим саженцами, выращенными в теплице в течение 45 дней.

Посадка вегетирующими саженцами, выращенными в теплице, проводилась в мае, что способствовало наилучшему росту, отмечалась наибольшая площадь листовой поверхности, а осенью лучшему вызреванию побегов. Вегетирующие саженцы, в это время высаженные с ненарушенной корневой системой продолжали развитие и имели прирост побегов более 20 сантиметров, а посаженные однолетние саженцы в I и во II вариантах только начинали трогаться в рост. Мощность и ветвление корневой системы у двухлетних растений была больше при посадке вегетирующими саженцами, выращенными в теплице и при выращивании саженцев из укороченных черенков длиной 25 см с применением в качестве мульчи почвы полиэтиленовой пленки. Общий вес корней при посадке вегетирующими саженцами – 345,4 г, в контроле – 218,7 г. Посадка вегетирующими саженцами, выращенными в теплице, способствовала лучшему развитию

корневой системы в более глубоких горизонтах почвы, а это значительно влияло на рост, развитие и продуктивность насаждений.

Урожайность в пересчете на 1 га корнесобственных насаждений сорта Бианка при посадке вегетирующими саженцами составила в среднем за три года 68,3 ц/га или на 12,5 ц/га выше, чем при посадке однолетними саженцами, выращенными в производственной школке открытого грунта. Таким образом, способы выращивания саженцев определяют приживаемость, рост, развитие и продуктивность насаждений.

Выращивание вегетирующих саженцев, выращенных из укороченных черенков с применением в качестве мульчи почвы полиэтиленовой пленки, является высокоэффективным методам производства посадочного материала.

Выводы

Выращивание вегетирующих саженцев имеет ряд преимуществ по сравнению с технологией выращивания однолетних саженцев в школке открытого грунта. Саженцы выращивают за 40-50 дней в теплице, минуя виноградную школку, целый год продолжают развиваться на плантации. Этот метод позволяет легко механизировать выполнение основных трудоемких процессов. Главное преимущество заключается в том, что на год раньше создаются виноградники и маточники.

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ АБРИКОСА КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Горина В.М., Корзин В.В., Месяц Н.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта,
valgorina@yandex.ru

Абрикос (*Prunus armeniaca* L.) одно из самых популярных плодовых растений в мире. Он ценится своими плодами, которые отличаются высокой сахаристостью, содержат витамины А, С, группы В, Н (биотин), Е и др., являются богатым источником биологически активных веществ, обладающих антилучевыми, антирадикальными и антимутагенными свойствами. Абрикос играет важную роль в питании и обеспечении здоровья человека. К достоинствам этой культуры относятся интенсивный рост и скороплодность растений, быстрое нарастание урожая, раннее созревание плодов, расширяющее конвейер поступления их к потребителю. В Никитском ботаническом саду практически с момента основания начато формирование коллекций плодовых культур и уже в 1855 г. имелось 20 сортов абрикоса. В настоящее время его генофонд представлен 706 сортами и селекционными формами.

Природно-климатические условия Крыма благоприятны для выращивания большинства плодовых культур. Однако, частые

провокационные оттепели в январе и феврале, после которых наблюдаются понижения температуры воздуха до отрицательных значений, повреждают пробудившиеся и тронувшиеся в рост генеративные почки растений. Существенное повреждение насаждениям плодовых культур наносят также зимние морозы (около –25,6°С). Абрикос в Крыму чувствителен к зимне-весенним колебаниям температур, что негативно сказывается на продуктивности его деревьев. В связи с этим создание адаптивных сортов для условий Крыма весьма актуально.

Целью проведенных исследований явилось изучение морозостойкости генеративных почек растений абрикоса сортов, произрастающих на коллекционно-селекционных участках Никитского ботанического сада и отбор перспективных генотипов для дальнейшей селекции и производства.

Экспериментальный участок расположен на южном берегу Крыма на высоте 195-200 м над уровнем моря. Рельеф ступенчато-террасовый, почвы коричневые. Климат средиземноморский, засушливый, с очень мягкой зимой. Самый холодный месяц – январь (4,5°С). Абсолютный минимум –15…–17°С. Годовое количество осадков – 550 мм. Повторяемость зимних вегетационных оттепелей достигает 65-70% от общего числа лет наблюдений. Повреждение морозами плодовых растений наблюдается редко.

Объектами исследований явились сорта и селекционные формы абрикоса, которые изучали в течение 2008-2019 гг. Характер зимне-весеннего развития цветковых почек определяли в соответствии с известными методиками. В экспериментах использовали метод прямого ступенчатого промораживания побегов с генеративными почками в климатической камере при различных низкотемпературных режимах. Изменение температуры составляло 2°С в час.

В 2008 г. провели изучение морозостойкости генеративных почек на различных стадиях развития у 74 сортов и селекционных форм абрикоса путем их искусственного промораживания в холодильных камерах. Известно, что генеративные почки растений абрикоса в осенне-зимний период проходят важные этапы морфогенеза. На стадии формирования спорогенной ткани они обладают повышенной устойчивостью к морозам, но у ряда сортов они могут сохранять её и на более поздних этапах развития, что представляет особый интерес для селекции. В конце первой – начале второй декады февраля около половины изучаемых объектов имела генеративные почки на стадии образования тетрад, у 35% генотипов наблюдали мейоз и только 19,2% сортов и форм отличались поздним развитием, их генеративная сфера находилась на стадии формирования спорогенной ткани. Воздействие на них отрицательной температурой –16°С вызвало у 10,8% изучаемых сортов и форм повреждение генеративных почек на 31,3-95,9%. В начале третьей декады февраля на генеративные почки этих же сортов воздействовали температурой –18°С. При этом у большинства объектов почки находились на

стадии распада тетрад и образования микроспор. Практически все сорта и формы имели 100% гибель генеративной сферы и только у 8,1% сортов и форм были выявлены от 5 до10,3% не поврежденных почек. Среди них оказались три формы селекции Никитского ботанического сада 89-542, 89-546, 89-559, два интродуцента Май-Хе-Син, 7(3)-3-70б и сорт Краснощекий. В середине третьей декады февраля развитие генеративных почек продвинулось незначительно. Из 78 изучаемых генотипов 56,1% имели почки на стадии тетрад и их распада на микроспоры, у 30,8% сортов и форм уже отмечали одноклеточную пыльцу. Среди них с высокой сохранностью (70,9-100%) генеративных почек после воздействия отрицательной температурой (–16°С) были выделены 23 сорта и селекционные формы: 84-783, 84-689, 8566, 84-949,89-529, Юань-Синь, Искорка Тавриды, Самаритянин, Сармат, Ромео, Апполон, Гамлет, Sundrop, Альтаир, Фиолент, 47-L/11 и другие. Определено, что гибель 30% цветковых почек не приводит к существенному понижению урожайности растений абрикоса. Более медленным развитием (завершение формирования спорогенной ткани и образование микроспороцитов) выделились 12,8% изучаемых объектов. Без повреждений или со слабым повреждением генеративных почек на 2-31,4% отобраны сорта и формы селекции Никитского ботанического сада (Провинциал, Звездный, 9-4-1/15, Студент, Ялтинец).

В 2010 г. морозостойкость изучали у 131 сорта и формы. В начале февраля 62,6% изучаемых объектов обладали генеративными почками в стадии образования микроспороцитов и мейоза. С поздним развитием было выявлено19,1% генотипов. После воздействия отрицательной температуры –16°С были отобраны 40,5% сортов и форм сохранивших неповрежденными более 30% генеративных почек, причем более половины из них в это время имели почки на стадии формирования микроспороцитов. В течение 2012, 2013 и 2015 гг.изучали влияние отрицательных температур –14, –14,5 и –16°С соответственно на генеративные почки растений абрикоса в конце января. В эти периоды генеративная сфера изучаемых сортов и форм находилась на различных стадиях развития. В 2012 г. 62,1% изучаемых сортов и форм абрикоса имели почки на стадии формирования спорогенной ткани и микроспороцитов, у 34,5% генотипов наблюдали мейоз. В 2013 г. 82,1% изучаемых объектов характеризовались формированием спорогенной ткани и микроспороцитов генеративных органов, у 17,9% генотипов генеративные почки находились на стадии образования тетрад и их распада на микроспоры. Более теплая зима 2015 г. способствовала ускорению развития генеративной сферы плодовых растений и у 73,1% изучаемых сортов и форм абрикоса в этот период отмечали образование тетрад и распад их на микроспоры. В результате в 2012 г. было выделено 72,4% сохранивших от 33,7 до 100% генеративных почек живыми. Отобраны следующие сорта и формы: Крымский Амур, Краснощекий, Южанин, Профессор Смыков,

Поздноцветущий №1, Костинский, Летчик, Hong Ju, Ашос и 10 форм из семьи Летчик х (Семенной х Шалах). В 2013 г. повышенной устойчивостью к отрицательным температурам выделилось 35,9% генотипов. Среди них перспективными являются сорта Краснощекий, Одиссей, Зевс, Mai Hvang, Bergeron, Монастырский, Альтаир, Стрепет и формы 89-173, 89-425, 89-430, 89-449, 89-411, 89-445. В 2015 г. выделено 23,1% растений, у которых сохранились живыми единичные почки, среди них отобраны Дебют (6,2%) и Katrina (10%). У остальных сортов и форм генеративная сфера полностью погибла (100%).

Ранее было установлено, что в период формирования спорогенной ткани генеративные почки абрикоса приобретают наибольшую морозоустойчивость. Более поздним наступлением последующих этапов морфогенеза и замедленным темпом зимне-весеннего развития обычно отличаются более зимостойкие сорта. Однако, у различных сортов морозостойкость генеративных почек на одном и том же этапе морфогенеза неодинакова, что связано с биологическими особенностями растений. У некоторых сортов генеративные почки и на поздних этапах сохраняют довольно высокую морозостойкость. Такие сорта и формы представляют особую ценность для использования в селекции на зимостойкость и в качестве исходных форм при создании сортов для регионов с провокационными оттепелями и возвратными морозами. Поэтому изучали реакцию 37 сортов и селекционных форм на воздействие отрицательной температуры –12°С в первой декаде марта, когда генеративные почки большего количества изучаемых объектов находились на стадии формирования одноклеточной пыльцы и только пять сортов и форм (Витязь, Профессор Смыков, Кок-Пшар, Лючак Сумбарский и 7(3)-3-70б) отличались поздним развитием. Их генеративные почки находились на стадии распада тетрад и формирования микроспор, а у формы Витязь отмечены микроспороциты и начало мейоза. Выделено 13 сортов и форм (7(3)-3-70б, Ромео, Сармат, Витязь, Кок Пшар, Магистр, Красный Крым, Одиссей, Южанин, Профессор Смыков и другие), у которых сохранилось от 14 до 42,5% генеративных почек без повреждений. Также на поздних стадиях развития изучали морозостойкость 26 сортов и форм в 2010 г. После воздействия на них температурой –10°С было выделено 11,5% генотипов, сохранивших более 70% почек. К ним относятся формы Попутчик, Атос и 84-876. Растения сортов и форм Звездочет, Княжеский, 89-651, Южанин, 84-906, Боярин, Коперник сохранили до 30% генеративных почек живыми. В начале марта 2015 г. также изучили реакцию растений 36 сортов и форм абрикоса на воздействие температуры –10°С на поздней стадии развития генеративных почек (зрелая пыльца). В результате было выделено 41,6% генотипов (Крымский Амур, Русич, Профессор Смыков, Зевс, Kioto, Колобок Голубева, Киевский Красень, 10798, 12 форм из семьи Шалард 5 х Форум и

другие), у которых сохранилось от 71,4 до 98,2% почек живыми. В конце марта 2019 г. на растения абрикоса в фазе бутонизации воздействовали температурой –3°С. До 72,5-100% генеративных почек сохранилось у 53,8% сортов и форм (Ананасный Августовский, Да-Хуан-Хоу, Звездочет, Летчик, Одиссей, Попутчик, Фиолент, Шалард 2, Leala, Sulmona и другие).

Следовательно, растения абрикоса, характеризующиеся медленными темпами развития генеративных почек, чаще всего обладают повышенной морозостойкостью. Встречаются генотипы, которые независимо от стадии развития почек имеют высокие показатели их сохранности, что заложено, по-видимому, генетически. Выделены сорта, которые на протяжении всего времени исследований отличались лучшей сохранностью генеративных почек: Профессор Смыков, Попутчик, Атос, Форвард, Летчик, Южанин, Фиолент, Да-Хуан-Хоу, Н-II-25/32, Ялтинец, Звездочет, Провинциал, 47-L/11, 89-445, 89-876, а сорт Профессор Смыков и на поздних стадиях развития. Сорта и формы Русич, Аспирант, Альтаир, Зевс, Одиссей, Harris, Harcot, Гамлет, 89-532, 89-551 и другие, всего 14, характеризуются повышенной устойчивостью к воздействию отрицательных температур. Выделенные генотипы можно использовать в селекции на морозостойкость генеративных почек в качестве источников этого признака.

ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В АГРОЦЕНОЗЕ ЯБЛОНИ ЮГА РОССИИ

Дарвееш Н.И.[1], Онищенко Л.М.[2], Дорошенко Т.Н.[2],
[1] Дамасский Аграрный университет Дамаск, Сирия,
[2]Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар
darveesh.nalin@yandex.ru

Высокоплодородные черноземы, являясь главным земельным ресурсом сельскохозяйственного производства, характеризуются тем, что органическая и минеральная части находятся в оптимальном сочетании. Общая их площадь на планете составляет приблизительно 240 млн. га. Черноземные почвы, занятые под сельхозугодиями, на Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья занимают 3148,6 тыс. га, из них под пашней находится 2959,5 тыс. га. Чернозем выщелоченный в южной части этой низменности распространен на 240,7 тыс. га и пашня составляет 160,2 тыс. га.

Исследования проведены в плодоносящем яблоневом саду кафедры плодоводства Кубанского ГАУ прикубанской зоны садоводства. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения в качестве задернителя использовали естественно растущие (преимущественно злаковые) травы с

периодическим скашиванием их по мере отрастания надземной массы по типу дерново-перегнойной системы. Почва – чернозем выщелоченный сверхмощный малогумусный тяжелосуглинистый очень теплый, кратковременно промерзающий. Чернозем выщелоченный обычного рода, относящийся к южно-европейской фации и расположенный в регионе южнее типичных черноземов, характеризуется невысоким содержанием гумуса, выщелачиванием карбонатов за пределы гумусового горизонта, уникальной мощностью гумусового горизонта – 147-170 см, темной окраской и нечетко выраженными генетическими горизонтами профиля почвы.

В состав органического вещества почвы входит не только гумус, но и различного рода неспецифические соединения. Ю.И. Ершов (2004), давая определение понятию органическое вещество почвы, пишет, что оно включает в себя иерархию компонентов различной степени сложности. Мы же в условиях полевого опыта в плодоносящем яблоневом саду в наиболее динамичной части 0-60 см слое почвенного профиля более подробно рассмотрели влияние минеральных ($N_{90}P_{90}K_{90}$), органических удобрений (10 т/га), а также зеленого удобрения (горох) на динамику содержания общего гумуса, его запас в почве и физико-химические свойства. Определили действие этих факторов на продуктивность деревьев яблони. Для установления влияния органической системы удобрения яблони сорта Прима применяли биогумус, полуперепревший навоз, которые вносили по периметру кроны деревьев на глубину 20 см.

Исследованиями В.Н. Слюсарева, В.И. Терпельца, М.Н. Мышко (2008), В.Н. Слюсарева, Л.М. Онищенко, Т.В. Швец (2013), А.Х. Шеуджена (2015; 2018) было установлено, что содержание гумуса в изучаемом черноземе варьирует от 2,7% до 3,4%. Профильное распределение гумуса в 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях почвы – постепенно убывающее. Потенциальное плодородие почвы определяется большим запасом гумуса.

Характеризуя полученные данные по содержанию общего гумуса в почве можно отметить некие закономерности. Этот показатель имел сезонные изменения, связанные с гидротермическими условиями (весеннего максимума влаги в почве и благоприятного температурного режима), определяющими степень разложения корневых и растительных остатков.

До закладки опыта (осень) средневзвешенное содержание общего гумуса в почве в 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях было равно 3,06; 2,95 и 2,21% соответственно. Затем весной в фазу распускания почек при применении минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$) и зеленого удобрения, в слоях 0–20; 21–40 и 41–60 см наметилась положительная тенденция к некоторому увеличению его содержания до 3,26; 3,04 и 2,31 % и до 3,28; 3,00 и 2,23 % соответственно. Биогумус и полуперепревший навоз достоверно способствовали повышению содержания общего гумуса до 3,41; 3,08; 2,30 %

и 3,39; 3,12 и 2,40 %. Причем, видно, что максимальные изменения показателя происходят в верхней части профиля почвы. Однако в этих вариантах прослеживаются четкие изменения и в слое 41–60 см, что свидетельствует о глубоком промачивании гумусового горизонта чернозема выщелоченного. Изменения значений показателей по содержанию общего гумуса обусловлено различной степенью разложения растительных остатков, характером изменений органического вещества, а также связями вновь образованными гумусовыми соединениями между собой и с минеральной частью почвы.

Верхние горизонты этой почвы имеют наибольший запас гумуса. В контроле и с использованием зеленого удобрения в слое 0–20 см до закладки опыта (76,5 т/га), в фазы распускания почек (82,3 т/га) и по окончанию плодоношения деревьев (75,3 т/га) запас гумуса был практически одинаков. Минеральные удобрения обеспечивали образование несколько меньшего запаса гумуса – 75,9; 78,2 и 76,6 т/га. В вариантах с внесением биогумуса и навоза полуперепревшего рассчитывались достаточно близкие значения по запасу гумуса – 73,4; 81,8; 79,2 и 73,5; 81,4; 79,3 т/га.

По окончанию плодоношения культуры (период аномально жаркой и сухой погоды) содержание общего гумуса несколько стабилизировалось. И.В. Тюрин (1949) периоду относительной летней сухости почвы придавал важную роль в последующих явлениях – перехода образующейся ульминовой кислоты в гуминовую и закреплении последней в форме гуматов кальция. Показатель содержания общего гумуса при внесении минеральных удобрений в 0–20, 21–40 и 41–60 см слоях был равен 3,09; 2,97; 2,20%, биогумуса – 3,30; 2,98; 2,27%, навоза полуперепревшего – 3,17; 3,05; 2,21%. Зеленое удобрение значения показателя практически не изменяло. В количественном выражении по всем изучаемым слоям почвы данные согласуются с контрольным вариантом. Недостаток влаги в почве в летний период видимо снижает микробиологическую активность, что подавляет процесс минерализации и разложения растительных остатков. Однако, как отмечают В.В. Пономарева и Т.А. Плотникова (1980) в это время продолжают активно работать ферменты, играющие существенную роль для процесса гумификации. Это определяет большие значения содержания общего гумуса в вариантах с применением минеральных удобрений, биогумуса и навоза полуперепревшего относительно первоначальных значений.

В черноземе выщелоченном гуминовые кислоты в гумусо-аккумулятивном горизонте преобладают над фульвокислотами. В нижележащих слоях это соотношение несколько изменяется. В фракционно-групповом составе 0-20 см слоя чернозема выщелоченного содержание гуминовых кислот (ГК) – от 24,9 до 37,4% – преобладает над концентрацией фульвокислот (ФК) – от 17,9 до 28,4%. Определяется значительное

количество негидролизуемых веществ (гуминов), которое изменяется в диапазоне от 40,1 до 54,0%. Общее количество гумусовых веществ, извлекаемых из 0–60-сантиметрового слоя чернозема, варьирует от 46,0 до 59,9%. Гуминовые кислоты, как и фульвокислоты, представлены в основном фракциями второй группы.

В результате исследований по установлению влияния минеральных удобрений, биогумуса, навоза полуперепревшего и зеленого удобрения на почвенно-агрохимические свойства чернозема выщелоченного установлено, что изучаемые в полевом опыте факторы, оказывают значительное влияние на урожайность одной из самых важных плодовых культур, возделываемых на юге России – яблони. В контроле было получено 17,2 т/га. Урожай плодов яблони достоверно увеличивался ($НСР_{05}$ равно 0,052) при внесении минеральных удобрений в плодоносящем саду в норме $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 20,9%. Биогумус (10 т/га) способствовал несколько меньшей продуктивности культуры, но прибавка урожая также достоверна, и относительно контроля составила 13,4%. Внесение полуперепревшего навоза (10 т/га) и использование зеленого (горох) удобрения сформировали урожайность в количестве 18,7 и 17,9 т/га, прибавка урожая плодов яблони существенна и составила 8,7 и 4,1% соответственно.

Таким образом, в прикубанской зоне садоводства чернозем выщелоченный сверхмощный малогумусный тяжелосуглинистый очень теплый, кратковременно промерзающий характеризуется невысоким постепенно убывающим в 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях почвы содержанием общего гумуса – 3,03; 2,95 и 2,21%. Запасы общего гумуса в слое 0 – 60 см – варьируют от 155,0 до 167,5 т/га, что позволяет получать достаточно высокий урожай плодов яблони: при внесении минеральных удобрений 20,8 т/га, биогумуса 19,5 т/га, полуперепревшего навоза 18,7 и зеленого удобрения 17,9 т/га.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ИНЖИРА И ФЕЙХОА В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Дунаевская Е.В., Костенко И.В.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта,
ik_64@bk.ru

Жизнь высших растений без микроэлементов невозможна. Их недостаток провоцирует нарушения в формировании вегетативных и генеративных органов, повышенную чувствительность к инфекционным заболеваниям. При остром дефиците необходимых микроэлементов

нарушения в жизненном цикле растения (как и человека) становятся катастрофичными, приводящими к преждевременной гибели.

Высшие растения – первичный источник микроэлементов для многих живых существ. Поэтому аномально низкая концентрация микроэлементов в растительных тканях вредна не только растениям, но и потребляющим их организмам.

Более трех миллиардов человек подвержены заболеваниям, возникающим вследствие потребления продуктов питания, обедненных такими микроэлементами, как железо и цинк. В целом, слабая обеспеченность высших растений микроэлементами представляет собой глобальную проблему, как по масштабам распространения, так и по влиянию на здоровье человека. Причиной этого служит обеднение почв из-за постоянного выноса микроэлементов сельскохозяйственными культурами.

Цель исследования: получить данные о содержании Fe, Cu, Zn и Mn в почве под двумя формами фейхоа и под ранее изучавшимися сортами инжира.

В ходе полевых работ в коллекционных насаждениях Никитского ботанического сада были взяты образцы почв под деревьями фейхоа сортов Никитская Ароматная 1951 г. посадки и Крупноплодная 1955 г. посадки (разрезы 1, 2), и инжира 1988 г. посадки (разрезы 3-6). Насаждения фейхоа размещены на пологом склоне южной экспозиции в пределах высот 75-81 м над уровнем моря. Насаждения инжира размещены на террасированном склоне южной и юго-восточной экспозиции в пределах 105-115 м над ур. м. В отобранных образцах определяли содержание общего органического углерода по Тюрину с колориметрическим окончанием по Цыпленкову, микроэлементов – в аммонийно-ацетатном буферном растворе на атомно-абсорбционном спектрофотометре Квант-2мт (в режиме абсорбции).

По результатам исследований в почве под фейхоа не выявлено каких-либо закономерностей в распределении доступных растениям форм микроэлементов. Так, в разрезе 1 количество подвижного железа с глубиной увеличивалось с 1,52 до 2,08 мг/кг, меди, марганца и цинка – снижалось и в среднем по разрезу составило 0,46, 1,68 и 4,52 мг/кг соответственно. В разрезе 2 с глубиной возрастало содержание железа, меди и марганца, а цинка – снижалось. По сравнению с предыдущим разрезом среднепрофильное содержание марганца было в 1,5 раз меньше, а меди и цинка в 4,7 и 1,8 раз больше, что можно объяснить более длительным антропогенным влиянием на почвы этого участка сада.

Почва на участке инжира характеризовалась большой неоднородностью по уровню плодородия, что хорошо видно по содержанию гумуса, средние величины которого в слое 0-60 см колебались от 1,52 до 2,79%. Кроме того, в разрезе 6 содержание гумуса в слое 40-60 см (1,74%) было больше, чем в

слое 20-40 см (1,27%). Объясняется это смещением и перемешиванием плодородного слоя исходной почвы при создании террас.

От содержания гумуса, как интегрального показателя почвенного плодородия, достоверно зависело содержание подвижных форм меди (r=0,73; n=12) и цинка (r=0,79; n=12), количество которых, как и гумуса, с глубиной снижалось. Среднепрофильное содержание меди и цинка в пределах участка варьировало очень сильно: от 0,28 мг/кг в почве разреза 5 и 6 до 2,63 мг в разрезе 4 по меди и от 0,66 мг/кг в разрезе 6 до 4,64 мг в разрезе 3 по цинку.

В отличие от этих элементов, содержание подвижного железа с глубиной возрастало и по отдельным разрезам его количество варьировало от 1,23 до 4,13 мг/кг. Следует отметить, что железо не является микроэлементом в традиционном понимании этого термина, поскольку по валовому содержанию в почвах оно занимает 2-3 место. Однако из-за слабой растворимости оксидов и гидроксидов железа в аммонийно-ацетатную вытяжку переходит лишь крайне незначительно его количество, сравнимое с количество меди и цинка, валовое содержание которых в почве на несколько порядков ниже. Поэтому, несмотря на очень высокое валовое содержание железа некоторые растения, произрастающие на карбонатных почвах, могут испытывать недостаток этого элемента.

Для марганца также характерно уменьшение его количества с глубиной, однако с содержанием гумуса достоверной связи не выявлено, поскольку в малогумусной почве разреза 5 его количество (3,71 мг/кг) было существенно выше по сравнению с более гумусированными почвами разрезов 3 (2,43 мг/кг) и 4 (1,72 мг/кг).

Оценка степени обеспеченности почвы подвижными формами микроэлементов показывает, что согласно существующим нормам, почвы считаются необеспеченными при содержании меди менее 1,5-2,0 мг/кг. В связи с этим дефицит меди могут испытывать растения фейхоа в районе разреза 1 (0,46 мг/кг) и инжира, произрастающие в районе разрезов 5 и 6, где подвижной формы этого элемента (0,28 мг/кг) содержалось почти на порядок меньше по сравнению с разрезами 3 и 4 (1,62 и 2,63 мг/кг). Дефицит цинка для растений с невысоким выносом микроэлементов, к которым относятся плодовые культуры, может возникать при его содержании менее 1 мг/кг, что также наблюдается в почве разрезов 5 и 6 (0,83 и 0,66 мг/кг). Содержание подвижного марганца во всех разрезах соответствовало низкой степени обеспеченности растений этим элементов, поэтому наблюдаемый в составе плодов широкий спектр варьирования содержания марганца обусловлен биологическими особенностями отдельных сортов инжира.

Наибольшая разница между разрезами в содержании микроэлементов отмечена для меди (в 4,7 раза) и цинка (в 1,8 раз), что можно объяснить длительным антропогенным влиянием на почвы сада.

Почвы участка, на котором произрастают исследуемые сорта инжира Никитского сада, характеризуются средним содержанием подвижных форм железа и марганца, достаточным для бездефицитного снабжения плодовых растений.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ СУХИХ СУБТРОПИКОВ

Ковалева Н.О., Ковалев И.В.
МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Москва
kovalevmsu@mail.ru

К.Г. Паустовский в рассказе «Горная роса» высказал удивительную мысль о водоснабжении горной росой средневекового города Солхата, располагавшегося на территории нынешнего Старого Крыма, – одного из самых цветущих городов Востока, соперничавшего по красоте с Багдадом и Дамаском. Однако возможно ли обеспечить питьевой водой только за счет влаги ночных бризов третий по величине и значимости город Золотой Орды с населением, по мнению М.Г. Крамаровского (1997), в 11 тысяч человек, или даже, согласно арабским источникам, в 85 тысяч человек? Ландшафты, принадлежащие к Южнокрымскому горному округу, по В.М. Фридланду (1986), относятся к субтропическому континентальному классу горной поясности, то есть отличаются максимальной засушливостью среди всех горных систем Евразии наряду с Притуранскими и Восточно-Памирскими горами. Аналоги южнокрымских природных комплексов приурочены к Копетдагу, Памиро-Алтаю, Центральному Тянь-Шаню и чуть менее континентальному Восточному Кавказу. Современным горным и куэстовым ландшафтам Южного Крыма свойственно сухое и жаркое лето. При сумме активных температур около 4000 ^{0}С среднегодовое количество осадков – всего 350-400 мм, а характер их распределения – средиземноморский, – с максимумом зимой (Голубчиков, 1996), коэффициент увлажнения – 0,46. При таких современных климатических показателях и высокой интенсивности солнечной радиации трудно представить возможность накопления значительно количества конденсированной влаги только за счет суточных перепадов температур и характерных для Средиземноморских гор морских фенов. Почвы способны конденсировать около 4-5% атмосферной влаги, а камни – до 10%. Для эффективной конденсации при этом необходимо, чтобы грунты быстро остывали и быстро проводили влагу в нижележащие слои, то есть были легкого гранулометрического состава, контрасты температур между ночью и днем и между сезонами должны быть резкими, а небо оставаться ясным в ночные часы. Все эти условия выглядят вполне

вероятными в континентальном климате Крымских гор, особенно весной или осенью. Например, при влажности воздуха около 30% температура точки росы составляет $13{,}2^0$, а при 40% – $17{,}8^0$. Тем не менее, максимальное количество росы, которое фактически регистрировалось – это менее 0,05 см за одну ночь, а за год – не более нескольких десятков см водного слоя. Еще большую аридность и мощный естественный дренаж ландшафтов обеспечивает их известковое основание. Карстовые полости становятся водосборными емкостями для дождевых и поверхностных вод, которые разгружаются (струятся) ниже по уклону в виде родников.

Для обсуждаемых ландшафтов в настоящее время в их нетронутом состоянии характерно распространение сухих лесов из древовидного можжевельника, земляничного дерева, фисташки, дуба на коричневых почвах, сменяющихся на высоте около 400 м широколиственными лесами на бурых почвах, и с высоты около 1000 м – остепненными горными лугами (Драган, 2004). Высота Главной гряды Крымских гор составляет от 500-700 м над уровнем моря в районе Байдарской яйлы до 1400-1500 м на Бабуган-яйле. Верхняя граница леса образована сосной крымской (400-1100 м), сосной обыкновенной и буком (1100-1300 м). Поверхность яйл занимают луговые степи на горно-луговых черноземовидных почвах (Драган, 2004). На месте сведенных лесов и на сухих склонах начинает преобладать ксерофитная фриганоидная растительность из колючеподушечников (колючие астрагалы, лапчатка, проломники, эспарцет и пр.) и стелющихся можжевельников. Они не поедаются скотом, и поэтому при перевыпасе распространяются на больших площадях (Голубчиков, 1996).

Чтобы оценить гидрологическую ситуацию средних веков в районе исследований и ответить на вопрос об источниках водоснабжения процветающих городов и прилегающих территорий, были отобраны и изучены образцы коричневых почв археологических раскопов, заложенных на территории Судакской крепости и древнего Солхата. В обоих случаях были вскрыты резко различающиеся по свойствам культурные слои разных эпох. Для сравнения был выбран профиль типичной коричневой почвы на мысе Мартьян (160 м над уровнем моря).

Верхний горизонт (0-30 см) исследованного раскопа на территории генуэзской крепости оказался наиболее плодородным, содержащим нетипичное для коричневых почв высокое количество гумуса (5%) и органического фосфора (71% от общего количества фосфора). Горизонт вскипает от карбонатов и обладает высокими значениями магнитной восприимчивости, глинистым гранулометрическим составом, а также пологими спектрами отражательной способности, сходными с серыми лесными почвами Ясной Поляны. Все эти факты свидетельствуют о значительной трансформации свойств коричневой почвы в ходе интенсивной эксплуатации последних столетий, а также об условиях не слишком

контрастной влагообеспеченности в течение года. Несмотря на отсутствие признаков застоя воды (высокие величины магнитной восприимчивости и содержания ферромагнетиков), исследованная почва не испытывала резкого дефицита влаги, и, возможно, увлажнялась либо в ходе бытования поселения, либо в результате орошения. В целом, режим существования культурного слоя – автоморфный с хорошим естественным дренажом.

Погребенная под фундаментом генуэзских построек средневековая почва на глубине 30-55 см отличается как от верхнего слоя, так и от нижележащего резким уменьшением содержания общего фосфора при доле органического в его составе около 62%, уменьшением содержания гумуса в два раза по отношению к верхнему горизонту, а также самым крутым спектром отражательной способности (высота перегиба составила 12% по сравнению с 6% в выше- и нижележащих горизонтах), причем, с хорошо выраженным максимумом в синей области спектра. Подобные спектры отражения характерны для затопляемых почв (Орлов и др., 2001). Снижение величин магнитной восприимчивости в 2 раза также диагностируют условия повышенной увлажненности и даже застоя влаги в обсуждаемом горизонте, к которому подтягивается и максимум карбонатов. Третий культурный слой, залегающий на глубине 60-90 см, более всего отвечает характеристикам коричневой почвы и отличается низким содержанием органического фосфора при таком же количестве гумуса, как и в вышележащем слое (2,5%). Два четко выраженных максимума на кривых спектров отражения свидетельствуют о накоплении разных форм железа в почве. Однако режим увлажнения профиля имеет пульсирующий характер, при котором во влажный период растворенное железо активно движется вниз по почвенной толще и по склону, а в сухой летний сезон окисляется и накапливается в виде гидрооксидов и оксидов железа. Величины магнитной восприимчивости, максимальные в исследуемом ряду почв, подтверждают неравномерный характер распределения осадков, вероятно, с максимумом зимой и минимумом летом. Почва существовала в автоморфном режиме.

Сопоставление полученных фактов с имеющимися данными о возрасте и изотопном составе органического вещества погребенных почв сухих субтропических ландшафтов-аналогов в горах Тянь-Шаня и Восточного Кавказа (Ковалева, 2009) позволяет обнаружить много общих черт их климатической истории. Так, на территории всех объектов отчетливо прослеживается средневековый плювиал, или теплый достаточно увлаженный (мягкий) климатический эпизод, пришедший на смену предыдущему длительному аридному периоду. И, если на Северо-Западном Кавказе смена сухого климата влажным в XIII веке привела в итоге к гибели аланских поселений в среднегорье (Быковская, Ковалева, 2010) за счет активизации селей и оползней, то в сухих субтропиках повышенное увлажнение способствовало развитию орошаемого и оазисного земледелия и,

соответственно, процветанию золотоордынских городов. Вода перестала быть дефицитом: уровень грунтовых вод в куэстовых низкогорьях Солхата повысился, каменные бассейны и карстовые полости в горах накапливали дождевую влагу и влагу поверхностного стока. Поэтому и транспорт воды самотеком на расстояние 15 км в Старом Крыму или на 3 км в Солдайе не представлял трудностей. В перекрывшем средневековые толщи культурном слое продолжала формироваться еще более окультуренная последующими владельцами по сравнению с предыдущей, но уже автоморфная коричневая почва, сохранившаяся до наших дней. Видимо, малый ледниковый период в горах сухих субтропиков не отличался заметным усилением увлажненности, и поэтому не оставил в профилях изучаемых почв таких контрастных признаков, как в почвах Русской равнины. А снижение среднегодовых температур (Клименко, 2010) только способствовало уменьшению контрастности и континентальности климата, и, тем самым, улучшению качества гумуса изучаемых почв. На территории поселений (Судакская крепость) эти изменения необратимо сдвинули процессы почвообразования в сторону развития урбанозема, как это наблюдается повсеместно в культурных слоях Русской равнины. На территории Солхата антропогенное воздействие, как и в Тянь-Шане, лишь остепняет экосистемы, не нарушая пока сложившегося типа биологического круговорота элементов (Ковалева, 1989).

Заключение

Водоснабжение средневековых городских поселений пресной питьевой водой осуществлялось гораздо прозаичнее, чем это описано у К.Г. Паустовского, но не менее оригинально: не столько горной росой, а благодаря избытку гравитационной влаги во влажные климатические эпизоды и ее накоплению в карстовых полостях известняка гор Перчем-Кая и Агармыш. Избыток воды в Судаке, видимо, изливался рекой, опоясывающей крепость и заканчивался небольшим водопадом. В Солхате подъем уровня грунтовых вод в долине реки Чурук-Су обеспечивал город и сельскохозяйственные угодья на коричневых почвах водой, а хитроумная система кяризов осуществляла двустороннее регулирование водного режима: во влажные годы подземные каналы работали как осушительная дренажная сеть, собирая воду в колодцах и понижая уровень грунтовых вод без потери капли влаги. В сухие годы каменные каналы и гончарные трубопроводы транспортировали воду родников, поверхностного и грунтового стока, что позволяло рационально использовать коричневые почвы сухих субтропиков для нужд сельского хозяйства.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-14-01120.

ХЕНОМЕЛЕС МАУЛЕЯ (*CHAENOMELES MAULEI* C. K. SCHNEID) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНТРОДУЦЕНТ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Мингажева А.М., Чурагулова З.С.[1,2], Зарипова Р.З.[1]
[1]Республиканский детский эколого-биологический центр,
Уфа, Республика Башкортостан,
[2]Башкирский государственный аграрный университет, Уфа
ecoflora@list.ru

Расширение ассортимента плодовых культур за счет интродуцентов всегда являлось одним из приоритетных направлений развития плодоводства. Одним из перспективных плодовых культур является хеномелес Маулея, или айва японская низкая (*Chaenomeles maulei* C. K. Schneid). В Башкортостане проведена первичная оценка успешности интродукции *Ch. maulei,* изучены почвенные условия произрастания. В условиях Северной лесостепи Республики Башкортостан на агрочерноземах глинисто-иллювиальных тяжелосуглинистых почвах постлитогенного почвообразования, интродуцент *Ch. maulei* определен как перспективный вид. Для внедрения *Ch. maulei* в производство как плодовой и декоративной культуры в первую очередь необходимо изучить эколого-биологические особенности, а так же определить физические свойства почвы и содержание элементов питания при выращивании.

Изучить почвенные условия произрастания и оценить способность *Chaenomeles maulei* к генеративному размножению и плодоношению в условиях Республики Башкортостан.

Исследования проводили в 2007-2018 гг. на опытном участке ГБУ ДО Республиканский детский эколого-биологический центр и Республиканской лесной почвенно-химической лаборатории Минлесхоза Республики Башкортостан.

Объекты исследования: *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, 1834; var. *maulei* (Mast.) Lavallee, 1877; var. *maulei* (Mast.) C.K.Schneid., 1906 var. *alpine* Maxim., 1873; var. *pygmaea* Maxim., 1873; var. *sargentii* (Lemoine) Mottet, 1911, а так же почвенные условия на опытной делянке. При проведении анализов почвы применены ГОСТы: 26207-91, 26207-91, 2621391, ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26488-85.

Материалом для исследований служили маточные кусты хеномелеса Маулея, Продуктивность и посевные качества семян изучалось по стандартным методикам.

Проведены биометрические измерения плодов и семян. Массу плодов и продуктивность определяли взвешиванием 25 плодов. Цветение и плодоношение оценивали глазомерно по шкале О. Г. Каппера (1954).

Результаты обрабатывали статистически с использованием пакета программ Microsoft Excel.

На опытном участке выделены городские почвы (урбаноземы). Урбаноземы – это антропогенно измененные почвы, имеющие созданный в результате антропогенного воздействия поверхностный слой мощностью более 50 см. Здесь долгие годы росли лиственные деревья и кустарники, травянистые растения, поэтому они сохранили многие свойства естественных серо-коричневых почв. Обследованный слой, состоящий из органо-минерального материала, содержат урбо-индустриальные включения (строительно-бытовой мусор и др.) и песчаные частицы. От действия 10% HCl вскипание материала с глубины 50 см. Исследования показали, что эти техногенные поверхностные образования в классификации городских почв соответствуют урбаноземам.

Гранулометрический состав почв тяжелосуглинистый, определенный по количеству содержания физической глины – частиц размером от 0,01 до 0,001 мм. В данном случае в верхнем горизонте 0-28 см составляют 41,7,0% и 40,5%.

Обобщающим показателем структурного состояния почв является коэффициент структурности: чем он больше, тем лучше структура. Реакция среды и наличие обменных оснований свидетельствуют о высокой степени насыщенности основаниями. Основные показатели плодородия: содержание гумуса, подвижных форм фосфора, обменных форм калия и минеральные формы азота соответствуют средней обеспеченности, т. е. благоприятны для произрастания.

Морфологические особенности пятилетних кустарников *Ch. maulei* в условиях интродукции следующие: стелющийся кустарник, высотой 50-60 см и длиной побегов 92,7±8,8 см. Молодые листья красноватые (в мае), начиная с июня и до конца вегетации сверху темно-зеленые, блестящие, снизу – светлей, продолговато-яйцевидные, с прилистниками. Ширина листа 3,2±0,8, длина листа 7,17 ± 0,5 см.

Описание соответсвует *Ch. maulei* описанному С.С. Чукуриди в Краснодарском крае. Отличается время цветения: по описанию С.С. Чукуриди у всех видов и гибридов рода Хеномелес листья появляются через неделю после цветения, в наших условиях у *Ch. maulei* бутонизация происходит уже после распускания листьев. Возможно, это адаптация вида к поздним заморозкам, которые наблюдаются в Башкортостане, средняя дата последнего заморозка 21-30 мая.

В среднем на одном кусту 380 цветов. Цветы оранжево-красные, 3-3,5 см в диаметре. Завязываемость плодов высокая, количество цветков в кистевидных щитках в среднем 3,5±0,2 шт. (max 6, min 2 шт.), количество завязавшихся плодов в соцветии в среднем 3±0,3 шт. (min 1, max 6). Цветение и плодоношение в основном на 3-4-летних ветках.

Длина семени 0,8±0,03 мм, ширина – 0,5±0,02 мм. Вес 1000 семян – 22,3 г. Количество семян в плоде в среднем 54,5±3,5 (max 84, min 14 шт.).

Данные соответствуют литературным: один плод содержит в среднем 50-80 семян; масса 1000 шт. сухих семян – 20-40 г.

Всхожесть при стратификации в лабораторных условиях – 82,6±3,5%, при осеннем посеве (естественная стратификация) 71± 3,5%. Всходы появляются в начале мая, почти сразу после схода снега. Двухлетние сеянцы готовы к пересадке на постоянное место.

На второй год жизни зацветают 10% сеянцев, наблюдалось 100%-ное выживание растений. На третий год зацветают 80% растений, на четвертый год цветут все сеянцы, цветение и плодоношение по шкале Каппера оценивается в «5» баллов – полное, обильное, сильное цветение и плодоношение.

Данные соответствуют литературным данным: в условиях ЦЧР формы рода *Chaenomeles* в генеративный период вступают так же в 2-3 летнем возрасте.

У исследуемых форм интродуцентов размеры и форма плодов сильно отличаются (яблоковидные, грушевидные, овальные, ребристые, гладкие). В среднем длина плодов 3,18 см, диаметр –2,95 (max 4,5 см, min 2,3 см). Вес плодов в среднем 21,8 г, (min 16, max 41 г), что несколько меньше литературных данных. Окраска разнообразная – от светло-зеленых до золотисто-желтых. Согласно литературным данным вес одного плода 20-30 (50) г, максимальный их размер до 7 см длиной и до 4,5 см диаметром.

Описание вкуса, аромата и формы плодов совпадает с литературными данными: мякоть плотная, кислая, ароматная, в свежем виде практически несъедобная.

Продуктивность (урожай с куста) сильно отличается: 3,1±0,9 кг у кустов с крупными плодами и 1,1±0,3 кг у кустов с мелкими плодами. Плоды не опадают. Сбор урожая рекомендуется в конце сентября – начале октября (до заморозков).

Таким образом, айва японская низкая в условиях урбанизированных тяжелосуглинистых среднеобеспеченных элементами минерального питания, близкой к нейтральной реакции показала себя как скороплодная культура с ежегодным плодоношением и ароматными плодами.

Выводы

1. *Ch. maulei* в условиях Республики Башкортостан на урбаноземах дает полноценные семена с высокой всхожестью (71-85%), регулярно цветет и плодоносит.

2. Количество семян в плоде в среднем 54,5±3,5 (max 84, min 14 шт.).

3. Вес плодов в среднем 21,8 г (min 16, max 41 г). Продуктивность у разных форм сильно варьирует – от 1,1-3,2 кг плодов с куста.

4. Сеянцы отличаются по форме и размеру плодов, необходимо вести отбор высокопродуктивных ее форм с меньшим количеством семян, с целью получения сортов, адаптированных к условиям Республики Башкортостан.

ЗИЗИФУС (ZIZYPHUS MILL.) НА КОРИЧНЕВЫХ ТЕРРАСИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Новицкая А.П.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
grishina_ap@mail.ru

Зизифус относится к роду *Zizyphus* Mill., к семейству крушиновых Rhamnaceae R. Br. Родина зизифуса – Северный Китай, откуда он распространился в Западную Азию, а затем и в средиземноморские страны. Известны также другие его названия: унаби, ююба, чилон, китайский финик и другие. Зизифус – ценная плодовая субтропическая культура, плоды которой характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ. Впервые она появилась на Южном берегу Крыма в 50-е годы прошлого столетия.

Южный берег Крыма имеет благоприятные почвенные и климатические условия для развития плодовых субтропических культур. Климат южного берега засушливый, жаркий, с умеренно тёплой зимой, относится к средиземноморскому типу, по термическим показателям соответствует критериям субтропичности. Он благоприятен для выращивания и получения полноценного урожая субтропических культур при обеспечении растений поливом. Зональными почвами здесь являются коричневые почвы, сформировавшиеся под сухими лесами и кустарниками, степной растительностью в климатических условиях, свойственных сухому Средиземноморью. В литературе мало данных об экологических условиях произрастания зизифуса, а в некоторых работах лишь указаны благоприятные для этих культур агроклиматические показатели, незначительно освещены эдафические условия произрастания этой культуры на ЮБК. Не изучены состав и свойства агрокоричневых террасированных почв в садах зизифуса и реакция на них растений. Целью исследования было изучить основные физические свойства и агрохимические показатели агрокоричневых террасированных почв ЮБК, оценить их пригодность под зизифус.

Исследования проводились в Никитском ботаническом саду под плодоносящими деревьями зизифуса на агрокоричневых террасированных почвах на смешанных делювиальных продуктах выветривания известняков, песчаников и глинистых сланцев с явным преобладанием последних. На

участке Нютино на 2-й, 3-й и 5-й террасах были отобраны опытные площадки с нормально развитыми, удовлетворительными и угнетенными группами деревьев, под которыми заложены почвенные разрезы. Растения высажены по схеме 4х4 м, посадка 70-х – 80-х годов. Оценка состояния деревьев одного сорта проводилась визуально (высота, окружность штамба, облиственность, наличие сухих ветвей, хлороза листьев).

По глубине залегания плотных подстилающих пород почвы участка классифицировали как маломощные – 40-80 см, среднемощные – 80-120 см и мощные – >120 см. Под всеми группами деревьев почвы были очень сильноскелетными (содержание скелетных частиц >50% от объема почвы). По степени скелетности почвы классифицировали по Н.Е. Опанасенко (1985).

Гранулометрический состав мелкоземистой части исследованной почвы средне и тяжелосуглинистый крупнопылевато-иловатый, довольно однороден по всему корнеобитаемому слою. Содержание фракций физической глины в слоях 0-60, 60-100 и 100-140 см под деревьями в хорошем состоянии составило 51, 46 и 47%, под деревьями в удовлетворительном состоянии в слоях 0-60, 60-100 и 100-120 см 50, 48 и 43%, а под деревьями в угнетенном состоянии в слоях 0-60 и 60-80 см 51 и 53% соответственно. Следует отметить, что перемешивание горизонтов при террасировании оказывает свое влияние на перераспределение фракций как скелетного, так и гранулометрического состава почв.

Агрокоричневая террасированная почва была очень уплотнённой. Объемная масса мелкозема в слое 0-60 см колебалась от 1,43 до 1,58 г/см^3.

Запасы мелкозема в почвах обследованного участка зизифуса составили 6826–8742 т/га, запасы гумуса 125,2–166,0 т/га. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, характеризовались благоприятным гранулометрическим составом, невысоким количеством $CaCO_3$ (0,28–2,13%). Реакция почвенного раствора щелочная, pH в пределах 7,5–8,5.

На агрокоричневых террасированных почвах с различной глубиной залегания плотных пород на ЮБК выявлены эдафические ограничивающие факторы возделывания зизифуса: высокая плотность сложения мелкозема, низкие запасы гумуса, близкое залегание к дневной поверхности плотных подстилающих пород.

Для нормального роста и развития деревьев зизифуса запасы мелкозема и гумуса должны быть не менее 8742 т/га и 166 т/га, соответственно.

Агрокоричневые террасированные почвы пригодны под зизифус, если объемная масса мелкозема в корнеобитаемых слоях не превышает 1,55 г/см^3, мощность корнеобитаемого слоя составляет не менее 120 см, а плотные подстилающие породы залегают на глубине 120 см и ниже.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КРЫМА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Орёл Т.И.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта
taisiyaorel@yandex.ru

Эфирномасличные растения представляют значительный интерес для медицины, парфюмерно-косметического производства, пищевой промышленности. В большинстве своем они также являются прекрасными медоносами и обладают великолепными декоративными качествами. Создание промышленных плантаций этих культур очень актуально в связи с ростом потребностей парфюмерно-косметической, пищевой и фармацевтической промышленности в отечественном сырье.

Увеличение площадей в различных агроклиматических районах Крыма под ароматическими и лекарственными культурами позволит более полно удовлетворить спрос внутреннего и внешнего рынков на эфирное масло, фито- и лекарственные препараты, биологически активные вещества. Крым – перспективный, экологически чистый регион для промышленного выращивания лекарственных и эфирномасличных растений. Пригодные почвы, обилие тепла и солнечной энергии на полуострове позволяют получать высокие урожаи сырья необходимого качества. Известны работы, в которых рассматривается обоснование размещения эфиромасличных культур по их требованиям к погодным условиям. Выявлены закономерности урожайности эфиромасличных культур от метеорологических условий без учёта свойств почв, на которых они произрастают. Основной целью данной работы было изучение роста и развития эфиромасличных растений в разных почвенно-климатических зонах Крыма, особенностей развития в условиях искусственного орошения, при применении органических и минеральных удобрений. Определение оптимальных почвенных параметров для выращивания этих культур с учётом климатических факторов позволит рационально использовать природные условия Крыма и имеющиеся генетические ресурсы эфиромасличных растений, повысить их урожайность.

В основу исследований почв, климата и их влияния на рост и продуктивность эфиромасличных и лекарственных растений положен метод сопряжённых почвенно-биологических исследований, которые разработаны П.Г. Шиттом, дополнены В.Ф. Ивановым, В.И. Важовым, Н.Е. Опанасенко для плодовых культур. Эти методы можно применить в исследованиях по районированию эфиромасличных культур. Системные исследования погодных условий, почв, фенологических и биометрических показателей роста, урожайности, массовой доли эфирного масла, сбора эфирного масла эфиромасличных и лекарственных растений позволили выявить

агрономически значимые почвенно-климатические факторы и установить их допустимые параметры для этих культур. Урожай надземной массы эфиромасличных растений и сбор эфирного масла с единицы площади явились критерием оптимальности и пригодности почв и климата.

Фенологические наблюдения проводили по методике И.Н. Бейдемана с изменениями применительно культуре. Производили биометрические измерения, учет урожая в период массового цветения растений по общепринятой методике. Массовую долю эфирного масла из выделенных образцов определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу на аппаратах Клевенджера. Сбор эфирного масла с единицы площади определяли расчётным путём. Компонентный состав эфирного масла определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе "Agilent Technology 689N" с масс-спектрометрическим детектором 597N. Почвенное обследование участков исследований выполнялось по общепринятым в лаборатории агроэкологии методикам.

Для оценки почвенно-климатических ресурсов с целью выращивания лекарственных и эфиромасличных культур и почвенно-климатического районирования проводилось изучение роста и развития лекарственных и эфиромасличных растений в трёх агроклиматических районах Крыма:

– в степном Крыму (Центральный равнинно-степной агроклиматический район) (Красногвардейский р-н, с. Пятихатка и с. Менделеево, почва – чернозём южный карбонатный слабогумусированный);

– в предгорном Крыму (Юго-западный предгорный агроклиматический район) (с. Лекарственное Симферопольского р-на, почвы – чернозём обыкновенный предгорный карбонатный легкоглинистый скелетный плантажированный);

– на Южном берегу Крыма (ЮБК) (Западный южнобережный субтропический агроклиматический район) (Никитский сад, почвы – коричневые среднегумусированные карбонатные мощные легкоглинистые среднескелетные).

Для оценки почвенно-климатических ресурсов для лекарственных и эфиромасличных культур и почвенно-климатического районирования проводилась статистическая обработка многолетних данных роста и развития лекарственных и эфиромасличных растений во всех агроклиматических районах. Обобщены данные метеонаблюдений с 1998 по 2013 гг. по трём метеостанциям (Клепинино, Почтовое, Никитский сад). Эти зоны отличаются и по климатическим показателям (ГТК, сумме температур >10°, сумме осадков в вегетационный период, длительности вегетационного периода и др.).

В исследования были включены следующие культуры: котовник лимонный (*Nepeta cataria* L.) сорт Переможец-3, шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) сорт Гинецей, иссоп лекарственный (*Hyssopus*

officinalis L.) сорт Никитский Белый, эльцгольция Стаунтона (*Elsholtzia stauntonii* Benth.) сорт Розовое Облако, лаванда узколистная (Lavandula *angustifolia* Mill.) сорта Рекорд и Прима, чабрец бороздчатый (*Thymus striatus* Vahl.) сорт Юбилейный, чабрец обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.*)* сорт Ялос и монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) сорт Премьера.

Почвенный покров в степном Крыму представлен чернозёмом южным карбонатным слабогумусированным. Структура пахотного горизонта комковато-пылеватая, подпахотного – комковато-зернистая. Для почвы характерен среднемощный гумусовый профиль мощностью 50-60 см. Гранулометрический состав чернозема тяжелосуглинистый. На ЮБК сформировался коричневый тип почвы, на опытном участке преобладают коричневые среднегумусированные карбонатные мощные легкоглинистые почвы. Для участка в Предгорном районе Крыма характерны черноземы предгорные мицелярно-карбонатные легкоглинистые плантажированные слабоскелетные на красно-бурых плиоценовых глинах.

В статистический анализ данных были включены 2 группы растений – ксерофиты (иссоп, чабрец, лаванда и шалфей) и мезофиты (котовник лимонный, эльсгольция Стаунтона и монарда). Влияние факторов среды на каждый вид эфиромасличных растений следует рассматривать отдельно. Для растений котовника, эльсгольции и монарды в более влажных условиях зоны с большим количеством осадков за период вегетации (в данном случае в степных районах) характерен значительный рост надземной массы, урожай увеличивается в 1,5-2 раза; а в зоне, для которой характерна более высокая сумма температур (ЮБК), интенсивнее синтезируется эфирное масло, массовая доля его увеличивается в 1,5-2 раза. В результате сбор эфирного масла на единицу площади за счет значительного нарастания надземной массы выше в более влажных условиях (Степной, Предгорный Крым). Для ксерофитов (иссоп, лаванда, чабрец и шалфей) условия увлажнения не оказывали сильное влияние на рост и накопление надземной массы, хотя закономерность тоже прослеживается, урожайность возрастает в 1,2-1,5 раза. Накопление эфирного масла имеет обратную закономерность, больше его накапливается у всех видов растений в зоне ЮБК, для которой характерен более низкий ГТК Селянинова. Сбор эфирного масла в различных климатических зонах для ксерофитов практически не отличается или отличается незначительно. Эти результаты подтверждаются многолетними исследованиями по влиянию дозированного дополнительного увлажнения на рост и развитие эфиромасличных растений в этих почвенно-климатических зонах. Дополнительное увлажнение оказывало значительное влияние на урожайность надземной массы, на массовую долю эфирного масла у мезофитов и более слабое влияние у ксерофитов.

Все 3 почвенно-климатические зоны Крыма благоприятны для выращивания лекарственных и эфиромасличных культур, особенно в

условиях дополнительного увлажнения. Постоянно поддерживаемый режим влажности корнеобитаемого слоя почвы на протяжении периода вегетации с момента посадки эфиромасличных и лекарственных культур (котовника лимонного, эльсгольции Стаунтона, иссопа, шалфея лекарственного, мелиссы, эхинацеи пурпурной) способствует лучшему их росту, развитию, повышению урожайности надземной массы в 3-7 раз, массовой доли эфирного масла – в 2-3 раза. При правильном соблюдении режимов орошения не происходит ухудшения компонентного состава эфирного масла этих культур.

Для получения растительного сырья рационально выращивать изучаемые культуры в зонах, где ГТК = 0,7 и выше (это районы Степного, Предгорного Крыма, Херсонская обл.), а для получения качественного эфирного масла лучшей зоной выращивания растений при условии дополнительного орошения является ЮБК, где сумма температур выше 10º составляет около 3600º, что значительно превышает аналогичные показатели в остальных зонах.

Оценка пригодности малопродуктивных земель под эфиромасличные культуры должна включать комплекс экологических показателей, состава и свойств почв, теплообеспеченность, возможность орошения, гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта, содержание карбонатов, тип и уровень засоления, степень солонцеватости и реакцию почвенной среды. При оценке скелетных почв важными показателями являются запасы мелкозёма и запасы гумуса. Необходимо учитывать специфику изучаемых культур в отношении к этим показателям. Должен быть индивидуальный подход к культуре, которую планируется выращивать.

Полынь лимонная хорошо растет на засоленных почвах, при сульфатном засолении критический порог – 11 мг-экв/100 г почвы, гумусовый горизонт должен быть не менее 30 см. Для шалфея лекарственного важными показателями для роста и развития являются степень скелетности и содержание карбонатов в корнеобитаемом слое почвы, запасы мелкозёма и запасы гумуса. Оптимально допустимое для шалфея лекарственного содержание скелета в почве – менее 50%; содержание карбонатов в слое 0-20 см – менее 8%, в слое 20-40 см – менее 10%. Для нормального роста и развития растений необходимое содержание запасов мелкозёма в 40-см слое почвы должно быть не менее 3000 т/га, запасов гумуса – не менее 50 т/га.

Соблюдение постоянного режима влажности почвы в корнеобитаемой зоне (подпочвенное, капельное орошение) эфиромасличных растений создают благоприятные условия роста и развития самих растений, их вегетативных и генеративных органов, способствует увеличению накопления эфирного масла во всех органах растений, при этом не ухудшает его качественный состав. Дополнительное увлажнение оказывает значительное влияние на урожайность надземной массы.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОГО И ПОЧВЕННОГО КЛИМАТА ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ

Решоткин О.В.
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Московская область
reshotkin@rambler.ru

Современное изменение климата отмечается как на глобальном, так и на региональном уровне. На территории России потепление климата происходит существенно интенсивнее, чем в среднем на Земном шаре. Изменение климата стало оказывать серьезное влияние на состояние сельского и лесного хозяйства. Природные условия влажных субтропиков очень благоприятны для многих сельскохозяйственных культур. По своему географическому положению российские субтропики являются самыми северными. Температурный фактор имеет для них определяющее значение. В этой связи важное значение приобретает исследование многолетней изменчивости атмосферного и почвенного климата. Климат почв в совокупности с атмосферным климатом определяет интенсивность развития биотических и абиотических почвенных процессов. Одним из важных параметров климата почв является температура почв. Целью данной работы является выявление закономерностей временных изменений параметров атмосферного и почвенного климатов влажных субтропиков.

В настоящей работе использованы данные наблюдений за температурой воздуха, осадками и температурой почвы на глубинах от 20 до 320 см на метеостанции Сочи. Территория исследования находится в пределах субтропической влажно-лесной почвенно-биоклиматической области с влажным субтропическим климатом. Исследуемая почва – желтозем тяжелосуглинистый. Динамика температуры воздуха, почвы и осадков в многолетнем и сезонном циклах проанализирована относительно климатической нормы (КН) – средней величины параметров климата за период 1961-1990 гг.

Результаты исследования показали, что среднегодовая температура воздуха за период 2001-2018 гг. увеличилась по сравнению с КН с 14,1 до 14,8°С, что выше КН на 0,7°С. В разные сезоны года температура воздуха увеличилась неодинаково. Наибольшее повышение температуры воздуха наблюдается в летний сезон, а наименьшее в зимний сезон. Сумма активных температур воздуха выше 10°С в 2001-2018 гг. (4788°С) превысила КН (4462°С) на 326°С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10°С увеличилась на 7 дней с 252 до 259 дней. Годовое количество осадков увеличилось за период 2001-2018 гг. по сравнению с КН на 104 мм с 1584 до 1688 мм.

Среднегодовая температура почвы в начале XXI века увеличилась относительно КН на всех глубинах. На глубине 20 см она увеличилась на 0,9°С, на 80 и 120 см на 0,8°С, на 40 и 160 см на 0,7°С, на 240 см на 0,6°С, а на 320 см на 0,5°С. Потепление почвы наблюдается по всему ее профилю, но более выражено в верхних горизонтах. Начиная с 1990-х гг. среднедесятилетняя среднегодовая температура почвы увеличивалась синхронно температуре воздуха. В разные сезоны года температура почвы за период 2001-2010 гг. относительно КН изменилась неодинаково. Наиболее заметное потепление наблюдается в летний и осенний сезоны. В исследуемых почвах преобладает процесс накопления тепла. За период 2001-2010 гг. сумма положительных температур на глубине 20 см составила 5862°С, что выше КН (5593°С) на 269°С. Сумма активных температур почвы выше 10°С на глубине 20 см в 2001-2010 гг. (5065°С) превысила КН (4782°С) на 283°С.

Таким образом, в современный период в зоне распространения желтоземов влажных субтропиков России наблюдается изменение атмосферного и почвенного климата в сторону потепления, сопровождающееся увеличением осадков. Потепление наиболее выражено в летний сезон и практически не наблюдается в зимний сезон. Оно характеризуется увеличением температуры воздуха и почвы по всему ее профилю, увеличением суммы активных температур.

Выявленные изменения климата позволяют по-новому оценить почвенные и агроклиматические ресурсы российских субтропиков для сельского и лесного хозяйства, их необходимо учитывать при разработке агротехнических мероприятий по выращиванию субтропических культур.

МИГРАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Самофалова И.А.
Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь
samofalovairaida@mail.ru

Важным показателем развития и эволюции почвенного покрова является профильное и пространственное изменение содержания химических элементов, дифференциация которых зависит от состава почвообразующих пород, характера и степени выветривания, почвообразовательных процессов, климата. Экологическое значение химических элементов определяется содержанием и соотношением их соединений в почвах.

Цель исследования – изучить закономерности миграции микроэлементов в горных ландшафтах на Среднем Урале. Исследования проводили на горе

Северный Басег, которая является частью хребта Басеги, полностью включенного в состав заповедника «Басеги», который расположен на западном склоне Уральской горной страны и представляет собой эталон западноуральской горной тайги. Общая площадь заповедной территории составляет 37957 га, охранная зона – 21345 га; площадь лесов – 36 тыс. га и нелесная (луга, горные тундры и пр.) – около 2 тыс. га. В административном отношении заповедник находится в Пермском крае: в междуречье р. Усьвы и Вильвы (58°45'-59°00' с.ш., 58°15'-58°38' в.д.) в пределах Волжско-Камского бассейна. Территория удалена от промышленных центров. В радиусе 42-73 км западнее хребта расположены Кизеловско-Губахинский и Лысьвенско-Чусовской промышленные узлы с развитой горно-добывающей, химической и металлургической промышленностью, которые могут быть возможными источниками техногенного загрязнения заповедника.

Территория заповедника «Басеги» в геохимическом отношении представляет собой провинцию, обогащенную по сравнению с региональным уральским фоном такими элементами, как никель, хром, кадмий и молибден. Хребет Басеги приурочен к полосе устойчивых к выветриванию кварцито-песчаников ослянской свиты – самых древних пород на территории заповедника (кварцевые, слюдисто-кварцевые, полевошпатно-кварцевые разновидности). Своеобразный горный рельеф заповедника, выступая, как распределитель тепла и влаги, вносит серьезные коррективы в строение ландшафта рассматриваемой территории – определяет высокую интенсивность таких процессов, как сток и эрозия, повышает механическую миграцию химических элементов, обусловливает высотную поясность.

Основу орографического плана территории заповедника составляет хребет Басеги, протягивающийся, в соответствии с тектоническим строением, в меридиональном направлении. Хребет представляет собой цепь из трех гор, самая высокая из которых – Средний Басег – достигает 994,7 м. К северу от нее расположен Северный Басег (951,9 м), к югу – Южный Басег. Вершины разделены между собой седловинами с абсолютными высотами около 650 м. Асимметричный профиль характерен для всех вершин хребта Басеги – более пологий восточный склон сменяется более крутым западным, что связано с тектоническим строением территории. В плане, каждая из гор вытянута с севера на юг в соответствии с простиранием хребта в целом. Преобладающими современными процессами рельефообразования являются выветривание и денудация, склоновые, флювиальные, биогенные процессы. На вершинах присутствует эоловый перенос.

На Среднем Урале выделены горно-лесной, подгольцовый (субальпиский), горно-тундровый (альпийский) пояса. Кроме того, хорошо выражены три подпояса подгольцового (субальпийского) пояса (парковое редколесье, криволесье, субальпийские луга). Почвенные разрезы заложены с высоты 950 м (гольцовый пояс) до 315 м (горно-лесной пояс) на горе

Северный Басег. Использовали субстантивно-профильную классификацию почв России.

Валовый анализ микроэлементов проведен в лаборатории физико-химии почв в институте почвоведения имени В.В. Докучаева (г. Москва) рентгенофлуоресцентным методом на приборе Респект с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии на приборе AgilentAES-4100 (25 элементов).

Для выявления природы накопления некоторых микроэлементов в профиле почв были проведены расчеты по содержанию микроэлементов по отношению к Кларку почв мира и выделились четыре группы элементов. Содержание большинства элементов является ниже Кларка или равно околокларковому значению. Выше кларка содержание Br, Pb, Nb, Y, Cu в почво-элювии и Br, Nb в гумусовом горизонте. В несколько раз превышает кларковое значение только содержание Zr. Состав элементов по горизонтам почти не меняется для верхней и для нижней части профиля. Таким образом, превышение содержания некоторых элементов по отношению к Кларку не означает их техногенной природы накопления.

Существует несколько способов оценки степени аккумуляции элементов в почвенном профиле. Наиболее простой из них, давно используемый геохимиками – коэффициент радиальной дифференциации R относительно почвообразующей породы: $R = C_i/C_c$, где C_i и C_c – содержание элемента в i–горизонте и в породе. Коэффициент радиальной дифференциации показывает накопление или убыль компонента в минеральной массе почвы.

Наибольшая убыль минеральных компонентов наблюдается в лито-подзоле грубогумусированном (разрез 31, 743 м н.у.м.), где R варьирует в зависимости от элемента, от 0,3 (Ni)-0,4 (Ga) до 0,9 (Cu). Убыль остальных компонентов изменяется в этих же пределах. В буроземе грубогумусированном (разрез 30, 794 м н.у.м.) и лито-подзоле грубогумусированном (разрез 31) отмечается убыль в верхних горизонтах по свинцу, а во всех остальных почвах – накопление элемента в верхней части профиля по отношению к породе. Таким образом, мы наблюдаем, подвижность некоторых элементов, проявляющуюся в большей или меньшей степени, что, по-видимому, связано с очень сильнокислой реакцией среды.

Во всех буроземах горно-лесного пояса накапливается в профиле свинец, рубидий. Кроме того, в буроземах на склонах южной (разрез 27), западной (разрез 19) и северной (разрез 26) экспозиции отмечается накопление галлия и цинка. В буроземах восточной экспозиции заметно накопление мышьяка и брома (разрезы 15, 17). В глееземе (разрез 24) мы наблюдаем слабый вынос по всем элементам кроме галлия, свинца, рубидия, циркония, накапливающихся в глеевом горизонте. Меньшее содержание элементов в верхней части профиля связано с биологическим поглощением растений, а также, элементы, которые адсорбируются слабо подвижными органическими кислотами (фульвокислоты, т.к. pH очень сильнокислая), с

внутрипочвенным и боковым стоком перемещаются в нижнюю часть профиля почв или могут накапливаться в почвах, расположенных ниже по высоте над уровнем моря.

Для выявления влияния экспозиции склона на геохимические особенности почв был рассчитан коэффициент латеральной миграции. Так как, на вершине горы Северный Басег заложены 2 разреза, принадлежащих к разным экспозициям, то коэффициент рассчитан по отношению к каждому разрезу на вершине. Так, по отношению к разрезу 18 (север) рассчитан коэффициент миграции по экспозициям: С, С-З, С-В; по отношению к разрезу 30 (южная экспозиция горы) коэффициент миграции рассчитан по экспозициям: Ю, Ю-З, Ю-В. Коэффициент латеральной миграции показывает, какие компоненты почвенной массы могут перемещаться в ландшафте.

На холодных склонах северной и северо-восточной экспозиции мигрируют Sr, Zr и Nb. Если рассматривать склон северной экспозиции отдельно, то именно только на этом склоне отмечается миграция Cu и Y.

Рассматривая восточные склоны (С-В и Ю-В), выделяется миграция Nb, причем на южном направлении более, чем на северо-восточном.

На склоне южной экспозиции отмечается небольшая миграция Zn (0,9), а остальные компоненты имеют тенденцию накапливаться. Возможно, это связано с тем, что именно на южном склоне чаще встречаются луговые субальпийские поляны с богатым высокорослым травостоем.

На склоне западной экспозиции, как в северном (по отношению к разрезу18), так и в южном (по отношению к разрезу 30) направлениях, отмечается некоторая миграция Pb. Рассматривая С-З экспозицию склона, необходимо отметить усиленную миграцию Br (0,6), а на склоне Ю-З экспозиции As (0,8).

Таким образом, с помощью коэффициента латеральной миграции определены компоненты почвенной массы, которые мигрируют в почвах на склонах определенной экспозиции. Обеднение почв микроэлементами связано с их выносом с инфильтрующимися водами через профили легкодренируемых кислых почв, а также с поглощением микроэлементов растениями.

Содержание и распределение микроэлементов (редких, рассеянных) в почвах еще раз подтверждает сложное сочетание процессов выветривания и почвообразования, которое выражается в значительном варьировании содержания компонентов почвы.

РАЗВИТИЕ САДОВОДСТВА В КРЫМУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Сторчоус В.Н.
Академия биоресурсов и природопользования КФУ имени В.И. Вернадского, Симферополь
Samuljanec@yandex.ru

Крым располагает благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания большинства плодово-ягодных культур. Плоды, выращенные в Республике Крым, всегда характеризовались высокими вкусовыми и диетическими качествами, что выгодно отличало их от аналогичной продукции из других регионов и способствовало повышению спроса. В связи с этим, значимость и удельный вес садоводства в структуре экономики региона значительно усиливается. Урожайность плодовых культур достаточно низкая по сравнению с Западными странами. Необходимо отметить, что наиболее важным мероприятием по увеличению продуктивности плодово-ягодных культур условиях Крыма являются выращивание в условиях гарантированного водообеспечения.

Республика Крым располагается в зоне с засушливым климатом и обеднен поверхностными водами, до 2014 г. основным источником пресной воды для орошения служила вода Северо-Крымского канала, из которого в 2013 г. было использовано 520,7 млн. куб. м на орошение (67,7% от всего объема использованной воды). В результате прекращения подачи воды по Северо-Крымскому каналу использование воды на нужды орошения было сокращено в 40 раз до 13 млн. куб. м в 2015 году (политые площади сократились в 12,8 раза до 10,7 тыс. га), и, как следствие орошаемые площади под садами уменьшились более, чем в два раза. Применение ресурсосберегающих, энерго эффективных, эколого-безопасных технологий и технических средств обеспечат высокие, стабильные урожаи плодово-ягодной продукции.

Целью исследования является изучение современного состояния отрасли многолетних насаждений и использования систем мелиоративных сооружений для обеспечения быстрой окупаемости затрат и получения максимального экономического эффекта.

Для решения поставленной задачи нами проведен анализ официального статистического наблюдения по данным готовых отчетов субъектов хозяйствования Республики Крым форм № 29-СХ и № 2-ФЕРМЕР «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур», а также финансовая (субсидиарная) отчетность Министерства сельского хозяйства Республики Крым. В течение более 40- лет нами проводились исследования элементов технологии микроорошения садов в различных почвенно-климатических

условиях Крыма. Изучались сроки и нормы поливов, характер иссушения и увлажнения почвы, водопотребление и продуктивность этих культур, в различные по погодным условиям годы.

Площадь садов в Республике Крым в 1990 г. составляла 55,4 тыс. га, за 29 лет сократилась на 77% и сейчас составляет 12,5 тыс. га (или 2,4% от площади садов по Российской Федерации (516,8 тыс. га)), в том числе площадь плодоносящих садов – 9,9 тыс. га. В структуре площади под семечковые культуры составляют 44,8%, а под косточковые – 40,8%. За последние годы наблюдается положительная динамика посадки плодово-ягодных культур. Если в 2014 г. было посажено 194 гектара, то в 2018 г. – 828 га. Из них 776 га садов, 12 га ягод, 40 гектаров эфиромасличных культур. На 2019 г. федеральным и республиканским бюджетами предусмотрены 602–693 тысячи рублей на закладку и уход за молодыми многолетними плодово-ягодными культурами до вступления в плодоношение. Благодаря Государственной поддержке предприятия отрасли садоводства нарастили площади посадок садов за 5 лет в 3,5 раза.

Товарным производством плодов и ягод занимаются более 70 субъектов хозяйственной деятельности Среднегодовое производство плодово-ягодной продукции составляет 100 тыс. тонн, в благоприятные годы более 130 тыс. тонн при средней урожайности 15 тонн/га.

Капельное орошение – самый прогрессивный способ полива садов, виноградников и овощных культур в Крыму. Значительное распространение капельное орошение получило благодаря известным и неоспоримым преимуществам по сравнению с дождеванием и поверхностными способами полива.

В 2013 г. сельскохозяйственные культуры были политы капельным способом на максимальной площади 14,4 тыс. га. В 2014 г. площадь орошения уменьшилась в 7,5 раза, в связи с прекращением подачи воды по Северо-Крымскому каналу и на вновь вводимых площадях преимущественно применялся капельный способ полива.

По данным Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым, в 2018 г. в крымском регионе орошалось 14036 га, из которых 10601 га поливалось капельным способом. Площади орошаемых земель, по сравнению с 2015 г., увеличились на 2321 га, в том числе капельным способом полива – на 1991 га. Ведущим способом полива на сегодняшний день в Крыму является капельный, которым поливают более 62% орошаемых земель. Основными районами, в которых внедрены системы микроорошения, являются: Бахчисарайский – 2583 га, Красногвардейский – 2047 га, Симферопольский –1044 га и Сакский – 1348 га.

В структуре сельскохозяйственных культур, орошаемых капельным способом полива в Крыму многолетние насаждения занимают 8435 га или 79,6% от всех площадей, орошаемых капельным способом полива. В 2018 г.

капельным способом полива орошалось 4739,94 га садов и, в сравнении с 2017 г., их площадь увеличилась на 680 га. Наибольшее количество плодовых насаждений, орошаемых капельным способом в Красногвардейском районе, где в 2019 г. полили на площади 1416 га, в том числе АО «Крымская фруктовая компания» – 1290 га или 91% от всех садов района. В Бахчисарайском районе сады поливались на площади 954 га (11%). Наиболее крупные хозяйства района: ООО «Сады Бахчисарая» – 270 га и ООО «Бахчисарайская долина» – 204 га. В Нижнегорском районе площадь орошаемая капельным способом составила 723 га. Наибольшие площади в хозяйствах АО «Победа» и АО «Совхоз Весна». В Симферопольском районе 708 га (68%) полито капельным способом полива, в том числе в ООО «Яросвит-Агро» орошено 500 га плодовых культур и в ООО «Антей» – 190 га. Микроорошение в процентном отношении стабильно увеличивается, что подтверждает высокую эффективность и экологическую безопасность этого способа полива.

Капельное орошение с локальным увлажнением почвы, позволяет оптимизировать водный режим в насаждениях, обеспечивает подачу воды в активную корнеобитаемую зону почвы оптимальными нормами в наилучшие сроки, сведя к минимуму непроизводственные потери. Значительная стоимость систем капельного орошения компенсируется высокой урожайностью сельскохозяйственных культур и быстрой окупаемостью затрат. Государственная поддержка субсидиями сельхозпроизводителей способствует внедрению капельного полива в новых насаждениях плодовых культур.

Однако без применения современных технологий систем капельного орошения не обеспечивается быстрая окупаемость затрат и получения максимального экономического эффекта.

На основании более 40 летних исследований элементов технологии микроорошения садов в различных почвенно-климатических условиях Крыма, установлено, что в засушливых условиях Крыма потребность культур в воде за счет осадков, обеспечивается на 70…80% – в годы с влажным вегетационным периодом и на 30-50% – в годы с засушливым вегетационным периодом.

Наибольшее иссушение почвы происходит в при штамбовой зоне радиусом 0,6…0,8 м и до глубины 0,5…0,6 м – в молодых садах и до 0,7…0,8 м – в плодоносящих. Интенсивность иссушения почвы происходит не равномерно по профилю. Наиболее интенсивно иссушаются верхние слои почвы до глубины 0,5 м.

Установлено, что своевременное проведение поливов обеспечивается при использовании, для контроля влажности почвы, тензиометров, которые должны устанавливаться на глубине 30 и 60 см и на расстоянии 25…30 см от штамба дерева.

Выявлено, что применение капельного орошения в насаждениях яблони, груши, персика и др. плодовых культур в хозяйствах Крыма, с поддержанием предполивной влажности почвы 70…80% НВ, дает возможность формировать на протяжении вегетационного периода самый благоприятный водный режим. Установлено, что интенсивнее всего влагозапасы используются плодовыми культурами с глубины 30…70 см.

Установлено, что в супер интенсивных садах в большей степени используются поливные трубопроводы с интегрированными капельницами, которые обеспечивали более высокую равномерность полива, чем с тупиковими капельницами.

В процессе исследований было установлено, что в интенсивных садах у слаборослых деревьев основная масса корней располагается в приштамбовой зоне диаметром 1,5 м до глубины 0,6…0,8 м. При уплотненных посадках корни соседних деревьев переплетаются, образуя единую корнеобитаемую зону в виде полосы.

В молодых садах в различные по обеспеченности годы, требуется для обеспечения оптимальных режимов влажности почвы проведение от10 до 16 поливов средней поливной нормой около 70 м^3/га. Оросительные нормы при этом варьируют от 700 до 1120 м^3/га. В плодоносящем семечковом саду с сортами осенне-зимнего срока созревания количество поливов увеличивается до 12…24, поливной норме 170 м^3/га, оросительные нормы при этом возрастают до 1360…2380 м^3/га.

Для поддержания рационального режима влажности почвы в плодоносящем косточковом саду достаточно проводить 5…10 поливов с поливной нормой 170 м^3/га. При оросительной норме: 850 м^3/га – во влажный год и 1700 м^3/га – в засушливый. Применение в хозяйствах датчиков влажности почвы, обеспечивало поддержания оптимального режима влажности почвы и обеспечивало повышение урожайности в 1,5…1,7 раза.

Результаты научных исследований и практический опыт работы систем капельного орошения в хозяйствах показывает высокую эффективность систем микроорошения. Так, урожайность при капельном орошении яблони составляла 220...650 ц/га, груши – 280…520, персика 250…450 ц/га при экономии воды по сравнению с другими способами полива в 1,5..3 раза и более, энергии более чем на 30…40%.

Недостаток водных ресурсов оказывает негативное влияние на увеличение площадей садов, поливаемых микроорошением. Дефицит водных ресурсов сдерживает широкое внедрение капельного орошения садов. Поэтому из-за недостатка поверхностной воды на вновь вводимых орошаемых землях стали использовать подземные воды.

Однако, следует учитывать, что водные ресурсы, применяемые для полива сельскохозяйственных культур, способны оказывать существенное

воздействие на компоненты природной среды и эффективность функционирования технических сооружений.

Требованиями к качеству воды для орошения должна учитываться необходимость сохранения естественного плодородия черноземов. При этом нельзя допускать развитие процессов осолонцевания, содообразования и засоления. При этом допустимая минерализация воды не должна превышать 1 г/л. Соблюдение всех требований, предъявляемых к качеству воды при орошении земель, позволит сохранить плодородие почв и получить урожаи плодовых культур в 3…4 раза выше, чем на богарных землях.

Выводы

Закладка новых насаждений плодовых культур должна быть только с системами орошения и в основном при капельном способе полива.

Применение современных технологий и технических средств позволяет оптимизировать водный режим почвы в интенсивных садах обеспечивая подачу воды в активную корнеобитаемую зону почвы оптимальными нормами в оптимальные сроки с экономией воды по сравнению с другими способами полива в 1,5..3 раза и более и повышения урожайности в 3-4 раза.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕЦИЗИОННОГО ОРОШЕНИЯ

Терлеев В.В., Гиневский Р.С., Лазарев В.А.
Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого, Санкт-Петербург
Vitaly_Terleev@mail.ru

Аридизация условий возделывания сельскохозяйственных культур по причине климатических изменений, а также обострение проблемы обеспечения ирригационного земледелия поливной водой побуждают специалистов-мелиораторов принимать обоснованные инженерные и управленческие решения, способствующие в максимальной степени рациональному использованию водных ресурсов. Целью работы является исследование гидрофизических свойств почвы и их функциональное описание для вычисления прецизионных норм орошения и разработки ресурсосберегающих технологий. Для проведения этого исследования используются данные о гидрофизических свойствах почвы, в том числе - из широко известного литературного источника, такого как каталог Муалема (1976); при этом применяется метод математического моделирования. Использование доступных литературных данных является принципиальной

позицией авторов, поскольку это позволяет в наибольшей степени объективно оценивать получаемые результаты. Разработка и применение математических моделей является, по сути, единственным способом достижения обозначенной цели. Разрабатываемые модели сравниваются с мировыми аналогами; и именно в этом состоит задача данного исследования.

Важнейшим гидрофизическим свойством почвы как капиллярно-пористого тела является ее способность удерживать воду. Это свойство почвы формулируется в виде зависимости между величинами объемной влажности почвы θ [см^3·см$^{-3}$] и капиллярного давления (капиллярно-сорбционного потенциала) влаги ψ [см H_2O]. «Классическая» кривая $\theta(\psi)$ представляет собой изотерму квазиравновесных десорбционных состояний влаги в почве. Эта кривая изображает главную ветвь иссушения гистерезиса водоудерживающей способности почвы. Наряду с ней существуют главная ветвь увлажнения и сканирующие ветви петли гистерезиса. Явление гистерезиса характерно для многих физических свойств объектов природы. К настоящему времени сложился ряд представлений относительно причин этого явления. Например, к причинам гистерезиса $\theta(\psi)$ обоснованно относят: «эффект четок», обусловленный изменчивостью площади поперечного сечения почвенных пор, а также различие между значением давления влаги при начальном иссушении изначально полностью насыщенной влагой почвы (давления «входа воздуха») и значением давления влаги на завершающей стадии увлажнения почвы (давления вытеснения защемленного воздуха из пор и «входа воды»). «Эффект четок» можно учесть использованием мультипликативного и экспоненциального параметров нормального распределения логарифмов эффективных радиусов почвенных пор. Различие в значениях давления «входа воздуха» и «входа воды» можно учесть использованием предложенного авторами аддитивного параметра с размерностью капиллярного давления (капиллярно-сорбционного потенциала) влаги. То есть, при моделировании для ветвей иссушения можно использовать одну тройку значений параметров, а для ветвей увлажнения – другую тройку значений параметров.

Измерение сканирующих ветвей гистерезиса $\theta(\psi)$ относится к весьма трудоемким исследованиям. Вместе с тем, наличие данных о сканирующих ветвях увлажнения является весьма ценным в решении практических задач ирригационного земледелия. Действительно, при орошении почва переходит из состояний с низким влагосодержанием к состояниям с более высоким влагосодержанием; и смена состояний, очевидно, соответствует ветвями увлажнения, а не ветвям иссушения. Тем не менее, в практике ирригационного земледелия до сих пор используется методика расчета норм орошения с использованием именно главной ветви иссушения. Кратко поясним: на главной ветви иссушения $\theta(\psi)$ имеется особая точка, которая

характеризует границу перехода влаги из категории гравитационной влаги в категорию капиллярно-подвешенной влаги. Этой точке соответствует значение объемной влажности почвы, которое называют наименьшей влагоемкостью почвы (НВ). В свою очередь, значению НВ соответствует капиллярное давление влаги при НВ. В состояниях с более низкими (отрицательными) значениями ψ по сравнению с капиллярным давлением при НВ вода в почве удерживается за счет капиллярно-сорбционных сил. В состояниях с более высокими значениями ψ по сравнению с капиллярным давлением при НВ вода стекает в нижерасположенные слои почвенно-грунтовой толщи под действием гравитации. Важно отметить, что на любой сканирующей ветви $\theta(\psi)$ в точке, которая соответствует капиллярному давлению влаги при НВ, значение объемной влажности почвы является более низким по сравнению с НВ. Следовательно, если норма орошения вычисляется по разности между НВ и предполивной влажностью почвы, то такая норма всегда оказывается завышенной. Разумеется, для расчета норм орошения должны использоваться сканирующие ветви увлажнения гистерезиса $\theta(\psi)$. Однако, в данном случае, возникает существенное затруднение. Оно заключаются в том, что тот набор сканирующих ветвей увлажнения, которые могут понадобиться для расчета норм орошения в предстоящем периоде вегетации сельскохозяйственной культуры (если культура возделывается не в теплице), измерить практически невозможно из-за непредсказуемого характера выпадения атмосферных осадков. По этой причине единственным способом преодоления такого затруднения является применение математических моделей гистерезиса $\theta(\psi)$.

Большинство исследований по проблеме гистерезиса водоудерживающей способности почвы является прямым развитием двух известных моделей. В мировой литературе представлено немало примеров сравнения результатов моделирования гистерезиса $\theta(\psi)$ с этими двумя моделями, а именно: 1) с моделью Скотта и соавторов (Scott et al., 1983) и 2) с моделью Кула и Паркера (Kool, Parker, 1987). В основу первой модели положена функция водоудерживающей способности почвы, предложенная Хаверкампом и соавторами (Haverkamp et al., 1977); в основу второй модели – функция, предложенная Ван Генухтеном (Van Genuchten, 1980). В обеих моделях гистерезиса поворотные точки вычисляются по алгоритму, предложенному Скоттом и соавторами.

Авторами данного исследования усовершенствована модель Скотта и соавторов. Результатом усовершенствования являются две модели Hys-SKT и Hys-SHT. В основу этих моделей положены: функция водоудерживающей способности почвы, предложенная Косуги (Kosugi, 1994, 1996), и функция водоудерживающей способности почвы, предложенная Хаверкампом и соавторами, с дополнительным аддитивным параметром, который

обоснованно введен авторами данного исследования в функциональное описание зависимости $\theta(\psi)$. В данном исследовании проведено сравнение предложенной Кулом и Паркером модели Hys-KPVG, а также моделей Hys-SKT и Hys-SHT. Параметры сравниваемых моделей идентифицированы методом точечной аппроксимации экспериментальных данных о главных (граничных) ветвях иссушения и увлажнения водоудерживающей способности почв легкого гранулометрического состава: *Dune sand* (Gillham et al.,1976) и *3501 Rubicon sandy loam* (Mualem, 1976). В Таблице 1 приведены средние абсолютные отклонения результатов моделирования от опытных данных (жирным шрифтом выделены минимальные значения).

Согласно критерию Вильямса-Клута, в отношении погрешностей аппроксимации опытных данных о главных (граничных) ветвях, а также в отношении погрешностей оценок сканирующих ветвей иссушения гистерезиса $\theta(\psi)$ наиболее предпочтительны модели Hys-SKT и Hys-SHT. При этом погрешности модели Hys-KPVG являются наибольшими, а модели Hys-SKT и Hys-SHT достоверных различий не имеют. В отношении погрешностей оценок сканирующих ветвей увлажнения для песчаной почвы *Dune sand* все три модели не имеют достоверных отличий, а в отношении супесчаной почвы *3501 Rubicon sandy loam* модель Hys-KPVG достигает наименее точного результата. Условие равенства значений экспоненциального параметра для ветвей иссушения и увлажнения функциональной зависимости $\theta(\psi)$ существенно не повышает погрешности оценок сканирующих ветвей гистерезиса по сравнению с условием, когда эти значения не равны между собой.

Таблица 1

Сравнение погрешностей точечной аппроксимации данных о главных (граничных) ветвях и погрешностей оценок сканирующих ветвей гистерезиса водоудерживающей способности двух почв легкого гранулометрического состава

Средние абсолютные отклонения		Модели		
Почвы	Ветви гистерезиса	Hys-KPVG	Hys-SKT	Hys-SHT
Dune sand	Главные (граничные): идентификация по 48 точкам	0.0080	0.0034	**0.0033**
	Сканирующие увлажнения: оценка для 47 точек	**0.0096**	0.0101	0.0102
	Сканирующие иссушения: оценка для 95 точек	0.0151	**0.0113**	0.0122
3501 Rubicon sandy loam	Главные (граничные): идентификация по 74 точкам	0.0130	**0.0068**	0.0083
	Сканирующие увлажнения: оценка для 33 точек	0.0118	**0.0046**	0.0083
	Сканирующие иссушения: оценка для 26 точек	0.0175	0.0138	**0.0105**

Таким образом, можно сделать вывод, что в отношении разновидностей почв легкого гранулометрического состава для гидрофизических расчетов и, следовательно, для разработки ресурсосберегающих технологий прецизионного орошения представляется наиболее предпочтительным применение усовершенствованных авторами моделей гистерезиса водоудерживающей способности Hys-SKT и Hys-SHT.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-04-00939-*а*.

ПОЧВЫ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ФОРМАТЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

Чупина В.И., Герасимова М.И.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
ya.valentina-gav@yandex.ru

Никитский ботанический сад (НБС) расположен в субтропическом средиземноморском климате, естественные биоценозы представлены формацией шибляка, под которыми формируются коричневые почвы; их свойства определяются контрастным водно-тепловым режимом. Распространение в НБС коричневых почв доказывается многими авторами. Однако, по нашему мнению, свойства почв НБС не удовлетворяют в полной мере диагностическим критериям, разработанным для типа коричневых почв в классификации почв России (2004/2008). Причинами могут быть, с одной стороны, недоработка в ней диагностики коричневых почв, ареал которых до некоторого времени занимал в России незначительную площадь, с другой стороны, местные особенности формирования почв. К ним относятся: (1) Почвы развиваются на продуктах разрушения и переотложения серых и серо-бурых глинистых сланцев, придающих почве сероватый оттенок; (2) большое количество обломков пород, в том числе карбонатных, и полив бикарбонатно-кальциевыми водами, что препятствуют формированию аккумулятивно-карбонатного горизонта (BCA) и карбонатных новообразований; (3) почвы изначально могли быть сильно изменены человеком: первые крупные поселения в Крыму создавались киммерийцами в XII в. до н.э.

С момента создания ботанического сада в 1812 г. производились различные реконструкции, строительство, закладывались водопроводные сооружения, менялось расположение дорожек и куртин, завозился почвенный материал из различных мест, крутые склоны были террасированы, велись посадки интродуцированных растений, проводилось орошение и рыхление многих цветников и лесных куртин. В связи с этим,

диагностика почв НБС представляет определенную сложность, и задачей нашего исследования стало получение новых сведений о почвах НБС, с учетом их антропогенной трансформации, для целей классификации.

На территории сада было описано 43 почвенных разреза, заложенных на различных элементах рельефа, почвообразующих породах, под различными культурными фитоценозами, а также под естественными лесными сообществами. Исследованы морфологические и химические свойства почв, для некоторых почв проведены микроморфологические наблюдения и измерена целлюлозолитическая активность (аппликационный метод), изучены фондовые материалы о почвах и истории землепользования в НБС. Химико-аналитические исследования проведены по общепринятым методикам: содержание органического углерода – по Тюрину, pH – потенциометрическим методом, $CaCO_3$ – газоволюметрическим методом. За основу классификации принята «Классификация и диагностика почв России» (2004) с некоторыми дополнениями специалистов по городским почвам (Прокофьева с соавт., 2014) и собственными корректировками. Диагностика и классификация почв основывалась на их морфологических свойствах, аналитических характеристиках, результатах микроморфологических наблюдений и данных по целлюлозолитической активности почв. Принимались во внимание факторы почвообразования, в том числе факторы антропогенные – прошлые и современные.

На участках крутых склонов, занятых естественными биоценозами, выделены коричневые почвы, скелетные и маломощные – не глубже полуметра. Профиль включает темногумусовый (AU), структурно-метаморфический (BM) горизонты и почвообразующую породу, состоящую из продуктов разрушения и переотложения глинистых сланцев (C), иногда с включением щебня и дресвы известняков (Cca) и песчаников. Для классификации природных почв НБС был поставлен полевой эксперимент по определению целлюлозолитической активности почв, который показал, что биологические процессы более активны в холодную половину года, а пик активности приходится на срединный структурно-метаморфический горизонт (BM). Это соответствует общепринятым представлениям о ходе почвообразовательных процессов в коричневых почвах. Микроморфологические исследования определили наличие в исследуемых почвах процесса внутрипрофильного оглинивания – выветривания обломков пород и зерен минералов *in situ*, следствием чего является формирование диагностического для коричневых почв горизонта BM. Эти результаты, в сочетании с рядом химических показателей и наличием горизонтов AU и BM, послужили основанием для отнесения природных почв сада к коричневым.

Положение на склоне определило формирование гумусово-стратифицированных (вогнутые части склона) и абрадированных (выпуклые

части склона) подтипов коричневых почв. Длительное поступление на поверхность почв НБС хвойного опада интродуцированных пород (тисов, кедров, сосен, кипарисов, секвой) и введение специальных почвопокровных растений: плюща и барвинка, изменяющих условия деструкции опада и дающих трудно разлагаемый опад, привели к образованию сухоторфяного и грубогумусового слоев – признаков, соответственно, сухоторфянистых и грубогумусированных подтипов коричневых почв. Под старыми древесными насаждениями выделены остаточно-турбированные подтипы коричневых почв, очевидно, перемешанные еще при посадке деревьев. Доказательством служат редкие артефакты. Однако почвы отнесены нами к природным, основанием для этого послужило наличие диагностических горизонтов AU и BM. Эксперимент по определение целлюлозолитической активности показал, что биологические процессы активнее протекают в зимний период, как в природных почвах. Все эти свойства свидетельствуют о «стирании» признаков антропогенной трансформации и протекании, в настоящее время, процессов характерных для коричневых почв.

На искусственно выположенных участках крутых склонов описаны урбокоричневые почвы. Их профиль включает насыпной минеральный или органо-минеральный горизонт (горизонт RAT по Прокофьевой с соавт., 2014), мощностью не более 40 см. Он содержит артефакты, представленные бытовым и строительным мусором, с этим связано использование в названии почв словообразовательного элемента урбо-. Под искусственным наносом залегают естественные срединные горизонты.

На участках, обрабатывавшихся в прошлом (плодовые сады) и в настоящее время (пальмарий, розарий и другие цветники, роща каменного дуба) описаны агроземы структурно-метаморфические. Их профиль включает гомогенный агрогоризонт мощностью более 25 см (Pur), который залегает на срединном метаморфическом горизонте (BM). В связи с тем, что в почвы, помимо удобрений, регулярно вносится чужеродный субстрат – гумусовый материал, морской песок с ракушечником, присутствует включения строительного и бытового мусора, агроземы структурно-метаморфические были отнесены к подтипу урбистратифицированных.

На искусственных террасах с посадками маслины европейской описаны турбоземы темные. Почвы неоднократно подвергались перемешиванию – сначала при строительстве террас, затем при плантажной обработке посадок на глубину около 0,9-1 м. В связи с этим они были отнесены к отделу турбоземов, куда входят почвы, имеющие с поверхности турбированный горизонт (TUR), мощностью более 50-60 см.

На участках, восстановленных в ходе строительства и на засыпанных старых дорожках, описаны урботемногумусовые почвы – искусственно созданные почвы. Диагностическими являются горизонты AUur – насыпной темногумусовый горизонт, мощностью не более 40 см, и подстилающая

порода (D). Подстилающая порода может быть представлена старой дорожкой – отсыпки различного вещественного и гранулометрического состава (песок, дресва, гравий, щебень, галька, ракушечник, кирпичная крошка, остатки асфальта и бетона), отвалом известняковых глыб – природный материал перемещенный по каким либо причинам из места естественного залегания, строительным мусором.

В центральной части НБС, где сконцентрирована основная часть построек (административный корпус, лабораторный корпус, театр-лекторий, канцелярия, и др.), в местах, нарушенных при строительстве подземных коммуникаций и террас, описаны урбостратоземы. В «Классификации и диагностике почв России» (2004) принято к стратоземам относить почвы, сформированные постепенным длительным накоплением в профиле минерального материала. В нашем случае речь идет о почвах, целенаправленно сформированных человеком, поэтому насыпки могли осуществляться не постепенно, как это предполагается в природных стратоземах, а одномоментно и в большом объеме. Урбостратоземы имеют насыпной горизонт (UR), мощностью более 40 см, который дифференцирован по вещественному составу. Он может быть представлен местным грунтом, который отличается высокой плотностью, твердостью, повышенным содержанием скелета сланцев и содержит в большом количестве различные антропогенные включения. С другой стороны, насыпная толща может состоять из торфо-компостной смеси с бытовым мусором. Почвы этой группы различаются и по характеру постилающего субстрата: культурный слой, неоднородный по составу артефактов (кирпичная кладка, бетонные конструкции, мелкие обломки стекла, керамики, кирпичи, фотопленка), либо остатки горизонта BC или C.

На палисадниках и газонах, приуроченных к заасфальтированным пространствам вблизи зданий выделены реплантоземы. Следуя М.Н. Строгановой, реплантоземы нами рассматриваются в качестве почв, а не ТПО, как в «Классификации и диагностике почв России» (2004), поскольку они имеют плодородный гумусовый горизонт и многие годы служат субстратом для цветников и газонов. Профиль представляют собой гумусированный слой залегающий на спланированной поверхности, образованной техногенными грунтами. В зависимости характера использования реплантаземов выделены поверхностно-турбированные (цветники) и задернованные (газоны) варианты.

Выводы

Почвы естественных биоценозов классифицированы как коричневые. Несмотря на маломощность, щебнистость, отсутствие некоторых диагностических признаков, в них протекают процессы внутрипрофильного оглинивания в прохладное и влажное время года, что свойственно данному типу почв. Среди коричневых почв выделены особые подтипы. Одни

отражают специфику трансформации почв в условиях ботанического сада – сухоторфянистые и грубогумусированные, другие служат свидетельством высокой энергетики почвообразовательных процессов в субтропиках – исчезновение следов антропогенного воздействия в остаточно-турбированных подтипах коричневых почв.

Большинство антропогенно-преобразованных почв отнесено к урбо-почвам и урбостратоземам, потому что они содержат артефакты, свойственным городским почвам. Внесение удобрений, почвенных и торфо-компостных смесей, орошение, рыхление позволило отнести некоторые типы к агроземам структурно-метаморфическим урбистратифицированным.

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ

Каменева И.А., Мельничук Т.Н., Якубовская А.И., Гритчин М.В., Смирнова И.И.
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь,
irina.kameneva.7@mail.ru

Интенсивное применение пестицидов в земледелии привело к негативным последствиям, таким как истощение плодородия почв, упрощению структуры сообществ микроорганизмов, накоплению в агроценозах фитопатогенов и фитофагов, резистентных к химическим средствам защиты. Альтернативным приемом, направленным на поддержание естественного плодородия почв и сохранение биоразнообразия педоценоза является применение микробных препаратов на основе активных штаммов бактерий с комплексом полезных для растений свойств. Микробные препараты активируют физиолого-биохимические процессы в растениях, что способствует повышению их продуктивности и устойчивости к стресс-факторам, вызывают количественные и качественные изменения в микробоценозе, за счет конкурентоспособности селекционных штаммов. Актуальной остается задача экологической оценки использования микробных препаратов с комплексом полезных свойств в условиях биологизации агроэкосистем.

Цель исследований – установить влияние полифункциональных микробных препаратов на показатели биологической активности в ризосфере и продуктивность растений озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

Исследовали влияние микробных препаратов на основе азотфиксирующих («Диазофит»), фосфатмобилизирующих («Фофоэнтерин»)

бактерий, бактерий - антагонистов фитопатогенных микромицетов («Биополицид») и их комплекса (КМП) на продуктивность *Triticum aestivum* L. и показатели биологической активности в ризосфере в фазу цветения растений. Почва чернозем южный, образованный на тяжелых суглинках и лессовых породах, предшественник черный пар. Агроклиматические условия (2008-20110 гг.) были контрастными, отличались от средних многолетних показателей по температуре и влагообеспеченности. Применяли микробные препараты путем инокуляции семян пшеницы, которую выращивали по двум агрофонам, условно обозначенным как интенсивный и биологический. Интенсивный агрофон включал предпосевное внесение минеральных удобрений ($N_{30}P_{60}K_{30}$) и ранневесеннее (N_{30}), а также химические инсектициды и фунгициды, биологический - $N_{15}P_{15}K_{15}$ без применения химических средств защиты растений. Контрольными были варианты с обработкой семян водой. Учет численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере растений в фазу цветения проводили общепринятыми в микробиологии методами

Средняя урожайность озимой пшеницы, выращенной на интенсивном агрофоне составляла 7,1 – 7,9 тонн с одного гектара. Инокуляция семян перед посевом обеспечила достоверную прибавку урожая зерна на 5,3-8,1%. На биологическом агрофоне при урожайности 6,0-6,2 т с 1 гектара, микробные препараты способствовали повышению урожайности растений на 5,0-10,8% к контролю.

Одним из факторов, обуславливающих функционирование интродуцируемых в ризосферу штаммов бактерий, составляющих основу препаратов, является их взаимодействие с резидентной микробиотой, представленной разными эколого-трофическими группами. Важным компонентами микробоценоза в почве являются микроорганизмы, участвующие в трансформации соединений азота. Микробиологический анализ ризосферы озимой пшеницы, инокулированной микробными препаратами, показал, что на биологическом агрофоне численность аммонификаторов увеличилась на 27 - 130%; микроорганизмов, ассимилирующих азот минеральных соединений - на 27 – 74%; аэробных диазотрофов – на 43-121%; олиготрофов – на 2,4-51%. Бактерии, учтенные на соответствующих питательных средах, по морфологическим и некоторым биохимическим свойствам предварительно отнесены к родам *Flavobacterium, Sarcina, Pseudomonas, Agrobacterium, Enterobacter, Bacillus и Paenibacillus*. В вариантах с инокуляцией отмечено повышение потенциальной азотфиксирующей активности (ПАА) и содержания подвижного фосфора в ризосфере пшеницы на 5-60% и 4-4,7% соответственно в сравнении с контролем. Установлена положительная корреляция (r=0,5) между численностью диазотрофов в ризосфере и потенциальной азотфиксирующей активностью. Отмечена тенденция

увеличения численности микромицетов в ризосфере пшеницы, инокулированной биопрепаратом, на интенсивном агрофоне и их снижение – на биологическом. Следует отметить, что почвенные микроскопические грибы являются активными деструкторами растительных остатков, и в то же время, среди них встречаются патогенные для растений виды. Микробные препараты способствовали снижению фитотоксичности почвы.

На интенсивном агрофоне выращивания пшеницы сохранялась тенденция увеличения численности участвующих в трансформации азота микроорганизмов. В ризосфере инокулированных растений отмечено увеличение численности бактерий рода *Azotobacter*, что может свидетельствовать о благоприятных агрохимических условиях в почве. В тоже время отмечено снижение ПАА и содержания подвижного фосфора в ризосфере. Между показателем ПАА и численностью диазотрофов установлена обратная корреляция (r=-0,7). Отмечена тенденция увеличения численности микромицетов в ризосфере инокулированной пшеницы.

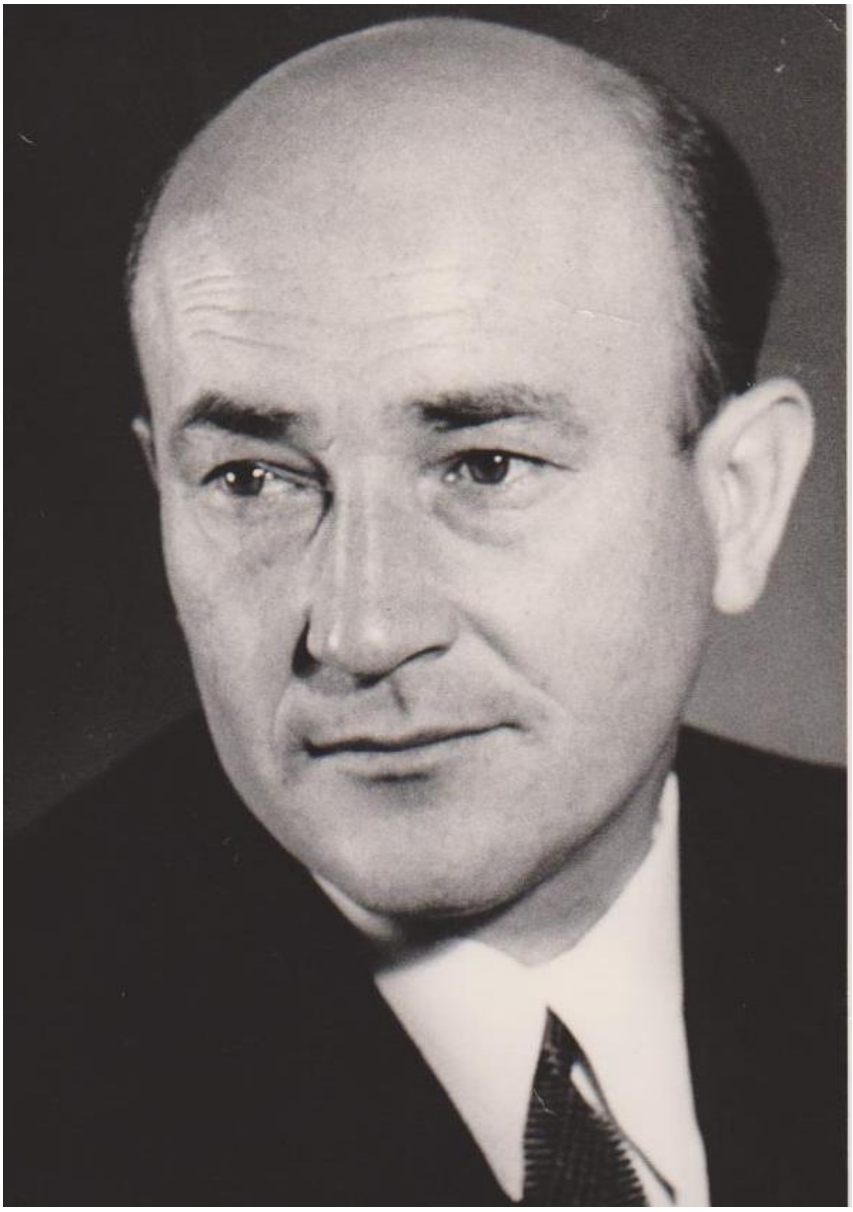
Таким образом, показано, что микробные препараты способствуют увеличению численности участвующих в трансформации азота микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Установлена прямая корреляция между численностью диазотрофов и ПАА на биологическом агрофоне, и обратная - на интенсивном. Снижение ПАА и P_2O_5 в ризосфере пшеницы с применением микробных препаратов на интенсивном агрофоне может свидетельствовать о более интенсивном потреблении фосфора в период цветения и удовлетворении потребности растений в азоте за счет минеральных удобрений. Именно на этом фоне отмечается высокий уровень зерновой продуктивности пшеницы. Микробные препараты являются альтернативным приемом оптимизации минерального питания растений. На биологическом фоне обеспечиваются лучшие условия для активности растительно-микробного взаимодействия, что подтверждается более высокой эффективностью микробных препаратов.

КОЧКИН МИХАИЛ АНДРЕЕВИЧ

(1908-1980)

Заслуженный деятель науки УССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор М.А. Кочкин почти 20 лет руководил крупнейшим научным учреждением – всемирно известным Никитским ботаническим садом.

В 1959 г. Михаил Андреевич организовал новый для ботанического сада отдел почвенно-климатических исследований, впоследствии отдел агроэкологии.



ИВАНОВ ВИКТОР ФЕДОРОВИЧ

(1935 – 1988)

Почвовед, эколог, доктор биологических наук, профессор, всю свою научную деятельность посвятивший проблемам экологии.

С 1977 по 1998 г. – заведующий отделом агроэкологии.

Усовершенствовал методы оценки экологических факторов и на их основе разработал комплексную агроэкологическую шкалу (бонитировочную классификацию) для оценки пригодности почв юга Украины под плодовые культуры. Создал школу почвоведов-экологов в Крыму.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ (ПОЧВЕННЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

Всероссийской с международным участием научной конференции,
посвященной 60-летию лаборатории агроэкологии
Никитского ботанического сада

Ответственный редактор:
доктор биологических наук О.Е. Клименко

Публикуется в авторской редакции

Оригинал-макет, компьютерная верстка – А.П. Евтушенко, О.Е. Клименко